ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ № 4(20), 2016 г.
Научно – производственный журнал основан в 2012 году.
Периодичность издания – 4 номера в год.
ISBN 9 785905 402036

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
Зотиков Владимир Иванович – доктор с. -х наук
Заместитель главного редактора
Наумкина Татьяна Сергеевна – доктор с. -х наук
Ответственный секретарь
Грядунова Надежда Владимировна – к. биол. наук
Артюхов А.И., *ВНИИ люпина*
Баталова Г.А., *НИИСХ С-Востока им. Н.В. Рудницкого*
Бобков С.В., *ВНИИЗБК*
Бударина Г.А., *ВНИИЗБК*
Васин В.Г., *Самарская ГСХА*
Вишнякова М.А., *ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова*
Возиян В.И., *НИИПК «Селекция», Молдова*
Задорин А.М., *ВНИИЗБК*
Каскарбаев Ж.А., *НПЦЗХ им. А.И. Бараева, Казахстан*
Кобызева Л.Н., *ИР им. В.Я. Юрьева, Украина*
Коротеев В.И., *Департамент с. х-ва Орловской области*
Косолапов В.М., *ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса*
Макаров В.И., *Тульский НИИСХ*
Матвейчук П.В., *ЗАО «Щелково Агрохим»*
Парахин Н.В., *Орловский ГАУ*
Сидоренко В.С., *ВНИИЗБК*
Суворова Г.Н., *ВНИИЗБК*
Тихонович И.А., *ВНИИСХМ*
Фесенко А.Н., *ВНИИЗБК*
Чекмарев П.А., *МСХ РФ*
Шевченко С.Н., *Самарский НИИСХ им. Н.М. Тулайкова*

Редактор, корректор
Грядунова Н.В.
Технический редактор
Хмызова Н.Г.
Перевод на английский язык **Стефанина С.А.**
Фотоматериал **Черненький В.А.**

С первого декабря 2015 года журнал включен в Перечень ВАК Минобразования России ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук: http://perechen.vak2.ed.gov.ru

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации ПИ ФС 77-45069, от 17 мая 2011 г.

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

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

Адрес редакции, издателя, типографии:
302502, Орловская область, Орловский район, пос. Стрелецкий, ул. Молодежная, д.10, корп.1
тел.:(4862) 40-33-05, 40-30-04
E-mail: ***office@vniizbk.orel.ru***
www.vniizbk.ru

Дата выхода в свет: 20.12.2016 г.
Формат 60x84/8.
Гарнитура Times New Roman.
Тираж 300 экз.
Отпечатано в ФГБНУ ВНИИЗБК
Цена свободная.

СОДЕРЖАНИЕ

Грядунова Н.В. 5 лет Всероссийскому научно-производственному журналу «Зернобобовые и крупяные культуры» ……..... 4
Хмызова Н.Г. Главный агропромышленный форум страны «Золотая осень 2016» подводит итоги …… 6
Зеленов А.Н., **Зеленов А.А.** Повышение биоэнергетического потенциала растения – актуальная проблема селекции гороха ……..... 9
Синюшин А.А., **Воловиков Е.А., Аш О.А., Хартина Г.А.** Мутация *determinate habit* у гороха является полудоминантной …… 15
Фадеев Е.А., **Фадеева А.Н., Капран Д.А., Шурхаева К.Д., Абросимова Т.Н.** Новый сорт гороха Кабан: морфологическая характеристика, особенности строения перикарпия ……... 22
Бобков С.В. Использование среды N6 в культуре *in vitro* изолированных пыльников гороха ……. 26
Зеленов А.А., **Зеленов А.Н., Новикова Н.Е.** Принципы и методы селекции диморфных синтетических сортов гороха ……... 31
Суворова Г.Н., Иконников А.В. Наследование признака «красная окраска семядолей» у чечевицы при скрещивании с видом *Lens tomentosus* Ladizinsky ……. 38
Бобков С.В., Селихова Т.Н., Бычков И.А. Хозяйственно ценные признаки образцов дикого вида гороха *Pisum fulvum* 41
Миленко О.Г. Влияние агротехнических приёмов при выращивании сои обычным рядовым способом посева на засоренность агрофитоценоза и урожайность зерна ……..... 46
Акулов А.С., Беляева Ж.А. Сравнительная оценка различных сортов нута в зависимости от элементов технологии возделывания ……..... 51
Вус Н.А., Безуглая О.Н., Кобызева Л.Н. Формирование специальной признаковой коллекции нута по реакции на нитрагинизацию семян ……... 56
Овчарук О.В., Околодько Ю.В. Влияние способов посева и норм высева семян на урожайность сортов фасоли в условиях лесостепи Украины ……..... 60
Яговенко Т.В., Пигарева С.А., Зайцева Н.М. Обоснование норм высева семян люпина желтого, обеспечивающих формирование стабильных урожаев ……... 63
Баринов В.Н., Новиков М.Н., Ермакова Л.И. Биологическая подкормка клевера красного …… 67
Котляр А.И., Сидоренко В.С. Сорта проса посевного в коллекции ВНИИЗБК ……..... 70
Желтова К.В., Долженко В.И. Современные средства защиты озимой пшеницы от корневых гнилей ……..... 71
Фадеева И.Д., Валиуллина Г.Н. Оценка сортов озимой пшеницы по качеству зерна и устойчивости к грибным болезням …… 79
Фоменко М.А., **Грабовец А.И.** Новое поколение сортов озимой мягкой пшеницы селекции Донского ЗНИИСХ ……..... 85
Шаболкина Е.Н., Мясникова М.Г., Мальчиков П.Н., Пронович Л.В. Возможности использования зерна твёрдой пшеницы в хлебопекарной промышленности ……... 90
Коршунова З.Г., Григорьев Ю.П., Васюкевич С.В., Мансапова А.И., Колмаков Ю.В. Новый сорт овса Уран крупяного направления ……... 97
Скатова С.Е., Тысленко А.М. Новый сорт яровой тритикале для диверсификации кормопроизводства …….. 100
Голова Т.Г., Ершова Л.А. Селекция ярового ячменя на устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды в Центральном Черноземье ……... 104
Буянкин Н.И., Краснопёров А.Г. Летние посевы средообразующих культур, их значение и место в севооборотах Калининградской области ……..... 108
Новиков В.М. Влияние агротехнологических приёмов и погодных условий на биологическую активность тёмно-серой лесной почвы при возделывании зернобобовых и крупяных культур …… 116
Глазова З.И. Эффективность удобрений и способов их применения на гречихе ……... 121
Гурин А.Г., Резвякова С.В. Агрохимические свойства почвы при использовании фильтрата спиртовой барды в качестве альтернативного удобрения на посевах гречихи …. 124

CONTENT

Gryadunova N.V. 5 years to the all-Russian scientific-production journal «Legumes and Groat Crops» ……... 4
Hmyzova N.G. The main agro-Russian Forum «Golden Autumn 2016» sums up ……. 6
Zelenov A.N., **Zelenov A.A.** Increase of bioenergy potential of plant – actual problem of selection of peas …… 9
Sinjushin A.A., Volovikov E.A., Ash O.A., Khartina G.A. Mutation *determinate habit* has a semidominant mode of inheritance in pea ……. 15
Fadeev E.A., Fadeeva A.N., Kapran D.A., Shurchaeva K.D., Abrosimova T.N. New pea varieties Kaban: morphological characteristics, the structural features of pericarp …….. 22
Bobkov S.V. Application of N6-based nutrient media in culture of pea isolated anthers …… 26
Zelenov A.A., Zelenov A.N., Novikova N.E. Principles and methods of selection of dimorphous synthetic varieties of peas …….. 31
Suvorova G.N., Ikonnikov A.V. Inheritance of red cotyledon colour in lentil when crossed with *Lens tomentosus* Ladizinsky …….. 38
Bobkov S.V., Selikhova T.N., Bychkov I.A. Agronomically valuable traits from wild pea species *Pisum fulvum* …… 41
Milenko O.G. Impact of agrotechnical measures in the technology of soybean growing by drilling sowing method on weediness of agrophytocenosis and grain yield ……. 46
Akulov A.S., Belyaeva Zh.A. Comparative evaluation of different varieties of chickpea, depending on the elements of technology of cultivation ……... 51
Vus N.A., Bezugla O.N., Kobyzeva L.N. Formation of a special trait chickpea collection by response to seed inoculation …….. 56
Ovcharuk O.V., Okolod'ko Y.V. Influence sowing methods and seeding rates kidney beans on yield grades in conditions of forest-steppe of Ukraine …….. 60
Yagovenko T.V., Pigareva S.A., Zaytseva N.M. Optimal seeding rates basis for yellow lupin to produce stable high yields ……. 63
Barinov V.N., Novikov M.N., Ermakova L.I. Biological fertilization of red clover ……. 67
Kotlyar A.I., Sidorenko V.S. Varieties of common millet in VNIIZBK collection ……... 70
Zheltova K.V., Dolzhenko V.I. Modern means of protection from winter wheat root rot ……. 71
Fadeeva I.D., Valioullina G.N. Estimaition of breeds of winter wheat grain quality and resistance to fungal diseases …….. 79
Fomenko M.A., Grabovets A.I. A new generation of winter wheat varieties breeding Don SNIISH …….. 85
Shabolkina E.N., Myasnikova M.G., Malchikov P.N., Pronovich L.V. Opportunities use of grain durum wheat in the baking industry ……. 90
Korshunova Z.G., Grigoryev Yu.P., Vasiukevich S.V., Mansapova A.I., Kolmakov Yu.V. The new oat variety Uran mill direction ……... 97
Skatova S.E., Tyslenko A.M. A new variety of spring triticale to diversify fodder ……... 100
Golova T. G., Ershova L. A. Selection of spring barley on stability to the unfavorable factors of environment in the Central black Earth region ……. 104
Buyankin N.I., Krasnoperov A.G. Summer crops of habitat-forming cultures, their importance and place in the crop rotation of the Kaliningrad region ……... 108
Novikov V.M. Effect of agrotechnological techniques and weather conditions on the biological activity of a dark gray forest soil in the cultivation of legumes and cereals ……..... 116
Glazova Z.I. Efficiency of fertilizers and their use on buckwheat ……... 121
Gurin A.G., Rezvyakova S.V. Agrochemical properties of soil by using the filtrate of alcohol stillage as alternative fertilizer on crops of buckwheat ……. 124

5 ЛЕТ ВСЕРОССИЙСКОМУ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ЖУРНАЛУ «ЗЕРНОБОБОВЫЕ И КРУПЯНЫЕ КУЛЬТУРЫ»

Н. В. ГРЯДУНОВА, ответственный секретарь редколлегии, канд. биол. наук

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур» с 2012 года учредил и издает Всероссийский научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». Периодичность издания – 4 номера в год.

За 5 лет вышло в свет 20 отдельных номеров журнала. В них опубликовано 397 научных статей и информационных сообщений по различным направлениям сельскохозяйственной науки. В журнале публикуются аналитические обзоры, результаты завершенных оригинальных экспериментальных исследований, дается информация о новых сортах, изобретениях. Научные публикации ученых, аспирантов, специалистов из научных учреждений и организаций России, Украины, Белоруссии, Казахстана, Молдовы, дальнего зарубежья посвящены вопросам селекции, семеноводства, защиты растений, технологий возделывания и экономики производства различных сельскохозяйственных культур. Количество опубликованных научных статей представлено в таблице.

№ журнала	Кол-во страниц	Количество статей							
		всего	в том числе:						
			ВНИИЗБК	ОрелГАУ	Украина	Молдова	Белорусь	Казахстан	Сербия, Италия
1	104	15	5	3					
2	118	21	11						1
3	56	12	3		1		1		
4	98	15	9	2					
5	74	14	8		1	2	1		
6	158	29	7	2	2	1			
7	106	18	11		3	2			
8	110	19	11	1	4				
9	106	17	7	2	4	1			
10	122	22	4	1	1				
11	104	19	10	1	3				
12	148	36	8	2	5			2	
13	106	21	12	1		1			
14	82	14	7	1					
15	76	15	4		1				1
16	80	13	5	1	1		1		
17	114	20	6	3	1	1			1
18	176	31	5	2	1		1	1	1
19	132	23	12	1	0	0	0		
20	128	27	10	1	3				
Всего	2196	401	155	24	31	8	4	3	4
Ср. на номер	103,1	19,7	8						

Над созданием научной продукции трудились **948** авторов, которые представляют ведущие научные учреждения и селекционные центры России:

Всероссийские НИУ – ФИЦ ВИГРР им.Н.И.Вавилова – **10** статей, ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса – **12**, ВНИИ люпина – **17**, ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова – **3**, ВНИИЗК им. И.Г. Калиненко – **7,** ВИЗР – **4**, ВНИИ риса – **4**, ВИЛАР – **3**, ВНИИ фитопатологии – **1**, ВНИИССОК – **3,** ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии – **2**, ВНИИ органических удобрений и торфа **– 2.**

Региональные НИУ – Московский НИИСХ «Немчиновка» – **8**, Воронежский НИИСХ им. В.В. Докучаева – **10**, Татарский НИИСХ – **11**, Уральский НИИСХ – **4**, Донской ЗНИИСХ – **6**, Самарский НИИСХ – **5,** Кабардино-Балкарский НИИСХ – **2**, Белгородский НИИСХ – **2,** Тамбовский НИИСХ **- 4,** Поволжский НИИСС им. П.Н. Константинова – **2,** Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко – **1,** ЗНИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого – **6**, НИИСХ Юго-Востока – **5,** Алтайский НИИСХ – **1,** СИБНИИСХ – **2,** Калининградский НИИСХ – **2**, Чувашский НИИСХ – **1**, Ставропольский НИИСХ – **1,** Ивановский НИИСХ – **2,** Ульяновский НИИСХ – **1,** Рязанский НИИСХ – **1,** Калужский НИИСХ – **2**, Тульский НИИСХ – **2.**

Учебные учреждения – Орловский ГАУ имени Н.В. Парахина – **24**, МГУ имени М.В. Ломоносова **- 3**, РГАУ – МСХА им. К.А.Тимирязева – **3**, Мичуринский ГАУ – **3**, Самарская ГСХА – **2**, Белгородский ГАУ – **3**, Брянский ГАУ – **2**.

Такова статистика. О научном уровне журнала, соблюдении заявленной редакционной политики – судить вам, читателям. Редакция надеется на более активное сотрудничество, понимание и поддержку, ждет предложений и новых научных публикаций.

С первого декабря 2015 года журнал включен в Перечень ВАК Минобразования России ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

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

За издание журнала ФГБНУ «ВНИИ зернобобовых и крупяных культур» награждён в 2016 году БЛАГОДАРНОСТЬЮ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Правила оформления рукописей для публикации в журнале представлены на сайте журнала **http://journal.vniizbk.ru.**

5 YEARS TO THE ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC-PRODUCTION JOURNAL «LEGUMES AND GROAT CROPS»

N. V. GRYADUNOVA, executive secretary of the editorial board, Cand. biol. sciences

Federal State Institution «The All-Russian Research Institute of legumes and Groat Crops» in 2012 established and publishes a scientific journal «Legumes and Groat Crops». Frequency of publication - 4 issues per year.

For 5 years 20 individual issues of the journal were published. They published 397 scientific articles and news reports on various aspects of agricultural science. The journal publishes analytical reviews, the results of the completed original experimental research provides information on new varieties and inventions. Scientific publications of scientists, graduate students, specialists of scientific institutions and organizations of Russia, Ukraine, Belarus, Kazakhstan, Moldova, Italy and other countries are devoted to breeding, seed production, plant protection, cultivation technologies and economics of production of various crops.

ГЛАВНЫЙ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ СТРАНЫ «ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ – 2016» ПОДВОДИТ ИТОГИ

Н. Г. ХМЫЗОВА

С 5 по 8 октября 2016 года в Москве, на территории Выставки достижений народного хозяйства (ВДНХ), состоялась 18-я Российская агропромышленная выставка «Золотая осень – 2016».

Замечательной традицией накануне Дня работника сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности стало проведение выставки «Золотая осень», которая является одним их ведущих аграрных форумов в России, с организованной деловой программой, подготовленной специалистами Министерства сельского хозяйства РФ при участии ведущих отраслевых экспертов.

Открыли главный Аграрный форум страны Председатель Правительства РФ Дмитрий Медведев и Министр сельского хозяйства РФ Александр Ткачев. На торжественной церемонии открытия выставки также присутствовали представители профильных министерств и ведомств, главы регионов.

«Сельское хозяйство – одна из ключевых сфер нашей экономики, – отметил премьер-министр, отрывая выставку. Сейчас у российских производителей есть шансы расширить свое присутствие на продовольственном рынке. Введенные всем известные ограничительные меры фактически дали преференции для развития наших аграрных компаний. И хотел бы всех заверить, что курс на импортозамещение по продовольствию – это не сиюминутный порыв, а четкая и стратегическая позиция государства».

В рамках церемонии открытия «Золотой осени – 2016» и в преддверии Дня работника сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Дмитрий Медведев вручил государственные награды лучшим представителям отрасли. По традиции Председатель Правительства РФ посетил стенд Минсельхоза России и экспозиции регионов, на которых были представлены лучшие региональные бренды и системообразующие инвестиционные проекты в сфере сельского хозяйства.

Экспозиция «Золотой осени – 2016» общей площадью 30 000 м^2 разместилась в двух павильонах (№ 69, 75) и на открытых площадках ВДНХ. Свои достижения продемонстрировали 64 региона России и ряд зарубежных стран. Всего выставка собрала 2,6 тысяч участников, из которых – 1,5 тысячи экспонентов. В работе «Золотой осени» приняли участие иностранные делегации, отраслевые СМИ, инновационные стартап-проекты, компании-работодатели интерактивной площадки «Центр карьеры» и многие другие.

За четыре дня работы выставку посетили свыше 300 тыс. человек: порядка 110 тысяч человек посмотрели экспозиции в павильонах и около 200 тысяч – на открытых площадках, включая Фестиваль национальных культур. Освещали главное аграрное событие страны более 800 российских и иностранных средств массовой информации.

Основные разделы экспозиции

«Регионы России. Зарубежные страны»

Ключевым разделом выставки стала экспозиция достижений регионов России, в рамках которой была представлена лучшая региональная продукция, обладающая высоким потенциалом для продвижения на внутреннем и внешнем рынках, а также перспективные инвестпроекты, реализуемые или планируемые к реализации. В этом разделе было свыше 1100 предприятий и организаций из 52 регионов России. Кроме того, в этом году участие в выставке приняли представители Нидерландов, Абхазии, Болгарии, Беларуси и других стран ближнего и дальнего зарубежья.

Самыми крупными стали экспозиции Республики Башкортостан, Ставропольского и Краснодарского краев, Московской, Нижегородской, Ленинградской, Самарской, Челябинской и Орловской областей.

В центре раздела «Регионы России» традиционно разместился стенд Министерства сельского хозяйства РФ. На стенде была представлена карта инвестиционного потенциала АПК России, демонстрирующая динамику развития приоритетных направлений сельского хозяйства в регионах, уровень использования земель сельскохозяйственного назначения, состояние и перспективы уровня самообеспеченности по основным видам продукции. Всего на карте была собрана информация по 1 134 инвестиционным проектам с общим объемом финансирования 1 781,2 млрд рублей.

«Сельскохозяйственная техника и оборудование для АПК»

В 75-м павильоне и на Центральной аллее ВДНХ более 140 компаний из России, Украины, Белоруссии, Германии, Китая и Финляндии продемонстрировали образцы крупногабаритной сельскохозяйственной техники.

В этом разделе свою продукцию по направлению «Оборудование для животноводства. Ветеринария. Корма» представили 77 компаний из 19 регионов России, а также Белоруссии, Финляндии и Ирландии. В частности, Совет по продовольствию Ирландии организовал коллективный стенд.

Подписание соглашений и контрактов

Выставка «Золотая осень» – главное событие отрасли не только по количеству участников и посетителей, но и по объемам заключаемых в ее рамках контрактов и соглашений. В этом году в ходе выставки представители регионов подписали не менее 60 соглашений на общую сумму около 200 млрд рублей. Деловая программа выставки включала порядка 40 мероприятий разных форматов, которые посетили свыше 8 тысяч человек.

Ключевым мероприятием «Золотой осени – 2016» стал Агробизнесфорум «Факторы устойчивого роста и глобальной конкурентоспособности – вчера, сегодня, завтра». «Сегодня агропромышленный комплекс по праву можно считать основным звеном и драйвером российской экономики. Нашим сельхозпроизводителям есть чем гордиться, имеется большой потенциал для приумножения достигнутых результатов, – открывая мероприятие, отметил Министр сельского хозяйства РФ Александр Ткачев. – Только за последние 2 года мы отобрали и просубсидировали порядка 500 инвестиционных проектов почти на 300 млрд руб. кредитных средств». По данным аналитиков, прошлый год обеспечил аграриям суммарный объем инвестиций почти в 1,5 трлн рублей. Эксперты полагают, что до 2020 года объем инвестиций в отрасль может увеличиться еще на 1 трлн рублей.

В ходе форума его участники обсудили, как, с учетом геополитической и экономической ситуации, сохранить положительную динамику развития отечественного сельского хозяйства, а также обеспечить устойчивый рост и конкурентоспособность отрасли на экспортных рынках в долгосрочной перспективе.

В обсуждении приняли участие генеральный директор ПАО «Группа Черкизово» Сергей Михайлов, управляющий директор банка UBS AG Фабио Бруно Негри, президент группы компаний Unilever в России, Украине и Беларуси Джей ви Раман, председатель Комиссии Общественной палаты РФ по вопросам АПК и развитию сельских территорий, собственник ГК «ТРИО» Евгения Уваркина, директор Фонда развития промышленности, руководитель кафедры Предпринимательского лидерства Московской школы управления «Сколково» Алексей Комиссаров, а также заместитель генерального директора Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) Лорен Тома.

Еще одно важное мероприятие прошедшей выставки – экспертная сессия «Клуб инвесторов: потенциал российских регионов, инвестиции в АПК». К дискуссии, посвященной обсуждению ключевых факторов успеха для привлечения инвестиций в аграрный сектор страны, были привлечены представители международного и российского инвестиционного сообщества и эксперты отрасли.

Министр сельского хозяйства РФ Александр Ткачев, выступая на мероприятии, отметил позитивные результаты работы государства по привлечению в отрасль инвестиций. В числе направлений, к которым инвесторы проявляют повышенный интерес, руководитель

Минсельхоза России назвал животноводство, тепличное овощеводство, закладку садов и виноградников.

При поддержке инновационного партнера выставки – Фонда Сколково – главный отраслевой форум страны показал технологический потенциал российского АПК, обеспечив участие в аграрном форуме перспективных стартап-проектов. На стенде, демонстрирующем инновационные разработки резидентов «Сколково», были представлены новейшие инновационные разработки: система мониторинга и диагностики сельскохозяйственных посевов, программа проверки подлинности и безопасности продукции, роботизированная молочная ферма, представитель первого поколения беспилотных тракторов AgroBot и другие.

Конкурсная программа

На агропромышленной выставке «Золотая осень 2016» состоялась торжественная церемония награждения победителей Всероссийского конкурса информационно-просветительских проектов по сельской тематике «Моя земля – Россия».

В этом году на конкурс, который проводится в рамках реализации Федеральной Целевой Программы «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014 – 2017 годы и на период до 2020 года», поступило почти 4000 работ из 78 регионов. Это рекордное количество участников за все время проведения конкурса.

Всего на «Золотой осени 2016» были подведены итоги 19 отраслевых конкурсов. Лучшие предприятия и работники агропромышленного комплекса были отмечены за успехи в производстве высококачественных продуктов питания, за достижения в развитии племенного и товарного животноводства, за создание новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и по другим направлениям.

Ученые ФГБНУ «ВНИИ зернобобовых и крупяных культур» приняли активное участие в составе делегации Орловской области в различных мероприятиях, в том числе и в проведении круглого стола «Актуальные проблемы развития семеноводства, производства зерновых, зернобобовых и крупяных культур для решения вопросов импортозамещения».

Научные и селекционные достижения института были отмечены высокими наградами выставки «Золотая осень 2016». Так, золотой медали и диплома выставки был удостоен сорт чины Славянка.

ВНИИ зернобобовых и крупяных культур «За организацию и проведение аграрного форума «Шатилово», посвященного 120-летию со дня основания Шатиловской сельскохозяйственной опытной станции» был удостоен Золотой медали и диплома выставки.

Бронзовыми медалями и дипломами выставки были отмечены: научная разработка «За селекцию и семеноводство сорта сои Зуша»; «За комплексное информационно-консультационное обеспечение Орловской области».

За издание всероссийского научно-производственного журнала «Зернобобовые и крупяные культуры» ВНИИ зернобобовых и крупяных культур отмечен БЛАГОДАРНОСТЬЮ МСХ РФ.

От души поздравляем коллег института и желаем новых достижений!

THE MAIN AGRO-RUSSIAN FORUM «GOLDEN AUTUMN 2016» SUMS UP

N. G. Hmyzova

УДК 635.656:576.1:631.527

ПОВЫШЕНИЕ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РАСТЕНИЯ – АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА СЕЛЕКЦИИ ГОРОХА

А. Н. ЗЕЛЕНОВ, доктор сельскохозяйственных наук
А. А. ЗЕЛЕНОВ, научный сотрудник
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
E-mail: zelenov-a-a@yandex.ru

Успехи в селекции гороха в XX веке достигнуты благодаря существенным генетическим и морфофизиологическим преобразованиям растения. В геном введены гены короткостебельности, детерминантности, безлисточковости, неосыпаемости семян. Повысилась эффективность донорно-акцепторных отношений и увеличился уборочный индекс, который приблизился к биологически возможному пределу. В то же время снизилась белковость семян и ухудшилась устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам. Возникла необходимость адаптации к глобальным и локальным изменениям климата. Решение названных проблем и дальнейший прогресс в селекции на урожайность семян возможны путём повышения биоэнергетического потенциала растения. Для этой цели предлагается использовать гениточники с изменённой архитектоникой листа и флоральной зоны стебля. Особенность селекции на увеличение биопотенциала заключается в необходимости создания банка гениточников с повышенными параметрами продукционного процесса и проведения селекции на высоком агротехническом уровне в условиях репродуктивной изоляции от мирового ассортимента культурных образцов Pisum sativum L.

Ключевые слова: горох, биопотенциал, морфотип, микроэволюция, селекция, урожайность.

Вклад селекции в повышение урожайности культурных растений оценивается в 30-70 %. Если технология возделывания не обеспечивает реализацию урожайного потенциала сортов, возрастает роль агротехники. Если же, несмотря на благоприятный погодный режим и отвечающую биологическим потребностям культуры технологию возделывания, сорт не реагирует на агроприёмы, на первый план выступают генетические преобразования. Именно такая ситуация складывается в настоящее время в селекции гороха.

Проведёнными в нашем институте исследованиями генетически детерминированный максимум урожайности семян гороха для условий Центральной России определён в 5,5-6,0 т/га с содержанием белка в них 22-23 % (Н.Е. Новикова и др., 1989). В других регионах параметры могут быть иными. Этот рубеж обусловлен биоэнергетическим потенциалом растения, оцениваемым обычно величиной его биомассы, которая за сто лет научной селекции практически не изменилась. Консерватизм биопотенциала определяется высокоинтегрированной системой идиотипа растения «в которой основные адаптивные, включая и хозяйственно ценные, признаки контролируются коадаптивными блоками генов, весьма устойчивыми к мейотической рекомбинации» (А.А. Жученко, 2004).

Постоянство величины биомассы у растений в процессе длительной селекции отмечены также у пшеницы, ячменя, риса, кукурузы и других культур (R.B. Austin et al., 1980; A. Fossati, F.X. Paccaud, 1986; H.K. Jain, 1986; Ch. von Buttlar et al., 1997). Х. Шмальц (1978) обратил внимание на то, что «возделывавшиеся примерно с 1830 г. сорта зерновых культур синтезировали почти столько же веществ, что и наши современные сорта».

По И.И. Шмальгаузену (1946) константность генома осуществляют не столько генные комплексы, определяющие развитие того или иного признака, сколько морфогенетические и «эргонтические» (функциональные) корреляции (регуляторные связи), которые обладают огромными «запасами» прочности. «Нужны очень глубокие сдвиги условий среды и возникновение крупных мутаций, чтобы исторически установившееся формообразование и

обусловившие его морфогенетические корреляции оказались бы сдвинутыми с нормы» (А.А. Парамонов, 1967).

Новейшие исследования по расшифровке геномов растений показали заметное сходство генных блоков генома гороха с геномами не только различных представителей Fabaceae Lindl. (*Medicago truncatula, Lotus japonicus, Cicer arietinum, Glycyne max*), но даже с геномами таких растений как виноград, тополь, папайя (О.Е. Костерин, 2015). Эти сведения подтверждают определяющее значение морфогенетических корреляций в формообразовании.

Прогресс в селекции в XX веке сопровождался значительными морфофизиологическими преобразованиями растения. Современные сорта по сравнению со стародавними характеризуются укороченным, ограниченно растущим и даже детерминантным стеблем, в большинстве случаев усатым типом листа, лучшим развитием элементов продуктивности, более высокой аттрагирующей активностью плодов и семян, эффективной с точки зрения продукционного процесса системой донорно-акцепторных отношений. Культура стала технологичной. В итоге урожайность семян за столетие возросла в 2,5-3 раза, а уборочный индекс (доля семян в общей биомассе растения) стал достигать 65 % и вследствие консерватизма биопотенциала приблизился к биологически возможному пределу. Поэтому «селекция гороха на урожайность семян путём увеличения уборочного индекса и использования семенами элементов питания свои возможности почти исчерпала. В этой связи, дальнейший прогресс представляется наиболее успешным путём увеличения общей биологической продуктивности растений» (Н.Е. Новикова, 2002), точнее путём увеличения его биоэнергетического потенциала.

Некоторые исследователи, ссылаясь на невысокий уровень реализации урожайного потенциала современных сортов в производстве (среднегодовая урожайность гороха в России в 2011-2015 гг. составила 1,64 т/га), постепенное ухудшение качества семян, снижение устойчивости растений к биотическим и абиотическим стрессорам, предлагают вести селекцию не на высокую потенциальную продуктивность, а сосредоточиться на решении стоящих проблем (В.С. Шевелуха, 1993; Э.Д. Неттевич, 2001; И.В. Кондыков, 2008). Однако, как будет показано ниже, и для этого необходимо повысить энергоёмкость растения возделываемых сортов.

Горох относится к высокобелковым культурам, хотя в семенах гладкосемянных образцов преобладает крахмал, содержание которого достигает 50 %. Литературные сведения по накоплению белка в семенах *Pisum sativum L*. различаются в зависимости от репрезентативности изученных образцов, условий выращивания, выбранного показателя (белок, сырой белок, протеин, сырой протеин, переваримый протеин; в англоязычной литературе protein обозначает – белок, а crude protein – сырой протеин) и методов анализа. Наиболее объективны результаты исследования обширных коллекций.

В образцах ВИР содержание сырого протеина (N x 6,25) в семенах варьировало в пределах 18,6-35,7 %, но в районированных сортах накапливалось в среднем 24,3 % (Р.Х. Макашева, 1979). В коллекции гороха Кэмбриджского университета (Великобритания) содержалось от 16 до 33 %, а в возделываемых сортах 22-26 % (D.A. Bond, D.B. Smith, 1988). В Индийском институте аграрных исследований изучали 417 образцов гороха, масса 1000 семян которых колебалась от 46 до 231,5 г. Размах изменчивости по содержанию белка составлял от 21,16 до 39,14 % (K.Kant, B. Sharma, 1981).

В мировой коллекции ВИР высоким содержанием протеина в семенах отличались укосно-кормовые образцы с окрашенными цветками (пелюшки) – до 34,4 %, а в среднем по годам среди высокобелковых форм от 28,6 до 32,9 % (Р.Х. Макашева, 1979). Большинство из них представлены прошедшим только этап народной селекции местными позднеспелыми сортами с мелкими или среднемелкими (масса 1000 семян 80-165 г; образец из Грузии К-2376 – 40-50 г) семенами (Каталог мировой коллекции ВИР, 1973, вып. 120). Но наиболее высокое содержание протеина отмечено в западноевропейских сортах с морщинистыми («мозговыми») семенами – до 34,9 %, в среднем по годам среди высокобелковых сортов от

28,8 до 34,2 % (Р.Х. Макашева, 1979). Но в этом случае следует иметь в виду, что высокое содержание белка у морщинистосемянных форм (овощной горох) обусловлено рецессивным аллелем *r*, который блокирует синтез амилопектина. В результате содержание крахмала в семенах снижается до 22-36 %, и доля белка возрастает чисто статистически. Поэтому морщинистосемянные образцы можно считать высокобелковыми только условно, и интерпретировать их характеристики следует в особом порядке с учётом биохимических особенностей. В наших опытах сбор белка с гектара у высокобелкового (26,7 %) овощного сорта Вега был меньше, чем у низкобелкового (20,1 %) гладкосемянного сорта Орловчанин (А.Н. Зеленов и др., 2014).

Ретроспективный анализ показал, что за период селекции от примитивных форм до лучших современных гладкосемянных сортов накопление белка в семенах гороха уменьшилось на 2-7 % (А.А. Швецов и др., 1992; Н.Е. Новикова, 1996). Н.М. Вербицкий (1992) констатирует, что только за 20 лет (с 1966-1970 гг. по 1986-1990 гг.) в селекционных сортах Донского селекцентра содержание сырого протеина в семенах снизилось в среднем с 26,3 % до 23,7 %.

Эта тенденция обусловлена тем, что решающим показателем при допуске сорта в производство является урожайность. Но между урожайностью и белковостью семян у гороха установлена отрицательная корреляция (Н.М. Вербицкий, 1969; W. Gottschalk, H.P. Muller, 1982; Дж. Смарт, 1986; M.C. Kharkwal et al., 1988; А.В. Амелин, 1991; Н.Е. Новикова, 1992). Одной из причин отрицательной корреляции является увеличение доли зерна в биомассе при неизменившимся фонде азота в растении, при этом на единицу массы семян его стало приходиться на 22-38 % меньше (Н.Е. Новикова, 1996). Значительная часть азота в растения гороха поступает из воздуха благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями, на что расходуется 20-30 % продуктов фотосинтеза (Н.А. Проворов, И.А. Тихонович, 2003). Значит, для увеличения фонда азота в растении следует повысить его биоэнергетический потенциал. Другая причина снижения содержания белка в семенах при увеличении урожайности заключается в том, что на биосинтез единицы массы белка расходуется в два раза больше первичных продуктов ассимиляции, чем на единицу массы крахмала (А.А. Жученко, 2009).

В связи с консерватизмом величины биоэнергетического потенциала современных сортов гороха и зависимостью белковости семян от урожайности сделано заключение о невозможности создания высокоурожайных сортов с высоким содержанием белка (M.L.H. Kaul, 1982). Поэтому селекционер вынужден «разменивать» белок на крахмал. Так постепенно происходит девальвация высокобелковой культуры. Для создания высокоурожайных и одновременно высокобелковых сортов необходимы формы с более высоким биоэнергетическим потенциалом.

Мы никогда не узнаем, сколько белка накапливали семена тех растений *Pisum sativum L.*, которые древний земледелец взял из природы и посеял около своего жилища. Но невозможно представить, чтобы в течение нескольких тысячелетий в отношение гороха действовали иные биологические законы. Поэтому, ориентируясь на белковость местных слабоокультуренных пелюшек, за отправную точку эволюции гороха в культуре с осторожностью можно принять величину 30-35 %. «Расходы» на повышение урожайности современных возделываемых сортов составили около 10 % белка.

Высокая концентрация белка в семенах нужна прежде всего самому растению. В процессе эволюции в семенах Бобовых содержание белка увеличивается: наименьшее отмечено у представителей архаичных цезальпиниевых, наибольшее – у мотыльковых, особенно у «высокоспециализированных и филогенетически молодых прогрессивно эволюционирующих форм родов Hedysarum (до 63 %), Onobrychis, Astragalus» (А.В. Благовещенский, Е.Г. Александрова, 1964). Адаптивное значение повышенной белковости семян заключается в обеспечении материнским растением проростка эндогенной «стартовой» дозой азота в удобоваримой форме. Это даёт молодому растению на первых этапах роста и развития преимущество в борьбе за существование, когда собственная азотфиксация ещё не началась.

Повышение устойчивости растений к болезням, вредителям, экстремальным факторам среды, в конечном счёте, также является проблемой биоэнергетической. «Приспособление к любому конкретному компоненту абиотической и биотической среды требует затрат определённого количества энергии, которая, следовательно, становится недоступной для других процессов адаптации. Причём за большую экологическую устойчивость растениям приходится «расплачиваться» расходованием определённого количества энергии даже в тех случаях, когда их толерантность не реализуется» (А.А. Жученко, 2009).

В условиях глобального и локального изменений климата не только увеличивается непредсказуемость и амплитуда погодных аномалий. Происходит миграция и эволюция вредителей и возбудителей болезней. Возникают новые расы и штаммы, к которым существующие сорта не приспособлены. В связи с этим значение факторов адаптации в селекции возрастает. И на эти цели растение вынуждено расходовать энергию. «Только имея достаточные запасы свободной энергии, аккумулированной в процессе фотосинтеза, культивируемые растения и агросистема могут обеспечить высокую потенциальную продуктивность и экологическую устойчивость, а, следовательно, и высокую урожайность в варьирующих условиях внешней среды» (А.А. Жученко, 2009).

Работа над созданием сорта от момента скрещивания до его освоения в производстве продолжается 12-15 лет. За такой срок трудно прогнозировать видовой и расовый состав наиболее вирулентных патогенов. Некоторые абиотические стрессы порой бывают непредсказуемыми за несколько недель и даже дней. Создавать сорта, устойчивые к каждому из возможных стрессоров расточительно с энергетической точки зрения. В этих условиях в селекции следует ориентироваться на выносливость (толерантность) гетерогенных пластичных сортов (И.М. Молчан, 1996; А.А. Жученко, 2009). Важным фактором является неспецифическая адаптация растений к разным стрессам (Г.В. Удовенко, 1979; Н.Е. Новикова и др., 2011).

Увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере, как одного из факторов глобального изменения климата, для растений с C_3 – фотосинтезом (первичный продукт фотосинтеза с тремя атомами углерода), к которым принадлежит и горох, может сыграть положительную роль в селекции на высокую продуктивность. Прогнозируется, что в этих условиях урожайность культур с C_3 – фотосинтезом увеличится на 20–36 % (В.М. Просунько, 2005). Около 9/10 продолжительности эволюции фотосинтезирующих организмов проходило при содержании CO_2 в воздухе в десять раз превышающим нынешний уровень. C_4 – фотосинтез возник позднее в результате адаптации к низкому содержанию CO_2 в атмосфере, аридности климата и местообитаниям с бедным азотным фоном (P. Apel, 1994). В геномах C_3 – растений в неактивном состоянии должны находиться архаичные гены, функционировавшие в условиях повышенной концентрации углекислого газа. «Harlan (1982) считает, что генетическая основа примитивного состояния того или иного признака в процессе эволюции растений сохраняется и может быть легко восстановлена за счет макромутаций» (А.А. Жученко, 2009).

В МГУ им. М.В. Ломоносова был проведён опыт с двумя сортами озимой пшеницы: стародавней Новоукраинкой и современной для того времени высокоурожайной Мироновской юбилейной. При обычном содержании CO_2 в воздухе (0,02-0,03 %) интенсивность фотосинтеза у обоих сортов была практически одинаковой. Но при концентрации 1,6 % фотосинтез у Мироновской юбилейной шёл в 3-5 раз интенсивнее по сравнению с Новоукраинкой (Б.А. Рубин, 1979). Поэтому в подобных исследованиях по изучению последствий глобального изменения климата следует ориентироваться на самый современный и перспективный селекционный материал.

Связанные с глобальным изменением климата и нередко отмечаемые в Европейской России периоды с температурой воздуха выше 35° С могут вызвать повреждение фотосинтетического аппарата, элиминировать положительный эффект повышенной концентрации CO_2 и негативно отразиться на урожайности. Снижение или даже устранение повреждающего действия высокой температуры возможно путём повышения устойчивости

растений и стабилизации продукционного процесса за счёт селекционного сдвига точки повреждения тканей растений стрессовым фактором; расширения нормы реакции и адаптивности генотипов к высокой температуре; создания и отбора генотипов с высокой репарационной способностью (А.П. Лаханов, А.Н. Зеленов, 1993). Все эти пути требуют обогащения генома гороха генами адаптивности и повышения биоэнергетического потенциала растения.

Определяя стратегию селекции, – повышать или не повышать потенциал продуктивности, – нельзя ориентироваться на среднюю урожайность в производстве. Применяя соответствующую биологическим потребностям культуры высокоточную (прецизионную) технологию возделывания, даже в экстремальных условиях можно практически полностью реализовать урожайный потенциал сорта. Примером могут служить результаты выращивания сорта гороха Фараон в ООО «Дубовицкое» Малоархангельского района Орловской области. Максимальная урожайность этого сорта в государственном испытании составила 5,92 т/га (Ипатовский ГСУ Ставропольского края, 2008 год). В 2015 г. в «Дубовицком» он дал 5,17 т/га. В среднем по Орловской области, где Фараон преобладал в посевах гороха, собрано по 2,54 т/га. В острозасушливом 2010 г. в «Дубовицком» урожайность составила 3,56 т/га, в области – только 0,95 т/га. Такие примеры не единичны. Причины низкой реализации потенциала продуктивности в широких масштабах производства, в основном, следует искать за рамками селекции.

Итак, можно сделать однозначный вывод, что для дальнейшего прогресса в селекции гороха как на высокую урожайность, так и на качество зерна, и на стрессоустойчивость необходимо повышать биоэнергетический потенциал растений. Ведущая роль в этом принадлежит фотосинтезу. Практически по единодушному мнению исследователей (Б.А. Рубин, 1979; А.С. Образцов, 1981; А.Т. Мокроносов, 1983; В.А. Кумаков, 1985; P.Apel, 1994; А.В. Амелин, 2001; 2015; Н.Е. Новикова, 2002 и др.) «селекция культурных растений на высокий фотосинтетический потенциал должна стать неотъемлемой частью долгосрочных селекционных программ, направленных на синтез высокоурожайных культур» (Н. Авратовщукова, 1980).

В возглавляемом лауреатом Нобелевской премии Н. Борлоугом Международном центре по улучшению кукурузы и пшеницы (CIMMYT) предпринимались усилия по созданию высокоурожайных сортов бобовых культур, но они оказались для учёных «крепким орешком» (Е.В. Ковалёв, 1974).

Перспективным для этого направления селекции материалом являются формы гороха с изменённой архитектоникой листа (листовые мутанты) которая контролируется двумя или тремя рецессивными аллелями: гетерофилльная форма хамелеон (*af, uni*^{tac}), рассечённолисточковая (*af, tac*^{A}), дважды непарноперистая с усиками (А-агримут» (*af, tac*^{A}, *tl*), дважды непарноперистая без усиков «В-агримут» (*af, uni*^{tac}, *tl*), многократно непарноперистая (*af, tl*). Первые три формы были впервые получены во ВНИИЗБК.

Во ВНИИЗБК создана также оригинальная детерминантная форма с многоцветковым апикальным соцветием, подобным соцветию люпина – люпиноид, которая обладает повышенными фотосинтетическими показателями (В.Н. Уваров, 1993; Н.Е. Новикова и др., 1999; И.В. Кондыков и др., 2013). Люпиноиды имеют развитую проводящую систему стебля (А.А. Синюшин, С.А. Гостимский, 2008), а одновременное созревание большого числа бобов создаёт предпосылки для формирования высокой аттрагирующей способности. Полученные от скрещивания с люпиноидами линии с обычным расположением бобов показывают повышенную продуктивность.

Формы с изменёнными листьями обладают высоким фотосинтетическим потенциалом, что обусловлено, по-видимому, одновременным функционированием двух или, соответственно, трёх аллелей, которые не только формируют архитектонику листа, но и участвуют в процессе фотосинтеза. Многие линии отличаются повышенным содержанием белка в семенах и незаменимых аминокислот в нём, лучшим развитием корневой системы и более высокой водоудерживающей способностью растений, повышенной симбиотической

деятельностью, высокой активностью антиоксидантных ферментов и другими адаптивными показателями (А.Н. Зеленов и др., 2000; А.Н. Зеленов, 2011; O, Avercheva et al., 2012; А.Н. Зеленов и др., 2013; А.Н. Зеленов и др., 2014; А.В. Амелин, 2015; Г.В. Соболева, А.А. Зеленов, 2016; N.V.S helepina et al., 2016). Большинство образцов накапливали более высокую по сравнению с исходными формами биомассу, но из-за пониженного уборочного индекса далеко не всегда превосходили последние по семенной продуктивности.

Причина состоит в том, что в мутантных формах не сбалансированы все звенья продукционного процесса. Прочность цепи определяется не самым сильным звеном, а самым слабым. Рост и развитие растений с изменённой архитектоникой листа, деятельность корневой системы, транспорт и распределение ассимилятов, вторичный метаболизм, структура элементов продуктивности и аттрагирующая активность запасающих органов должны быть сопряжены с потенциалом фотосинтеза. В связи с этим, в геномах гороха нового поколения следует сформировать регуляторные механизмы и интегрированную систему блоков коадаптированных генов, соответствующие новому, более высокому уровню организации обмена веществ в растении.

Выше уже была отмечена определяющая роль морфогенетических корреляций для стабильности геномов. В наших исследованиях (А.Н. Зеленов и др., 2011) у усатой, детерминантной (*deh*) линии Ус-93-1378 мы наблюдали лавинообразный характер нарастания спонтанного мутирования вследствие последовательного разрушения регуляторных связей в растении.

Сорт Мультик был создан во ВНИИЗБК в результате массового отбора индетерминантных растений из линии Ус-93-1378. В экологическом испытании этого сорта в Чешской республике в условиях длительной дождливой погоды на делянках общей площадью 40 м^2 было выявлено растение с многократно непарноперистыми листьями (Мутант Агритек). При каждом репродуцировании этого мутанта вновь появляется 5,5-8,5 % усатых растений, но по ряду показателей они отличаются от сорта Мультик. Мутация $Uni^{tac} \rightarrow uni^{tac}$ обнаружена при выращивании всего 40 растений мутанта Агритек в зимний период в теплице ВНИИЗБК. Наряду с этими крупными мутациями, наблюдалась большая изменчивость по длине стебля, величине, форме семян, полипептидному спектру запасных белков и некоторым другим признакам.

Исходя из Вавиловского определения селекции как эволюции, направляемой волей человека, проектируемое преобразование генома у форм с изменённой архитектоникой листа с целью повышения биоэнергетического потенциала растения связано с коренной перестройкой всей его организации и представляет микроэволюционный процесс. Стратегия и тактика этого направления селекции (мы обозначили его как ароморфозное – А.Н. Зеленов, 2015) должны отличаться от традиционных методов и опираться на закономерности микроэволюции.

Элементарной структурой, в которой могут происходить эволюционные преобразования, является популяция: «Эволюционируют не особи, а популяции; отбираются не признаки, а их комплексы; контролируются отбором не гены, а генные комплексы» (Н.В. Тимофеев-Ресовский и др., 1969). В нашем случае это совокупность различных по своим биологическим, адаптивным и хозяйственно ценным признакам и свойствам генисточников с изменённой архитектоникой листа. Они создаются, в основном, путём скрещивания листовых мутантов с донорами традиционных морфотипов (листочковых, усатых).

Повышение биоэнергетического потенциала растения, совершенствование регуляторных механизмов и в итоге создание высокоурожайных, высокоадаптированных сортов принципиально нового типа должны происходить внутри вновь сформированной популяции в условиях репродуктивной изоляции от существующих генотипов и на высоком агротехническом уровне. Результаты государственного испытания гетерофилльного сорта Спартак и данные исследований с ним и с линиями рассечённолисточкового морфотипа показали, что свое преимущество эти формы проявляют лишь в условиях, обеспечивающих получение урожая семян не менее 3 т/га (Ю.В. Кузмичёва и др., 2010; А.Н. Зеленов, 2011;

А.Н. Зеленов и др., 2013; В.Д. Штырхунов и др., 2016). Другими словами, *формы гороха с изменённой архитектоникой листа предназначены для агроэкологической ниши с высоким уровнем плодородия*.

Таким образом, потребность в увеличении производства семян гороха, повышения содержания белка в них, усиления адаптивности растений, а также вызванные глобальным и локальным изменениями климата перемены в экологии диктуют необходимость вовлечения в селекцию генисточников с высокими физиологическими показателями продукционного процесса и разработки методов, обеспечивающих повышение биоэнергетического потенциала растения.

Авторы выражают благодарность доктору биологических наук М.А. Вишняковой за просмотр рукописи и сделанные замечания, которые способствовали лучшему обоснованию авторской позиции.

INCREASE OF BIOENERGY POTENTIAL OF PLANT – ACTUAL PROBLEM OF SELECTION OF PEAS

A. N. Zelenov, **A. A. Zelenov**
FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»
E-mail: zelenov-a-a@yandex.ru

Abstract: *Successes in peas selection in the XX-th century are reached thanks to essential genetical and morpho-physiologic transformations of plant. Genes of short stem, determinacy, leaflessness, nonshattering of seeds are introduced into genome. Efficacy of sink-source relations increased and the harvest index increased coming nearer to biologically possible limit. At the same time protein content of seeds and deteriorated resistance to biotic and abiotic stressors decreased. There was a need to adapt to global and local climate changes. The solution of these problems and further progress in selection for seed yield is possible by increasing the energy potential of the plant. For this purpose it is offered to use genetical sources with the variated architectonics of leaf and floral zone of stalk. Feature of selection on biopotential increase consists in necessity of foundation of genetical sources bank with the increased parametres of productional process and carrying out of selection at high agrotechnical level in the conditions of reproductive isolation from world assortment of cultural samples of Pisum sativum L.*

Keywords: Peas, biopotential, morphotype, microevolution, selection, productivity.

УДК 575.162; 575.167; 633.31/.37

МУТАЦИЯ *determinate habit* У ГОРОХА ЯВЛЯЕТСЯ ПОЛУДОМИНАНТНОЙ

А. А. СИНЮШИН, кандидат биологических наук,
Е. А. ВОЛОВИКОВ, О. А. АШ, Г. А. ХАРТИНА
КАФЕДРА ГЕНЕТИКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА
МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА, МОСКВА

Проведен детальный фенотипический анализ различных форм гороха посевного, несущих мутацию determinate habit (deh)*, по сравнению с нормальными формами. Проанализирован характер наследования мутации. Показано, что мутация* deh *является полудоминантной: гибриды первого поколения от скрещиваний* deh × DEH *имеют промежуточный фенотип.*

Ключевые слова: горох посевной, детерминантный тип роста, determinate habit, гибридологический анализ.

Процесс доместикации диких видов растений шел путем закрепления в их генотипе мутаций, менявших особенности развития и метаболизма в выгодную человеку сторону. В селекции гороха посевного (*Pisum sativum* L.) большое значение имеют мутации, которые повышают продуктивность и технологичность создаваемых сортов, их устойчивость к патогенам. Дикие формы гороха представляют собой растения с длинным, слабым и полегающим стеблем, а также растянутым во времени процессом цветения и плодоношения. Большое значение для селекции гороха и многих других культур имело создание сортов с так называемым детерминантным типом роста (ДТР), у которых цветение и созревание плодов происходит за короткое время [1].

У гороха описаны два гена, мутации которых приводят к ДТР. Один из них носит название *DETERMINATE* (*DET*). Мутанты *det* имеют небольшое число (2-5 в зависимости от генотипа) пазушных кистей, и их апикальная меристема полностью превращается в верхушечное соцветие [2]. Этот тип ДТР («московский тип» по терминологии [1]) характерен, например, для овощных сортов Крейсер и Первенец селекции ВНИИССОК (Московская область).

Другой вариант ДТР («самарский тип») связан с мутацией *determinate habit* (*deh*) [1]. У мутантов *deh* происходит преждевременное отмирание апекса, сопровождающееся недоразвитием листьев и/или прилистников в верхней части побега. По мнению И.В. Кондыкова с соавторами [1: 34], редукция апекса «определяется недостатком пластических веществ, вызванным уменьшением площади фотоассимилирующей поверхности в этой зоне растения». В процитированной работе также отмечено, что в определенных условиях подавление развития прилистников не происходит или после закладки нескольких узлов с редуцированными листьями продолжается рост (израстание) без отклонений от нормы.

Противоречивые данные получены в отношении генетического контроля такого типа ДТР. Так, в работе [3] описаны отклонения от расщепления 3:1 (в сторону как дефицита форм *deh*, так и их избытка) в F_2 от скрещивания детерминантных форм с нормальными. Также отмечено появление фенотипического класса растений с ДТР (9,6-36,8 %) уже в F_1. Первое обстоятельство может быть связано с климатическими условиями региона, в котором проводили исследования, а последнее – с неоднородностью использованного материала [А.Н. Зеленов, личное сообщение]. Таким образом, особенности проявления и наследования мутации *deh* требуют дополнительного изучения.

Материал и методика

Сорта, линии и гибриды F_1 и F_2 из коллекции кафедры генетики Биологического факультета МГУ высевали на экспериментальном участке на территории Звенигородской биостанции им. С.Н. Скадовского, там же проводили скрещивания и описание фенотипов. Часть наблюдений выполнена в теплице-боксе Биологического факультета МГУ. Для измерения площади прилистников их отделяли от растений, гербаризировали, сканировали, а затем измеряли площадь на контрастированных изображениях с использованием программы ImageScope M (FEI Electron Optics B.V.). Коэффициент асимметрии прилистников определяли как модуль разности площадей правого и левого прилистника, деленный на сумму этих площадей. Для изучения строения клеток эпидермиса листа наносили на поверхность листа прозрачный лак для ногтей; образовавшуюся пленку аккуратно переносили на сухое предметное стекло и анализировали с использованием светового микроскопа Laboval 4 (Carl Zeiss). Статистическую обработку проводили с использованием программного пакета Statistica 8 (StatSoft).

Для подтверждения генотипа гибридов F_1 использовали ДНК-маркеры на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР). ДНК выделяли из растений F_1 по ранее описанной методике [4]. Определяли генотип каждого растения по двум ядерным маркерам – фрагментам генов эндо-1,4-β-глюканазы *Egl1* (полиморфизм выявляли с использованием эндонуклеазы *Rsa*I) и супероксиддисмутазы *Sodmt* (эндонуклеаза *Ksp*22I). Последовательности праймеров и все параметры ПЦР и рестрикции приведены в работе [4].

Разделение продуктов рестрикции во всех случаях проводили путем электрофореза в 2 %-ном агарозном геле (агароза производства Amresco), окрашенном бромистым этидием.

Результаты и обсуждение

Особенности фенотипа мутантов *deh*

При анализе фенотипа мутантов *deh* (сорта Флагман, Батрак, Немчиновский 50, мутант «Рас-тип») по сравнению с нормальными растениями удалось установить, что для них действительно характерна сильная редукция прилистников (рис. 1). Примерно с середины побега площадь прилистников уменьшена; прилистники выглядят недоразвитыми, с полупрозрачной пластинкой, рано засыхающей по краям. Редукция носит прогрессирующий характер (рис. 2). В условиях теплицы возможно неполное проявление этого признака: часть прилистников (зачастую один из двух в узле) остаются нередуцированными. В ряде случаев после нескольких узлов с аномальными прилистниками рост продолжается с формированием узлов, несущих неизмененные листья.

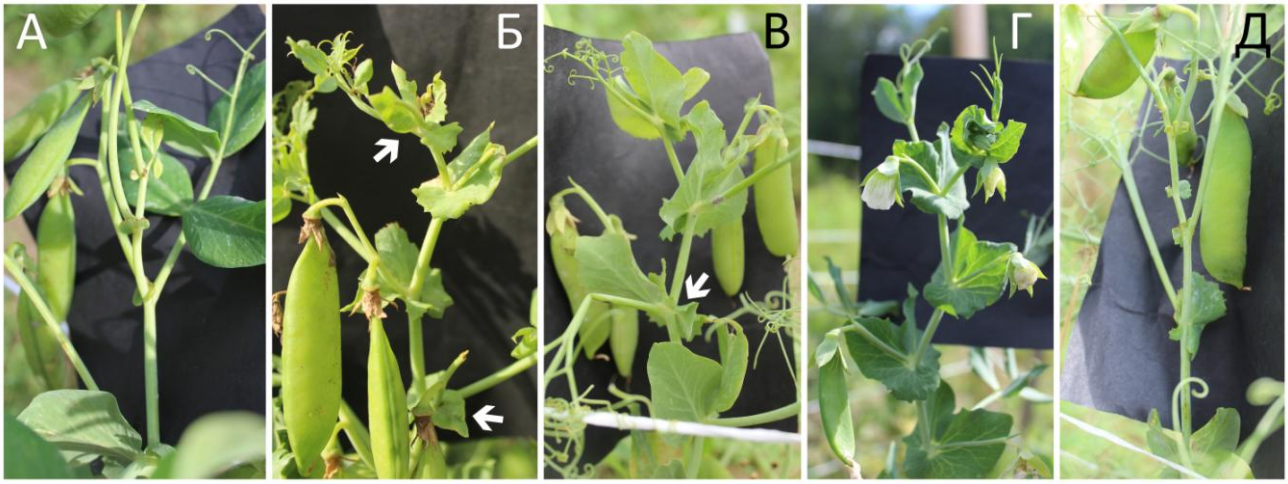


Рис. 1. Фенотипы линий с ДТР и с нормальным ростом. А – Флагман (deh)*; Б – «Рас-тип»* (deh)*; В – гибрид F_1 от скрещивания «Рас-тип» × Аз-23, имеющий асимметричные прилистники (стрелка); Г – Аз-23* (DEH)*; Д – Немчиновский 50* (deh)*. Редуцированные прилистники указаны стрелками*

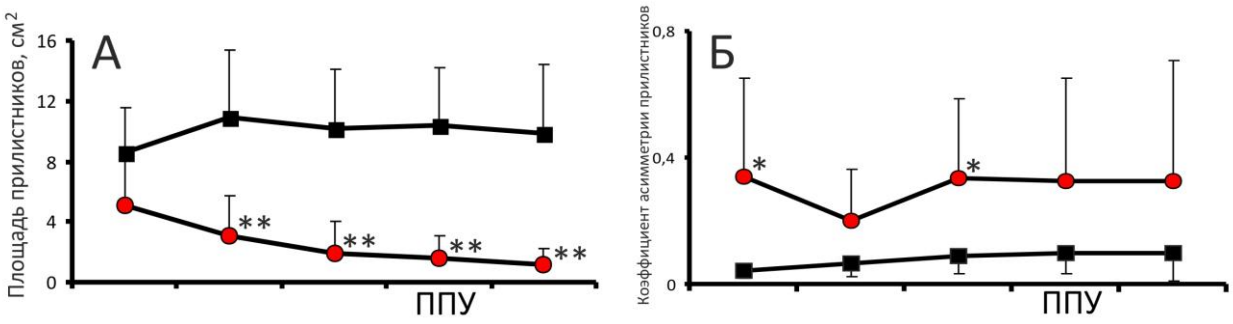


*Рис. 2. Динамика площади (А) и коэффициента асимметрии (Б) прилистников у сорта Флагман («самарский тип» ДТР, показан красным) и линии ДТР («московский тип» ДТР, показан черным), n = 9. Приведены среднее значение, стандартное отклонение и оценки достоверности (критерий Манна-Уитни; *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$). ППУ – первый продуктивный узел*

Была изучена структура клеток эпидермиса прилистников мутанта *deh* (сорт Флагман, проанализированы прилистники нормального размера и с признаками редукции) и растений дикого типа (линия ДТР) (табл. 1). Эпидермальные клетки нормальных растений имеют изменчивую форму с волнообразными стенками (рис. 3А). У растений сорта Флагман на нередуцированных прилистниках клетки в целом нормальны, их размеры достоверно не отличаются от контроля (рис. 3Г). На прилистниках верхних узлов картина иная: клетки мелкие, стенки практически без искривлений (рис. 3Б). В целом эпидермис редуцированных прилистников выглядит недоразвитым. Для сравнения проанализировали особенности эпидермиса прилистников у носителей мутации *st* (сорт Filby), которые также характеризуются редуцированными прилистниками. Эпидермальные клетки на обеих сторонах прилистников крупные, с сильно извитыми стенками (рис. 3В). Очевидно, у мутантов *st* уменьшение размеров прилистников связано с уменьшением числа клеток, а не их размеров и степени дифференцированности.

Таблица 1

Размеры клеток эпидермиса прилистников у линий гороха с нормальными и редуцированными прилистниками (здесь и далее приведены среднее значение ± стандартное отклонение) В – верхняя поверхность, Н – нижняя поверхность, * - достоверные отличия от контроля (критерий Манна-Уитни, $p < 0,01$)

Линия (генотип)	Площадь поверхности, мм^2	
ДТР (*det DEH ST*), контроль	В	0,001636 ± 0,000415
	Н	0,002203 ± 0,000534
Флагман (*DET deh ST*), нередуцированные прилистники	В	0,001597 ± 0,000402
	Н	0,002152 ± 0,000576
Флагман, редуцированные прилистники	В	0,000326 ± 0,000093*
	Н	0,000179 ± 0,000051
Filby (*DET DEH st*)	В	0,003265 ± 0,000712*
	Н	0,003114 ± 0,000504*

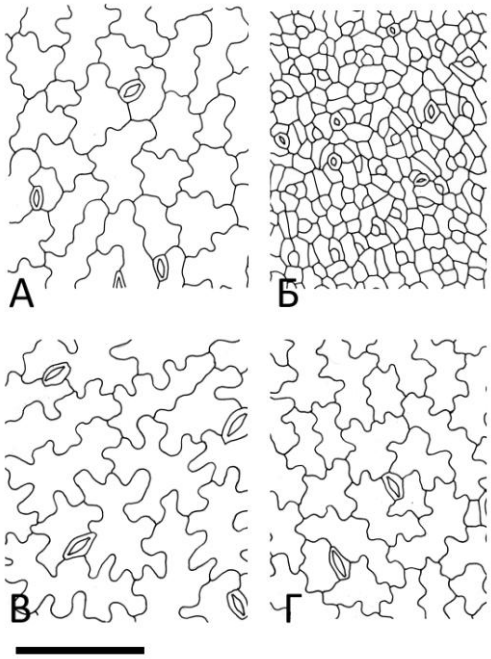


Рис. 3. Строение эпидермиса (прорисовка) на верхней поверхности прилистников у различных линий: А – ДТР (DEH ST)*; Б – Флагман (*deh ST*, редуцированный прилистник); В – Filby* (DEH st)*; Г – Флагман (нередуцированный прилистник).*
Масштабный отрезок – 0,1 мм

Репродуктивная зона мутантов *deh* значительно сокращена (табл. 2). В разные сезоны сорт Флагман (*deh*) имел разное количество развитых пазушных цветоносов. Эти данные хорошо согласуются с уже имеющимися в литературе описаниями, согласно которым фенотип гомозигот по мутации *deh* изменчив и зависит от освещенности и влажности [1]. Основной признак, на который мы в дальнейшем ориентировались при описании гибридов F_1 и F_2, – выраженное угнетение прилистников в верхней части побега.

Нам не удалось обнаружить достоверной связи между суммарной площадью прилистников в репродуктивной зоне и числом продуктивных узлов у сорта Флагман (коэффициент корреляции Спирмена ρ = 0,154; p = 0,555). По нашему мнению, изменение формы прилистников и уменьшение числа продуктивных узлов у мутантов *deh* представляют собой не причину и следствие, а элементы плейотропного проявления одной мутации. Мутанты *st*, также имеющие редуцированные прилистники (но во всех узлах), по числу узлов превосходят формы с генотипом *deh* (табл. 2). Листовые пластинки мутантов *deh* обычно развиты нормально, внося свой вклад в ассимиляцию.

Таблица 2

Число репродуктивных узлов у различных сортов и линий (среднее значение ± стандартное отклонение, в скобках приведен коэффициент вариации)

Линия (год)		Число репродуктивных узлов
deh	Флагман (2007)	3,66 ± 0,91 (24,86 %)
	Флагман (2009)	3,11 ± 0,78 (25,08 %)
	Флагман (2015)	2,71 ± 0,86 (31,73 %)
	Флагман (2016)	3,71 ± 1,45 (39,08 %)
	Батрак (2015)	4,10 ± 0,91 (22,20 %)
	Батрак (2016)	3,92 ± 0,76 (19,39 %)
	«Рас-тип» (2015)	5,00 ± 1,72 (34,40 %)
	«Рас-тип» (2016)	5,17 ± 1,09 (21,08 %)
	Немчиновский 50 (2016)	2,57 ± 1,09 (42,41 %)
DEH	Аз-23 (2015)	9,58 ± 1,64 (17,12 %)
	Аз-23 (2016)	7,84 ± 2,43 (30,99 %)
	Filby (2009)	8,00 ± 1,00 (12,50 %)
	Filby (2015)	6,19 ± 1,33 (21,49 %)
	Filby (2016)	3,84 ± 1,07 (27,86 %)

Гибридологический анализ наследования мутации *deh*

В большинстве выборок F_2, полученных от скрещиваний *deh* × *DEH*, наблюдали значимые отклонения от ожидаемого расщепления 3:1 (табл. 3). Во всех случаях отклонений отмечали избыток форм с ДТР, в одной из комбинаций (Filby × Флагман, 2009 г.) нормальные формы составили меньшую часть потомства. На расщепление, по-видимому, оказывают влияние условия выращивания (одни и те же комбинации в разные годы дают различные соотношения в F_2), генотип родителя без ДТР (разные комбинации в один и тот же сезон отличаются по соотношениям фенотипов), а также неполная пенетрантность и варьирующая экспрессивность признака, отмеченные предыдущими исследователями [1, 3] (также см. ниже).

Таблица 3

Наблюдаемые расщепления по признаку типа роста в F_2 от скрещиваний между формами с ДТР (Флагман и «Рас-тип») и без него

Значения χ^2, превышающие критические ($p < 0,05$), выделены.
Кроме отмеченных, гибриды F_2 получены самоопылением объединенной выборки гибридов F_1 от прямого и обратного скрещивания*

Популяция F_2 (год)	Без ДТР	ДТР	$\chi^2_{3:1}$
«Штамбовый» × Флагман (2005)	29	18	**4,433**
Rosakrone × Флагман (2005)	60	33	**5,452**
«Люпиноид» × Флагман (2006)	93	67	**24,300**
Filby × Флагман (2007)	92	23	1,533
Filby × Флагман (2009)	18	53	**93,338**
Флагман × ДТР (2009)*	65	67	**46,707**
ДТР × Флагман (2009)*	61	43	**14,821**
«Рас-тип» × Узкобобовый (2012)	119	42	0,101
Filby × Флагман (2013)	122	60	**6,161**
Filby × Флагман (2015)	36	35	**22,352**
«Рас-тип» × Аз-23 (2015)	117	30	1,653
«Рас-тип» × «Waxy-1» (2016)	115	38	0,002
Filby × Флагман (2016)	65	33	**3,932**

Характер проявления мутации *deh* у гетерозигот

Для определения того, является мутация *deh* доминантной или рецессивной, описывали популяции F_1 от прямых и обратных скрещиваний Флагман (*deh*) × Filby (*DEH*) и «Рас-тип» (*deh*) × Аз-23 (*DEH*). Чтобы исключить возможность примеси сорта Флагман к гибридам F_1 Флагман × Filby, были использованы ДНК-маркеры на основе ПЦР (рис. 4). Среди проанализированных растений действительно были найдены образцы, соответствующие сорту Флагман, которые были исключены из дальнейшего анализа. В отношении гибридов F_1 «Рас-тип» × Аз-23 подобную проверку не проводили, т.к. листовой фенотип гибридов (усатый лист *af UNI TAC*-A) однозначно позволяет их отличить и от линии «Рас-тип» с рассеченнолисточковым листом (*af UNI* tac^A), и от линии Аз-23 с листовым морфотипом хамелеон (*af* uni^{tac} *TAC*-A).

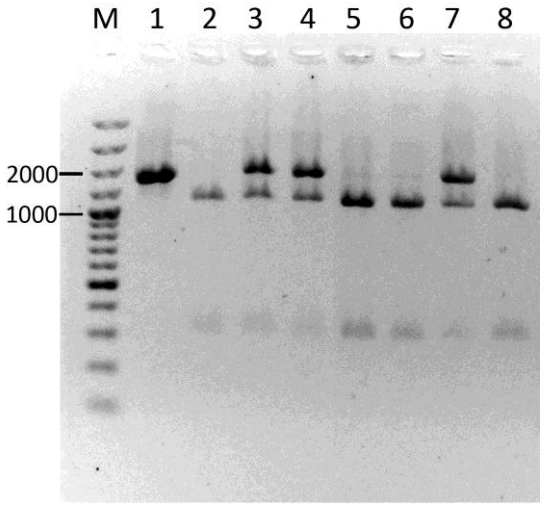


Рис. 4. Установление гибридной природы растений F_1 от скрещивания Флагман × Filby при помощи ДНК-маркера Sodmt*, обработанного эндонуклеазой* Ksp*22I. Электрофорез в 2 % агарозном геле. М – маркер молекулярной массы (слева приведены размеры фрагментов), 1 – Filby, 2 – Флагман, 3-8 – гибридные растения. Образцы 3, 4 и 7 – гетерозиготы (в спектре присутствуют ДНК-фрагменты обоих родителей); образцы 5, 6 и 8 – результат самоопыления сорта Флагман*

Гибриды F_1 от прямого и обратного скрещиваний достоверно не различались по числу продуктивных узлов (рис. 5В-Г). В трех случаях гетерозиготы имели фенотип, промежуточный между родителями; исключение составляет популяция F_1 Флагман × Filby (2015 г., рис. 5 Б). Эти данные свидетельствуют о полудоминантном характере наследования мутации *deh*. Также во всех комбинациях у части (6,3-30,8 %) гибридов F_1 наблюдали редуцированные или асимметричные прилистники (рис. 1В), что согласуется с результатами работы [3] и отчасти объясняет отклонения в расщеплениях, противоречащие гипотезе о рецессивном наследовании мутации *deh* (табл. 3).

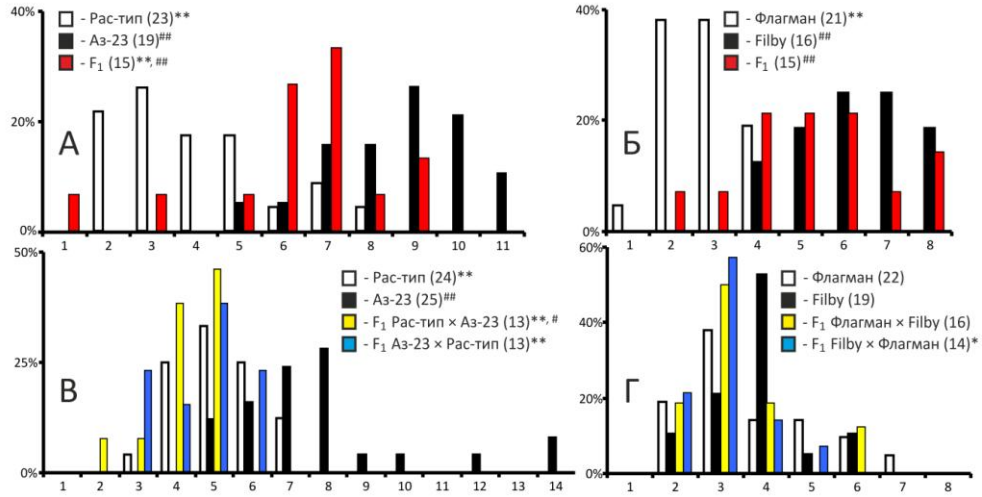


Рис. 5. Распределение гетерозигот DEH deh *по числу продуктивных узлов (ось абсцисс) по сравнению с родительскими формами (ось ординат – частота фенотипического класса). В скобках указано число растений, приведены оценки достоверности (критерий Манна-Уитни) отличий от родителя без ДТР (*, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$) и от родителя с ДТР ($^{\#}$, $p < 0,05$; $^{\#\#}$, $p < 0,01$). А, Б – данные 2015 г., В, Г – данные 2016 г.*

Сходство мутантов *deh* с дикорастущими родичами гороха

Интересно отметить, что подобный мутантам *deh* фенотип – малое число продуктивных узлов и уменьшение площади прилистников – в норме встречается у некоторых представителей рода чина (*Lathyrus*). Таковы виды, ранее относимые к роду сочевичник (*Orobus*): *L. vernus* (L.) Bernh., *L. aureus* (Steven) Bornm., *L. niger* (L.) Bernh. и др. Наши наблюдения за чиной весенней (*L. vernus*) – обычным видом средней полосы России, произрастающим и на территории Звенигородской биостанции МГУ, – показали, что у этого многолетника обычно уже третий надземный узел является продуктивным. Общее число продуктивных узлов невелико (3-6), и налицо уменьшение площади прилистников (рис. 6). Структура гена *DEH* неизвестна, и о его непосредственной роли в эволюции жизненной формы Бобовых говорить преждевременно. Тем не менее, подобное строение соцветия, аномальное для гороха, у некоторых родственных ему видов может быть адаптивно ценным.

Рис. 6. Динамика площади прилистников у Lathyrus vernus *(крайний лист слева соответствует первому продуктивному узлу). Масштабный отрезок – 2 см*

Заключение

По итогам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. *Мутация deh имеет* полудоминантный характер наследования, характеризуется неполной пенетрантностью и варьирующей экспрессивностью.

2. Сокращение числа продуктивных узлов у мутантов *deh* не связано с уменьшением площади прилистников: эти особенности составляют плейотропное проявление мутации.

3. Коэффициент вариации числа продуктивных узлов у мутантов *deh* в большинстве случаев превышает 20 %. Можно ожидать, что селекционная работа с признаком ДТР «самарского типа» будет затруднена, а преимущества использования такого типа роста доступны лишь в узком диапазоне условий.

Авторы благодарят за помощь всех студентов, работавших с мутантами* deh *во время летних практик. Работа частично поддержана РФФИ (грант № 15-04-06374).

Литература

1. Кондыков И.В., Зотиков В.И., Зеленов А.Н., Кондыкова Н.Н., Уваров В.Н. Биология и селекция детерминантных форм гороха. Орел: Картуш, 2006. – 120 с.

2. Makasheva R.K., Drozd A.M. Determinate growth habit (*det*) in peas: isolation, symbolization and linkage // Pisum Newslett. – 1987. – V. 19. – P. 31-32.

3. Бабайцева Т.А. Создание исходного материала для селекции технологичных сортов гороха в условиях Волго-Вятской зоны России: автореф. … канд. с.-х. наук. Киров, 1996. – 20 с.

4. Konovalov F., Toshchakova E., Gostimsky S.A. CAPS marker ser for mapping in linkage group III of pea (*Pisum sativum* L.) // Cell. Mol. Biol. Lett. – 2005. – V. 10. – P. 163-171.

MUTATION *determinate habit* HAS A SEMIDOMINANT MODE OF INHERITANCE IN PEA

A. A. Sinjushin, E. A. Volovikov, O. A. Ash, G. A. Khartina
GENETICS DEPT., BIOLOGICAL FACULTY, M.V. LOMONOSOV MOSCOW STATE

Abstract: *Detailed phenotypic analysis of pea accession marked with mutation* determinate habit (deh) *was carried out in comparison with indeterminate forms. Mode of inheritance of mutation deh was studied. Mutation appeared semidominant, as first filial progeny from crosses* deh × DEH *had an intermediate phenotype.*

Keywords: garden pea, determinate growth, *determinate habit*, hybridological analysis.

УДК 633.358:582.739:581.8

НОВЫЙ СОРТ ГОРОХА КАБАН: МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ПЕРИКАРПИЯ

Е. А. ФАДЕЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук
А. Н. ФАДЕЕВА, кандидат биологических наук
Д. А. КАПРАН[*], студентка
К. Д. ШУРХАЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук
Т. Н. АБРОСИМОВА, научный сотрудник
ФГБНУ «ТАТАРСКИЙ НИИСХ»
[*]ФГБОУ ВПО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Новый сорт гороха Кабан, включенный в Госреестр селекционных достижений РФ, допущенных для возделывания, от других зерновых сортов отличается строением перикарпия. Анатомическими исследованиями установлено отсутствие пергаментного слоя

в эндокарпе. Наличие лигнина отмечено в клетках тяжей только в области брюшного шва и срединной жилки. Отсутствие пергаментного слоя обеспечивает устойчивость бобов к раскрыванию и осыпанию семян.

Ключевые слова: горох посевной, сорт, анатомия бобов, эндокарп, устойчивость к раскрыванию бобов.

Склонность бобов к раскрыванию и, вследствие этого, осыпание семян и потеря значительной части урожая характерно для многих видов Fabaceae. По ряду из них в многочисленных публикациях отражены результаты исследований по выявлению причин этого свойства, поиску регулирующих его анатомических признаков. Значительное число работ посвящено изучению анатомического строения репродуктивных органов, выделению диагностических признаков, выявлению их генотипических различий и возможности селекционного использования по многим зернобобовым культурам [1, 2, 3, 4]. Согласно закону гомологических рядов Н.И. Вавилова, ученые высказывают мнение о возможности проведения параллелизма при изучении данных вопросов у культур с различной степенью филогенетического родства [5].

Перспективы практического решения проблемы раскрывания бобов у гороха посевного *Pisum sativum L.* связываются с использованием в качестве селекционного признака особенностей строения перикарпия. Среди тканей, участвующих в раскрывании плода, особого внимания заслуживает пергаментный слой. Строение пергаментного или твердого слоя находится в тесной связи с типом раскрывания плода. Установлено, что раскрыванию бобов препятствует отсутствие пергаментного слоя в створках и наличие прочного шва. Генетические ресурсы, сохраняемые в мировых коллекциях, представляют интерес для селекционных фирм для использования в программах по решению определенных задач. Признак отсутствия пергаментного слоя в створках бобов практически реализован в селекции овощного гороха при создании сахарных и салатных сортов гороха [6, 7]. Направление селекции на устойчивость к раскрыванию бобов при выведении зернового гороха не получило широкого распространения, но при возделывании культуры, несомненно, устойчивости бобов к раскрыванию придается высокое значение для снижения потерь урожая. Перспективность данного направления в селекции зернового гороха обоснована в Татарском НИИСХ, создан новый генофонд на основе доноров признака. В Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных для возделывания на 2016 год, впервые включен зерновой сорт гороха с беспергаментными бобами – Кабан [8]. Изучение анатомических особенностей формирования плода в онтогенезе представляет интерес для практической селекции гороха.

Условия, материалы и методы

В полевых и лабораторных условиях проведены исследования по выявлению особенностей нового сорта гороха Кабан. Горох высевался на делянках конкурсного изучения на полях Татарского НИИСХ, характеризующихся слабокислым тяжелосуглинистым составом почвы, с содержанием гумуса (по Тюрину) 3,75-3,95 %. Количество подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) варьировало в пределах 290-390 и 136-167 г/кг почвы соответственно.

Для выявления морфологических особенностей сорта, отличимости, однородности и стабильности использовали методику Госсорткомиссии (1995).

Развитие растений, его габитуса, величина биометрических параметров в большей степени зависели от условий внешней среды. В годы исследований (2013-2014 гг.) складывались неблагоприятные погодные условия для гороха. В период вегетации наблюдался острый дефицит влагообеспеченности, гидротермический коэффициент составил, соответственно, 0,60 и 0,58.

Для анатомических исследований по изучению строения перикарпия материал отбирался на разных этапах онтогенеза растений после фиксации (фиксатор Чемберлена) по общепринятой цитологической методике готовили временные и постоянные препараты [9]. На временных препаратах с помощью реактивов и красителей были проведены качественные

реакции для выявления в тканях и клетках крахмала и лигнина и установления их локализации в плодах по мере их развития.

Результаты и обсуждения

Сорт Кабан выведен из гибридной комбинации, полученной при парном скрещивании родителей с различным типом листа и боба. В качестве материнского компонента использован листочковый образец КТ-6269 собственной селекции с лущильными бобами. Донор устойчивости к раскрыванию бобов МС-1Д (к-8853), характеризующийся беспергаментными бобами и усатым типом листа, получен из ВИР имени Н.И. Вавилова.

Сорт Кабан характеризуется четкими различиями морфологических признаков, определяющих его патентоспособность. Часть из них представляет селекционную и хозяйственную ценность.

При ботанической характеристике нового сорта возникли определенные затруднения в связи с отсутствием в классификации гороха посевного (Pisum sativum) более или менее унифицированного подхода к выделению таксонов одного и того же ранга. Данное обстоятельство указывает на актуальность разработок единых подходов к выделению внутривидовых таксонов и определению основополагающих признаков для характеристики сортов нового поколения. По характеру строения боба по классификации Р.Х. Макашевой (1979) сорт Кабан отнесли к группе разновидностей медово-белая – convar. melileucum (Alef.) Makash. Она объединяет белоцветковые формы с беспергаментными бобами или иногда с наличием участков пергамента. По характеру строения поверхности семян (неправильной формы с неровностью семядолей) и крахмальных зерен (простые) сорт также соответствует описанной группе. При определении таксона более низкого ранга учитывали габитус растений и наличие черного рубчика семян. Наиболее приемлемым является отнесение сорта к разновидности медово-белая – *var. melileucum*., включающей высокорослые и среднерослые генотипы. Для более полной характеристики сорта нами позаимствована из convar. sativum подразновидность черносрединная – *subvar. mesomelan (Alef.)Makash.*, характерным признаком которой служит наличие черного рубчика.

Габитус растений сорта Кабан подвержен влиянию внешних условий. В зависимости от погодных условий высота их в годы изучения варьировала в пределах 66-90 см. для сорта характерна высокая облиственность. Листья с двумя, большей частью тремя парами довольно крупных листочков расположены на всех узлах, включая фертильные Широкие прилистники, характеризующиеся средней степенью пятнистости и наличием воскового налета, дополняют фотосинтезирующую поверхность растений. Цветонос с двумя цветками по длине в 1,1-1,2 раза превышает длину междоузлия. Бобы без пергаментного слоя, среднеизогнутые с острой верхушкой и волокном вдоль шва. Среднее число семян в бобе 4-5, максимальное – 8. Семена округлые желтые с сероватым оттенком. Семядоли желтые. Масса 1000 семян колеблется в пределах 202-237 г.

Анатомические исследования показали, что перикарпий боба начинает формироваться из стенки завязи после оплодотворения. Происходит изменение клеток наружной эпидермы, паренхимы и внутренней эпидермы плодолистика, которые приводят к формированию трех слоев: экзокарпия, мезокарпия и эндокарпия. Дифференцировка клеток пергаментного слоя начинается на самых ранних этапах онтогенеза. В отличие от сортов с лущильными бобами, у которых эндокарпий состоит из нескольких рядов лигнифицированных клеток, расположенных под углом к длинной оси плода и выстланных внутри тонкостенным эпидермисом, у сорта Кабан эндокарпий состоит только из клеток эпидермиса. Одревеснений в области эндокарпия обнаружено не было. В конце цветения отмечено отложение лигнина лишь в утолщенных стенках клеток тяжей только в области брюшного шва и срединной жилки. Одревеснели клетки около проводящих пучков, пронизывающих мезокарпий (рис.).

По мере развития перикарпа в паренхимных клетках мезокарпия отмечено образование крахмала. В начале цветения крахмальные зерна мелкие либо они отсутствовали. В фазе полного цветения размеры их существенно увеличились, насчитывалось до 8-30 и более в клетке. При созревании боба большинство крахмальных зерен из паренхимных клеток мезокарпия сосредоточились около проводящих пучков и срединной жилки.

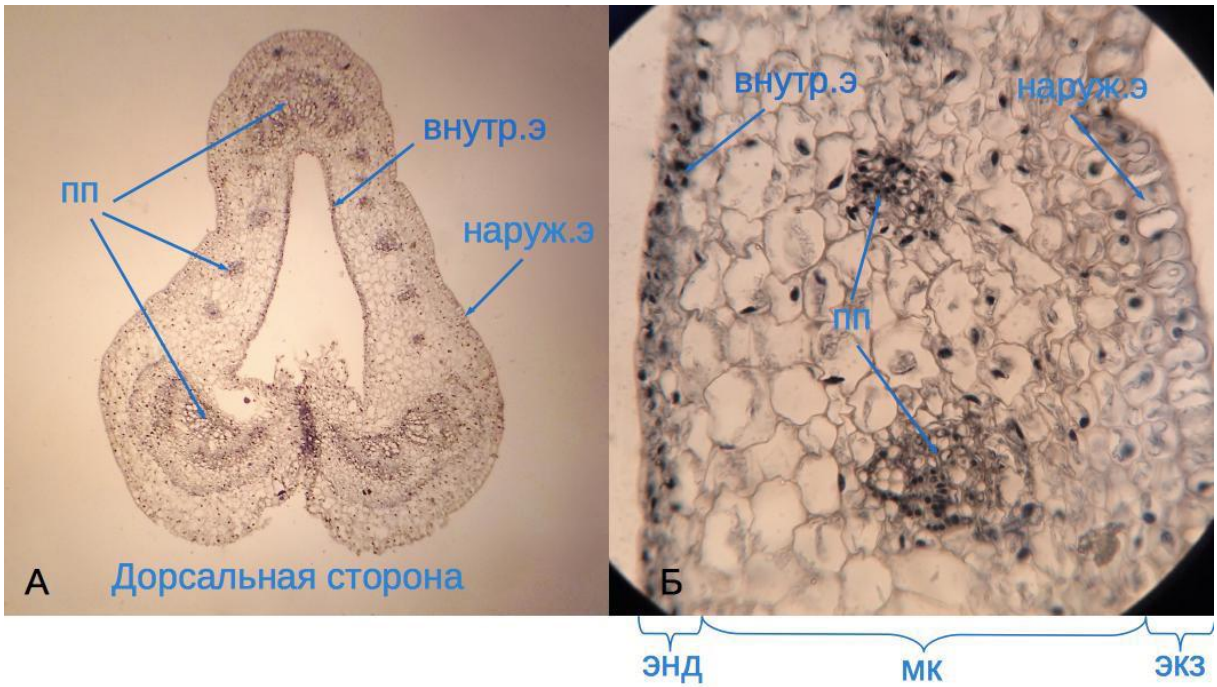


Рис. Поперечный *срез створки боба сорта Кабан в конце цветения: А – общий вид, Б – средняя часть створки. ВНУТР Э – внутренний эпидермис, МК – мезокарпий, НАРУЖ Э – наружный эпидермис, ПП – проводящий пучок, ЭКЗ – экзокарпий, ЭНД – эндокарпий*

Заключение

Из морфологических признаков, характерных для сорта гороха Кабан, главным отличием служит отсутствие пергаментного слоя в створках бобов. По особенностям строения стебля, листа, бобов и семян он отнесен к разновидности медово-белая – *var. melileucum*., подразновидности черносрединная – *subvar. mesomelan (Alef.) Makash.* Отсутствие пергаментного слоя обусловлено особенностями формирования перикарпа, из тканей которого решающее значение принадлежит строению эндокарпа. Анатомические исследования позволяют определить наличие или отсутствие лигнина и одревеснения в эндокарпе в фазе цветения гороха.

Литература

1. Атабекова А. И., Пухальская Н. Ф. Особенности анатомо-морфологического строения бобов у различных сортов фасоли обыкновенной Phaseolus vulgaris (L.) Savi // Сельскохозяйственная биология, 1966. Т.1. № 1. – С. 125-132.

2. Агеева П. А. Создание сортов люпина узколистного с новыми хозяйственно ценными признаками // Тез. докл. конф. «Биологический и экономический потенциал люпина и пути его реализации». Брянск. – 1997. – С. 16-18.

3. Бурляева М. О. Новые подходы к поиску источников устойчивости к растрескиванию бобов у зерновых бобовых культур // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, – 2012. – Т.170. – С. 130-142.

4. Christiansen L.C., Dal Degan F., Ulvskov P., Borkhard B. Examination of the dehiscense zone in soybean pods and isolation of a dehiscense-related endopolygalacturonase gene. – [электронный ресурс]. – Plant and Environment, 2002. – P. 479-490. – URL: htth:onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3040.2002/00839/x/full.

5. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Особенности строения эндокарпической склеренхимы створок и её роль во вскрытии бобов сои (сообщение II) // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень института масличных культур. В. 2. (159-160). – 2014. – С. 47-59.

6. Вишнякова М.А., Булынцев С.В., Бурляева М.О., Буравцева Т.В., Егорова Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В. Исходный материал для селекции овощных бобовых культур в коллекции ВИР // Овощи России. – 2013. – № 1 (18) – С. 16-25.
7. Синюшин А.А. Селекция растений в эпоху факториальной концепции наследственности // Зернобобовые и керупяные культур. – 2015. – № 4. – С. 27-36.
8. Фадеева А.Н., Шурхаева К.Д., Фадеев Е.А., Абросимова Т.Н. Результаты и перспективы селекции гороха на устойчивость к раскрыванию бобов // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 5 – С. 20-22.
9. Характеристика сортов растений, впервые включенных в 2016 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 50 с.
10. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность по гороху. Официальный бюллетень Госсорткомиссии. Вып. 10. – 1995. – С. 705-744.
11. Паушева З.П. Практикум по цитологии. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
12. Макашева Р.Х. Горох. Культурная флора СССР. Зерновые бобовые культуры // Ленинград: Изд-во Колос, 1979. – IV.–Ч. 1. – 250 с.

NEW PEA VARIETIES KABAN: MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS, THE STRUCTURAL FEATURES OF PERICARP

E. A. Fadeev, A. N. Fadeeva, D. A. Kapran*, K. D. Shurchaeva, T. N. Abrosimova
FGBNU «TATAR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»
* FGBOU VPO «ST.-PETERSBURG STATE UNIVERSITY»

Abstract: *New pea varieties Kaban from other varieties is different structure of the pericarp. Anatomic researches have established lack of a pergament layer in endocarp and the presence of a relatively thin mesocarp. The presence of lignin in the bands observed only in the cells of the abdominal seam and midrib. Lack of parchment layer provides resistance pods of dehiscence and shattering seeds.*

Keywords: Pisum sativum, variety, anatomy of pods, endocarp, resistance to shattering pods.

УДК 635.656:581.143.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ N6 В КУЛЬТУРЕ *IN VITRO* ИЗОЛИРОВАННЫХ ПЫЛЬНИКОВ ГОРОХА

С. В. БОБКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
E-mail: svbobkov@gmail.com

Проведено изучение каллусогенеза и регенерационого процесса в культуре изолированных пыльников гороха с использованием различных модификаций питательной среды N6. Инициированы разбухшие изнутри пыльники, зеленые морфогенные каллусы и получены растения-регенеранты. Создан оригинальный вариант питательной среды N6, обеспечивающий высокую эффективность регенерационного процесса.

Ключевые слова: горох, сорт, гибрид, питательная среда, пыльник, микроспора, каллусогенез, регенерация, спорофитное развитие, гаплоид.

В настоящее время в мировой науке отсутствуют надежные методы получения дигаплоидов гороха, которые можно применить в селекционном процессе [1, 2]. Научные исследования с целью получения гаплоидных растений проводятся преимущественно с использованием культуры *in vitro* изолированных пыльников и микроспор. Несмотря на то, что микроспоры гороха являются клетками, трудно поддающимися репрограммированию на спорофитный путь развития, в научной литературе есть данные о получении в культуре пыльников небольшого числа эмбриоидов и побегов-регенерантов [3]. В культуре изолированных микроспор были инициированы многоядерные синктиумы с интактной экзиной [4] и получено небольшое число растений-регенерантов, которые были слабыми и не

выдерживали адаптацию к условиям почвенной культуры тепличного бокса [1]. Положительные результаты получены в опытах с использованием для репрограммирования микроспор последовательной обработки бутонов холодом (+4°С) и культур изолированных пыльников высокими температурами (+35°С и +38°С) [5]. Интересные данные получены при разработке важного элемента технологии получения гаплоидов гороха – стимулированию регенерационного процесса. Эмбриогенные каллусы, инициированные на среде в присутствии 2,4-Д регенерировали растения по пути морфогенеза побегов на средах в присутствии БАП и НУК [2]. Растения-регенеранты культуры пыльников имеют преимущественное происхождение из соматических клеток [6].

На современном этапе исследования андрогенеза у гороха основное внимание уделяется использованию классических стрессовых воздействий (тепло, холод, осмотический шок) и поиску новых (сонификация, электропорация) для репрограммирования микроспор на спорофитный (эмбриогенный) путь развития. Особое внимание уделяют разработке состава питательных сред, поддерживающих ранние этапы эмбриогенеза микроспор [2]. В опытах по инициированию андрогенеза в культурах изолированных пыльников и микроспор гороха, как правило, используют ограниченный набор питательных сред - MSB, NLN, KM [7]. Для получения гаплоидных растений из микроспор злаковых культур наиболее эффективна среда N6 [8]. Эта среда была специально создана для поддержания спорофитного развития микроспор. Поэтому использование среды N6 в опытах по получению гаплоидных растений гороха является перспективным направлением исследований.

Цель настоящего исследования состояла в оценке потенциала питательной среды N6 для инициации морфогенного каллусогенеза и поддержания регенерационного процесса в культуре изолированных пыльников гороха.

Материал и методика

В опытах использовали пыльники гороха, взятые с растений сорта Орловчанин и гибридов F_2 К-23-00 (ЛУ-203-94 × Tristar). Растения-доноры пыльников выращивали в тепличном боксе.

Для культивирования изолированных пыльников использовали 4 питательных среды Np4, Np41, Np5 и Np51, взяв за основу среду N6 [8] (табл. 1). Нераскрывшиеся бутоны гороха стерилизовали в течение 10 минут в 0,5 % растворе хлоргексидинглюконата натрия. На поверхность питательных сред высаживали изолированные пыльники на одноядерной стадии развития. Всего было высажено 480 пыльников, из их 270 сорта Орловчанин и 210 гибрида К-23-00.

Таблица 1

Питательные среды, используемые в эксперименте

Среда	Состав
Каллусогенные среды	
Np4	N6 с 40 г/л сахарозы, 500 мг/л глутамина, 500 мг/л мио-инозитола, 2 мг/л НУК, 2 мг/л БАП, 6 г/л агара
Np41	N6 с 40 г/л сахарозы, 500 мг/л глутамина, 500 мг/л мио-инозитола, 2 мг/л НУК, 2 мг/л БАП, 0,1 мг/л 2,4-Д, 6 г/л агара
Np5	N6 с 40 г/л сахарозы, 500 мг/л глутамина, 500 мг/л мио-инозитола, 0,2 мг/л НУК, 0,2 мг/л БАП, 6 г/л агара
Np51	N6 с 40 г/л сахарозы, 500 мг/л глутамина, 500 мг/л мио-инозитола, 0,2 мг/л НУК, 0,2 мг/л БАП, 0,1 мг/л 2,4-Д, 6 г/л агара
Регенерационные среды	
R1	MSB с 40 г/л сахарозы, 4 мг/л БАП, 1 мг/л НУК, 6 г/л агара
MSB0	MSB с 30 г/л сахарозы, 5 мг/л БАП, 0,2 мг/л НУК, 6 г/л агара
MSB1	MSB с 40 г/л сахарозы, 5 мг/л БАП, 0,2 мг/л НУК, 6 г/л агара
MSB2	MSB с 40 г/л сахарозы, 4 мг/л БАП, 1 мг/л НУК, 5 мг/л аденина, 6 г/л агара
MSB3	MSB с 40 г/л сахарозы, 4 мг/л БАП, 0,5 мг/л НУК, 10 мг/л аденина, 6 г/л агара
XN	N6 с 40 г/л сахарозы, 4 мг/л БАП, 1 мг/л НУК, 5 мг/л аденина, 6 г/л агара

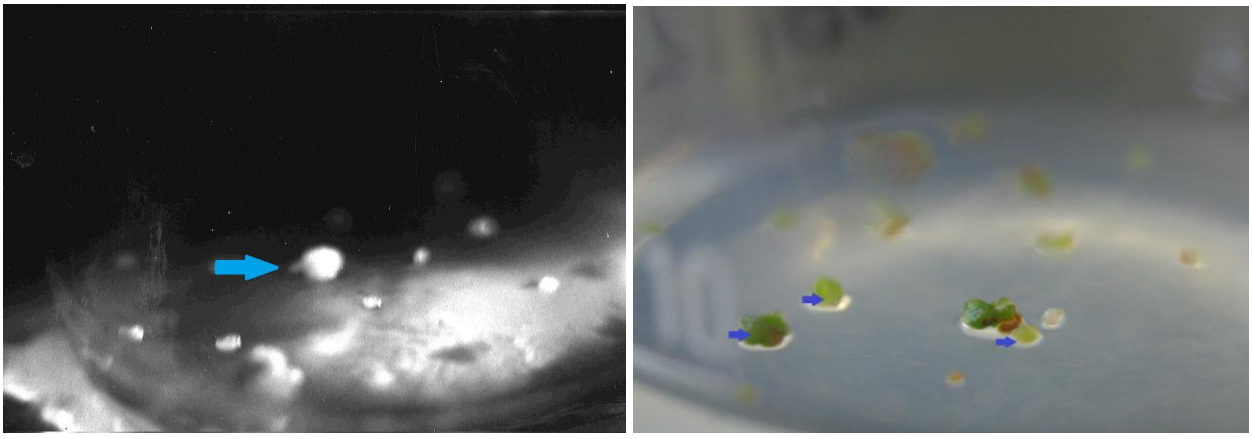
Исследование эффективности регенерационного процесса проводили с использованием 4 питательных сред, основанных на протоколе среды MSB, включая контрольный вариант MSB0 [9], а также питательной среды XN с основой N6 [8] (табл. 1).

Зеленые микрокаллусы, инициированные в культуре пыльников гибрида К-23-00, были первоначально помещены на среду R1. После инициации регенерационного процесса, основанного на сочетании морфогенеза побегов и пролиферации недифференцированной ткани (рис. 1), части регенерирующих каллусных тканей клона № 1 переносили на среды MSB0, MSB1, MSB2, MSB3, XN (табл. 1). Эффективность регенерационного процесса оценивали по числу побегов с длиной как больше, так и меньше 1,5 см. Подсчет числа побегов-регенерантов проводили во время пересадок на свежие среды. По каждому варианту среды проводили не менее 6 пересадок через 4 недели культивирования тканей *in vitro*.

Изолированные пыльники и регенерирующие каллусные ткани гороха культивировали при 16 часовом световом дне и температуре 25°С. Для анализа полученных данных использовали однофакторный дисперсионный анализ.

Результаты и обсуждение

На агаризованных питательных средах, созданных на основе протокола среды N6, большая часть изолированных пыльников гороха приобретала темную окраску и в дальнейшем не проявляла пролиферативной активности. Однако в условиях среды Np41 (и ряда других каллусогенных сред N6) отмечено появление разбухших изнутри пыльников (рис. 1 а), что указывало на эмбриогенную активность микроспор [10]. Подобное явление ранее не наблюдалось на среде MSB и других питательных средах [2, 6]. В культуре изолированных пыльников гороха на всех вариантах каллусогенной среды N6 происходило формирование полупрозрачных неморфогенных и зеленых с морфогенным потенциалом каллусов (рис. 1 б).



а б

Рис. 1. Культура изолированных пыльников гороха на питательной среде Np41: а) набухший изнутри пыльник гороха (показано стрелкой); б) зеленые каллусы с морфогенным потенциалом (показаны стрелками)

Средняя частота формирования зеленых каллусов составила 3,8 % (табл. 2). Наибольшей эффективностью (5 %) каллусогенеза отличалась среда Np41. При этом у сорта Орловчанин из 60 высаженных пыльников не образовалось ни одного зеленого каллуса. Однако среди пыльников гибрида К-23-00 частота формирования зеленых каллусов составила 10 %. Значительное варьирование между генотипами частоты формирования зеленых каллусов также наблюдалось на среде Np51 (1,7 % у сорта Орловчанин и 6,7 % у гибрида К-23-00). Сильное варьирование по эффективности каллусогенеза наблюдалось на средах (Np41, Np51) с присутствием регулятора роста 2,4-Д.

Таблица 2

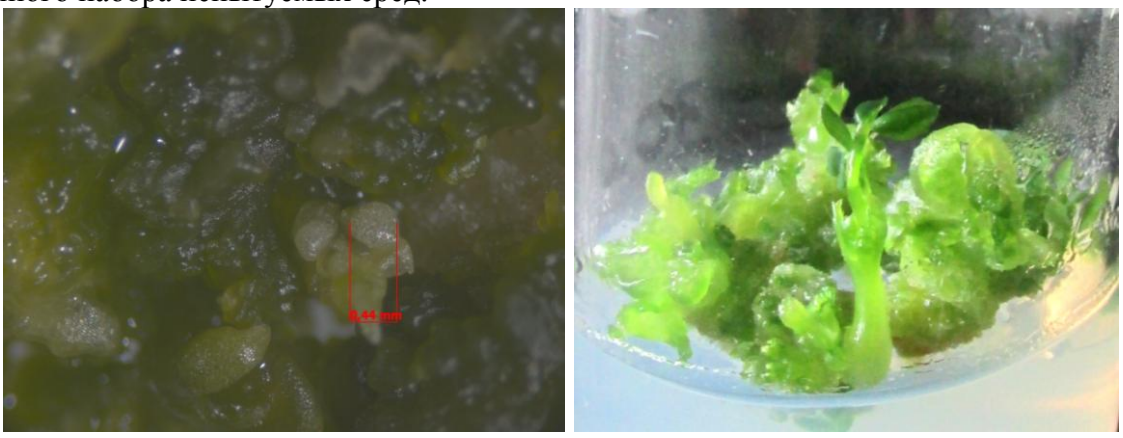
Эффективность формирования зеленых каллусов в культуре изолированных пыльников гороха.

Среда	Сорт, гибрид		Среднее значение
	Орловчанин	К-23-00	
Np4	30 (3,3*)	90 (2,2)	2,8
Np41	60 (0)	60 (10)	5
Np5	60 (3,3)	30 (3,3)	3,3
Np51	120 (1,7)	30 (6,7)	4.2

* число изолированных пыльников (% зеленых каллусов)

Зеленые каллусы 3-5 мм (рис. 1 б), сформированные на среде Np1 и других каллусогенных средах, переносили на среду R1. В условиях этой среды в пролиферирующей каллусной ткани начинал функционировать процесс морфогенеза побегов, выражающийся в формировании зачатков побегов (рис. 2 а). Следует отметить, что регенерация побегов на среде R1 с сочетанием процессов пролиферации недифференцированной ткани и морфогенеза побегов продолжалась в течение длительного периода времени. Морфогенез побегов на среде R1 в каллусных тканях, инициированных на средах N6, свидетельствовал о хорошей совместимости указанных питательных сред.

Части тканей клона № 1 гибрида К-23-00 с регенерирующими побегами для исследования эффективности регенерационного процесса со среды R1 переносили на среды MSB0 (контроль), MSB1, MSB2, MSB3, XN (табл. 1). MSB0 (MS с витаминами среды B5) представляла среду, созданную Мирославом Григой с коллегами для микроразмножения гороха [9]. Увеличение концентрации сахарозы в среде MSB1 до 40 г/л в сравнении со средой MSB0 приводило к существенному уменьшению общего числа побегов, а также побегов с длиной больше и меньше 1,5 см (табл. 2). Добавление в среду MSB2 5 мг/л аденина на фоне уменьшенной концентрации БАП (4 мг/л) и увеличенной НУК (1 мг/л) не приводило к существенному увеличению числа побегов-регенерантов. Дальнейшее увеличение содержание аденина в среде MSB3 приводило к формированию многочисленных коротких побегов с длиной стебля до 3 мм и расширенным основанием в форме луковицы. Замена основы (соли, витамины) среды MSB2 на соответствующие компоненты N6 с сохранением уровня БАП, НУК, и аденина приводило к существенному увеличению числа побегов-регенерантов на среде XN в сравнении с контролем (табл. 3). По общему числу побегов, а также по числу побегов с длиной больше и меньше 1,5 см среда XN оказалась лучшей среди указанного набора испытуемых сред.



а б

Рис. 2. Регенерационный процесс в морфогенных каллусных тканях на питательной среде R1: а) пролиферирующая ткань с зачатками побегов, б) побеги-регенеранты

Таблица 3

Эффективность морфогенеза в каллусной культуре клона №1 гибрида F_2 К-23-00 (ЛУ-203-94 × Tristar)

Среда	Число побегов в одном стаканчике	Число побегов с длиной стебля	
		< 1,5 см	>1,5 см
MSB0 (контроль)	10,3	9,3	1,0
MSB1	6,3*	5,3*	1,0
MSB2	8,6	7,4	1,2
MSB3	Многочисленные побеги с длиной стебля до 3 мм и расширенным основанием в форме луковицы		
XN	16,0*	12,9*	3,1*
$НСР_{05}$	3,9	3,4	1,8

* обозначены статистически значимые различия между вариантами сред

Таким образом, различные модификации питательной среды N6 проявляли выраженную каллусогенную активность в культуре изолированных пыльников гороха, а также обеспечивали высокую эффективность регенерации побегов в течение длительного периода времени. Впервые в культуре изолированных пыльников гороха в условиях питательной среды Np41 зафиксировано появление разбухших изнутри пыльников, что свидетельствовало о возможном формировании эмбриоидов из микроспор.

Заключение

Проведено изучение каллусогенных и регенерационных питательных сред, созданных на основе протокола среды N6, в культуре изолированных пыльников гороха. Формирование зеленых морфогенных каллусов происходило на всех каллусогенных средах. На питательной среде Np41 (модификация среды N6) впервые зафиксировано появление разбухших изнутри пыльников, что свидетельствовало о возможном формировании эмбриоидов из микроспор. Среда N6 оказалась лучшей базовой основой среди исследованного набора сред по эффективности регенерационного процесса.

Автор выражают благодарность В.Н. Уварову за любезно предоставленный селекционный материал.

Литература

1. Ochatt S., Pech C., Grewal R., Coreux C., Lulsdorf M., Jacas L. Abiotic stress enhances androgenesis from isolated microspores of some legume species (*Fabaceae*) // Journal of plant physiology. - 2009. - V. 166. - P. 1314-1328.

2. Bobkov S. Obtaining calli and regenerated plants in anther cultures of pea // Czech journal of genetics and plant breeding. – 2014. – V. 50 (2). – P. 123-129.

3.Sidhu R., Davies P. Pea anther culture: callus initiation and production of haploid plants // Proceedings of the Australian Branch of the IAPT&B, Perth, Western Australia, 21-24th September, 2005. - P.180-186.

4.Croser J., Lulsdorf M., Davies P., Wilson J., Sidhu P., Grewal R., Allen K., Dament T., Warkentin T., Vandenberg A., Siddique K. Haploid embryogenesis from chickpea & field pea – progress towards a routine protocol // «Contributing to a Sustainable Future» I.J. Bennett, E. Bunn, H. Clarke, J.A. McComb (Eds.). Proceedings of the Australian Branch of the IAPTC&B, Perth, Western Australia, 21-24th September, 2005. – P. 71-82.

5.Бобков С.В. Эмбриоиды и растения-регенеранты в культуре изолированных пыльников гороха (*Pisum sativum* L.) // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2012. - № 4. - С. 74-83.

6.Бобков С.В. Культура изолированных пыльников гороха // Доклады РАСХН. - 2010. - № 6. - С. 19-21.

7.Бобков С.В. Репрограммирование изолированных микроспор гороха на эмбриогенный путь развития // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2013. - № 5. - С. 5-10.

8.Chu C. The N6 medium and its applications to anther culture cereal crops // Proceedings of Symposium on plant tissue culture. – Peking: Science press, 1980. –P. 43-50.

9.Criga M., Tejklova E., Novak F.J., Kubalakova M. In vitro clonal propagation of Pisum sativum L. // Plant tissue organ culture. - 1986. - V. 6. – P. 95-104.

10.Бобков С.В., Уваров В.Н. Каллусогенез и регенерация растений в культуре пыльников гороха // Достижения науки и техники АПК. - 2004. - № 2. - С.2-3.

APPLICATION OF N6-BASED NUTRIENT MEDIA IN CULTURE OF PEA ISOLATED ANTHERS

S. V. Bobkov
FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

***Abstract**: Application of N6-based nutrient media in culture of pea isolated anthers was studied. On this media swollen anthers, green morphogenic calli and regenerated plant were produced. Original variant of N6-based medium with high efficiency maintained plant regeneration for a long time.*

Keywords: pea, variety, hybrid, nutrient medium, anther, microspore, callogenesis, regeneration, sporophytic development, haploid.

УДК.635.656:631.584:631.527

ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ ДИМОРФНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ СОРТОВ ГОРОХА

А. А. ЗЕЛЕНОВ, научный сотрудник,
А. Н. ЗЕЛЕНОВ, Н. Е. НОВИКОВА*, доктора сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
*ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н. В. ПАРАХИНА»
E-mail: Zelenov-a-a@yandex.ru

Одновидовые сортосмеси на зерно в большей степени чем монокультура утилизируют солнечную энергию. В лучших вариантах урожайность семян в смешанных посевах почти на 20 % превышает монопосев. Целесообразно создавать специальные гетероморфные синтетические сорта, и весь селекционный процесс осуществлять в условиях смешанного агроценоза, компонентами которых могут быть усатые, рассечённолисточковые, многократно непарноперистые формы гороха. Сформулированы принципиальные особенности фитоценотической селекции сортов-синтетиков и предложены методы её проведения.

Ключевые слова: горох, смешанные посевы, селекция, морфотипы, синтетические сорта, урожайность, монопосев.

Лауреат Нобелевской премии Н. Борлоуг (2001) очередным этапом зелёной революции определил теорию и практику смешанных посевов. Мысль о преимуществах возделывания многовидовых сообществ растений была высказана ещё Ч. Дарвиным. «Чем разнообразнее население [ценоза], тем оно может быть многочисленнее. Это подтверждает статистика любого клочка луга, любой пришлой флоры, завоёвывающей себе новые места в природе» (К.А. Тимирязев, 1910).

Экспериментальное доказательство целесообразности использования поликультур в 1929-1934 гг. выполнил советский биолог Г.Ф. Гаузе на двух видах простейших – Paramecium bursaria u Paramecium caudatum, экологические ниши которых частично перекрываются. В пробирке, где сосуществовали оба вида, их суммарная численность была выше, чем численность каждого из видов при одиночном содержании. Благодаря этим опытам позднее был сделан вывод о том, что «*монокультура экологически наименее эффективный способ наращивания биомассы, иными словами, монокультура – наименее эффективный способ ведения сельского хозяйства*» (Н.В. Воронцов, 1999). Под

монокультурой в данном случае понимается выращивание одного вида (сорта) сельскохозяйственного растения в чистом виде на одном месте.

Многовидовые смеси для использования вегетативной массы на корм известны давно и широко возделываются во всём мире. Поликультуры на зерно распространены гораздо реже. До создания неполегающих сортов горох на зерно нередко выращивали в смеси с овсом, ячменём, горчицей. В определённых условиях и для современных сортов технологичные горохово-злаковые агроценозы на зерно могут быть предпочтительнее монопосевов (Г.А. Дебелый, 2009).

В мировом разнообразии генетических ресурсов известны формы гороха с изменённой архитектоникой листа, которые, благодаря ряду высоких физиологических показателей продукционного процесса, адаптивным свойствам, качественным характеристикам зерна и некоторым другим признакам, представляют перспективный генетический материал для селекции. Некоторые из этих форм выявлены во ВНИИЗБК (А.Н. Зеленов и др., 2014). Наряду с достоинствами нетрадиционных листовых морфотипов их общим недостатком является полегаемость стебля. Лишь у гетерофилльной формы хамелеон созданы линии и даже районированный сорт Спартак устойчивые к полеганию.

Возделывание гороха в смеси со злаковыми или другими видами создаёт определённые трудности. Например, практически невозможно подобрать гербициды одинаково толерантные ко всем компонентам агроценоза. Они могут по-разному реагировать на погодные условия, что приведёт к несовпадению сроков созревания и усложнит уборку. Дополнительные трудовые затраты требуются при разделении выращенного урожая.

В этом отношении предпочтительнее возделывание смесей из двух или более сортов одной культуры. Известны примеры эффективного использования одновидовых сортосмесей пшеницы, риса, хлопчатника, льна, гибридов кукурузы и других культур [1]. Установлена целесообразность совместного выращивания неустойчивых к полеганию линий рассечённолисточкового и многократно непарноперистого морфотипов гороха с устойчивым усатым сортом Батрак. Смешанные посевы отличались технологичностью и во многих случаях большей продуктивностью. Наибольшее превышение урожая семян в диморфном агроценозе с многократно непарноперистой линией Пап-485/4 над сортом Батрак в среднем за два года (2005 и 2006) составило 0,39 т/га, или 15,6 % [2].

Результаты многолетних (2012-2015) исследований диморфных двухкомпонентных агроценозов, в которых опорными компонентами были усатые сорта гороха Батрак, Софья, Фараон или гетерофилльная (хамелеон) линия Яг-06-83, а поддерживаемыми – пять линий рассечённолисточкового морфотипа Рас-665/7, Рас-678/7, Рас-1070/8, Рас-1098/8, Рас-828/9, показали, что в данном случае понятие «сортосмесь» справедливо только во время смешивания семян. С момента их прорастания в растительном сообществе формируется агроэкологическая ниша, отличающаяся от ниш каждого из компонентов в монопосеве. Компоненты оказывают друг на друга влияние, и синтезированная популяция функционирует как единое целое.

Особенности микроклимата в смешанных посевах изучены, в основном, для возделываемых на корм многовидовых агроценозов [3]. Температура воздуха и почвы в них колеблется в меньших пределах по сравнению с одновидовыми посевами. При этом повышается относительная влажность воздуха. Интенсивность транспирации изменяется разнонаправленно. У гороха она возрастает. Запас влаги в метровом слое почвы в смешанных посевах ниже, чем в чистых посевах. Световой режим зависит от состава компонентов смесей: высокорослые широколистные виды затеняют короткостебельные формы. В смешанных посевах отмечена меньшая повреждаемость растений вредителями и болезнями. Во всех случаях в смешанных популяциях растения лучше утилизируют солнечную энергию, чем в монопосеве.

В наших опытах с диморфными агроценозами гороха на зерно [2, 4, 5] отмечено повышение устойчивости растений к полеганию в смешанных посевах. Солнечный свет в них проникает глубже, чем в монопосеве рассечённолисточковых линий, и освещённость на

уровне первого продуктивного узла выше. Лучшие условия светового режима и увеличение устойчивости к полеганию способствовали формированию более действенного фотосинтетического аппарата. Площадь листовой поверхности у рассечённолисточковых линий возросла в 1,1-2,1 раза. Увеличились чистая продуктивность фотосинтеза и фотосинтетический потенциал. Для растений Батрака световой режим в смешанном посеве изменился в худшую сторону. Поэтому площадь листовой поверхности у них уменьшилась в 1,6-2,0 раза. Ухудшились и показатели чистой продуктивности фотосинтеза, снизился фотосинтетический потенциал.

В смешанных посевах наблюдался «эффект прокрустова ложа»: растения низкорослого компонента вытягивались, высокорослого становились короче. Первое объясняется увеличением длины стебля при затенении высокорослым партнёром. Второе – лучшей освещённостью высокорослых растений при фактически изреженном для них стеблестое. Установлена чёткая взаимосвязь подавления роста стебля гороха под действием высокой интенсивности света и накопления ингибитора растяжения клеток – кверцетин-гликозил-п-кумарата. При этом изменяются размеры листа, увеличивается его удельная плотность и интенсивность фотосинтеза [6].

Продолжительность вегетационного периода у компонентов смешанного агроценоза также претерпевает изменение по сравнению с монопосевом. У Батрака в диморфном агроценозе она сокращалась на 0,5-1,5 суток, у рассечённолисточковых линий, наоборот, увеличивалась на 0,5-1,5 суток.

По массе корней растения рассечённолисточковых линий в среднем за два года (2014, 2015) превзошли сорт Батрак на 10-38 %, а по объёму – на 14-23 % [7]. Это свидетельствует о более высоком потенциале поглощения веществ корневой системой растений рассечённолисточкового морфотипа и о различном её расположении в почвенном горизонте относительно сорта Батрак.

Интегральным критерием эффективности возделывания диморфных агроценозов является урожайность. В опытах 2005-2006 гг., как уже было отмечено выше, максимальная прибавка в лучшем варианте составила 0,39 т/га, или 15,6 % [2]. Результаты исследований 2014-2015 гг. представлены в таблице 1 (монопосев) и в таблице 2 (смешанный посев). Наиболее высокая урожайность (3,76 т/га) и наибольшая прибавка урожайности семян (19,4 %) по отношению к монопосеву рассечённолисточкового компонента получены при совместном посеве линии Рас-828/9 (70 % семян) и сорта Батрак (30 % семян).

Таблица 1

Урожай семян сортов и линий гороха в монопосеве, т/га

Годы	Сорта, линии						$НСР_{05}$
	Батрак	Фараон	Софья	Яг-06-83	Рас-678/7	Рас-828/9	
2014	2,96	2,77	3,06	3,63	2,96	2,63	0,14
2015	4,07	4,11	4,38	3,98	3,42	3,67	0,27
Среднее	3,52	3,44	3,72	3,80	3,19	3,16	

Синергизм по семенной продуктивности лучше всего проявился при совместном выращивании компонентов с более или менее одинаковой длиной стебля, которая в монопосеве у сорта Батрак, в среднем составляла 61 см, у Фараона – 69 см, Софьи – 58 см, Яг-06-83 – 60 см, Рас-678/7 – 50 см, Рас-828/9 – 62 см. Наибольшая депрессия отмечена в варианте Фараон + Рас-678/7, где разница в длине стебля компонентов достигала 19 см. И даже эффект «прокрустова ложа» не смог существенно сократить этот интервал. Все сортосмеси рассечённолисточковых линий с Фараоном оказались менее урожайными, чем монопосевы каждого из компонентов (табл.2).

Подобное взаимовлияние компонентов смешанных посевов отмечено во ВНИИЗБК в опытах по совместному выращиванию вики яровой Никольская с сортами гороха Батрак и Стабил. Высокорослая вика угнетала короткостебельные растения Батрака. Но в смешанных

посевах равных по длине стебля растений вики и гороха Стабил урожай семян был выше монопосева обоих культур [8].

Таблица 2

Урожай семян гороха в диморфных агроценозах, т/га

Годы	Опорные сорта, линии								$НСР_{05}$
	Батрак		Фараон		Софья		Яг-06-83		
	Поддерживаемые рассечённолисточковые линии								
	Р-678/7	Р-828/9	Р-678/7	Р-828/9	Р-678/7	Р-828/9	Р-678/7	Р-828/9	
2014	3,23	3,44	2,39	2,69	2,86	3,03	2,87	3,01	0,17
2015	3,60	4,07	3,69	3,52	4,16	3,83	3,49	3,55	0,28
Среднее	3,42	3,76	3,04	3,11	3,51	3,43	3,18	3,28	
% смеси к монопосеву	107,2	119,4	95,3	98,7	110,0	108,9	99,7	104,1	

Отсутствие положительного эффекта от совместного посева рассечённолисточковых линий с гетерофилльным образцом Яг-06-83, несмотря на практически одинаковую длину стебля у них, обусловлено большой площадью листьев у хамелеона, затеняющих поддерживаемый компонент. Жёсткая ассиметричная конкуренция со стороны листочковых растений наблюдается также в гетероморфных по типу листа (листочковые + усатые) популяциях. Усатые растения резко снижают семенную продуктивность и даже гибнут под пологом листочковых особей. Предложен метод отбора усатых элитных растений из таких гибридных популяций [9]. Поэтому компоненты смешанных посевов по реакции на архитектонику агроценоза должны не угнетать, а «как бы дополнять друг друга» (А.А. Жученко, 2008).

Почти все изученные нами образцы гороха производны от сорта Батрак и, следовательно, в генетическом отношении являются близкими генотипами: Рас-тип – спонтанный мутант, выделенный из сорта Батрак;

Рас-665/7 (Рас-тип х Батрак),
Рас-678/7 (Рас-тип х Батрак),
Рас-828/9 (Рас-тип х Батрак) х Батрак,
Рас-1070/8 (Рас-тип х Мадонна),
Рас-1098/8 (Рас-тип х Опорный 1),
Пап-485/4 (Ji-143 х Батрак).

Эти линии, как и опорные компоненты, после выделения из гетерогенных гибридных популяций испытывались и размножались в монопосеве. Композиции сортосмесей были подобраны эмпирически. В условиях чистых одновидовых посевов при отсутствии межвидовой и межсортовой конкуренции формируются сорта и линии «с ослабленной конкурентной способностью и в этой связи не способные в полной мере реализовать свой адаптивный и продуктивный потенциал» [10 : 30].

А.А. Жученко [11:598] отметил исключительно важную роль селекции в конструировании адаптивных агросистем и агроландшафтов. «При этом цель, например, фитоценотической селекции состоит в создании сортов или гибридов для *конкретных ниш* – А. Зеленов и др.) сорто- или видосочетаний в смешанных посевах. Соответствующие сорта должны обладать компенсационным, а лучше сверхкомпенсационным типом взаимодействия, обеспечивая повышение продуктивности и/или симметричную конкуренцию (не подавлять друг друга), эффективно утилизировать ресурсы различных экологических ниш одного и того же местообитания, противостоять действию неблагоприятных и экстремальных факторов внешней среды (абиотическим и биотическим стрессорам) за счёт толерантности или избежания, т.е. временного смещения «критических» фаз онтогенеза».

Представленные в настоящей работе результаты наших многолетних исследований с диморфными агроценозами и литературные сведения подтверждают целесообразность

фитоценотической селекции гороха. *Принципиальные особенности* этого направления селекции изложены ниже.

Первое. Сформулированные выше А.А. Жученко положения фитоценотической селекции следует уточнить в том плане, что её цель состоит не в создании сортов и гибридов для смешанных посевов, а в создании гетерогенных *сортов-синтетиков*, способных в условиях гетероморфного агроценоза в полной мере формировать и реализовывать свой адаптивный и продукционный потенциал.

Понятием синтетический сорт, или синтетик, обычно обозначают гетерогенную популяцию перекрёстноопыляющихся культур, прошедшую станционное и государственное испытания и предназначенную для использования в производстве. Однако нет никаких ограничений для расширения этого понятия и на самоопылители. Различия заключаются в том, что у перекрёстников ведущие факторы повышения продуктивности и адаптивности генетические, а у самоопылителей – экологические.

Сорт-синтетик должен непрерывно возделываться до тех пор, пока представляет ценность для производства и соответствует требованиям UPOV по показателям стабильности. В изученных сортосмесях [2] отмечено, что впервые установленное в них соотношение компонентов сохраняется относительно стабильным в течение по крайней мере трёх лет.

Второе. Однородность сортов-синтетиков должна оцениваться по однородности контрольных признаков растений каждого из компонентов популяции отдельно. Посевные и потребительские качества семян компонентов сортов-синтетиков должны быть почти одинаковыми и в целом соответствовать стандартам линейных сортов.

Третье. На всех этапах селекционного процесса оценке и отбору подлежат не отдельные компоненты сорта-синтетика, а вся гетерогенная популяция в целом. Только таким образом могут быть выявлены высокоурожайные сочетания генотипов с компенсационным взаимодействием и симметричной конкуренцией.

Четвёртое. Для конструирования сортов-синтетиков гороха следует использовать обладающие наилучшей комплементарностью усатые формы в сочетании с рассечённолисточковыми и/или многократно непарноперистыми. При этом целесообразно, чтобы каждый из компонентов ценоза был представлен несколькими фенотипически сходными, но различающимися по генам устойчивости к наиболее вредоносным патогенам линиями. Установлено, что многолинейные мономорфные сорта гороха обладают повышенной гомеостатичностью и показывают более высокую урожайность по сравнению с однолинейными (А.И. Верещака, 1982).

Методы фитоценотической селекции должны основываться на сформулированных выше принципах.

Все или почти все существующие в мировых коллекциях источники и доноры хозяйственно ценных признаков репродуцировались в чистых, мономорфных (листочковых, усатых и т.п.) популяциях. Компоненты сортов -синтетиков должны быть адаптированы к комплексу факторов гетероморфного ценоза. Для формирования генных блоков, определяющих адаптивность к изменённым условиям, и новых регуляторных связей в геномах компонентов необходимо создать запас «свободных» генов, из которых в процессе рекомбинаций будут построены соответствующие структуры. Поэтому в фитоценотической селекции целесообразно использовать сложные и сложно-ступенчатые скрещивания.

При планировании модели будущего сорта по параметрам хозяйственно-ценных признаков следует руководствоваться методическими рекомендациями «Морфофизиологические основы моделирования перспективных сортов гороха» (А.В. Амелин и др., 2004). Необходимо также использовать методы прогрессивной селекции на отзывчивость к растительно-микробным взаимодействиям (Т.С. Наумкина, 2007).

Комплекс селектируемых признаков контролируется большим числом генов, которые определяют объёмы селекционной работы. Со времён Грегора Менделя хорошо известно, но стоит напомнить, что если родительские пары различаются только по 10 генам, то при

независимом наследовании для нахождения только одного растения с нужным сочетанием признаков в F_2 необходимо иметь более миллиона особей, т.е. больше гектара сплошного посева. И это только по одной комбинации. В связи с этим рационально предварительно создавать линии с определённым сочетанием признаков (композиты – по В.В.Хангильдину), а также вести поэтапный отбор из расщепляющихся популяций.

Ответственный этап селекционного процесса – отбор элитных растений из гибридных популяций. В фитоценотической селекции следует отбирать комплексы комплементарных компонентов будущих сортов-синтетиков. Например, одно или несколько устойчивых к полеганию фенотипически одинаковых элитных растений усатого типа и одно или несколько также фенотипически одинаковых элитных растений рассечённолисточкового типа.

Критерии отбора элитных растений: равная продолжительность вегетационного периода компонентов, практически одинаковая длина стебля. Семена должны быть выравнены по крупности, форме, окраске, цвету рубчика. Необходимо, чтобы оба компонента имели либо неосыпающиеся семена, либо семена с отделяющейся семяножкой. В более поздних питомниках проверяется однородность по содержанию белка и кулинарным достоинствам.

Селекционные питомники сортов-синтетиков следует размещать на высоком агрофоне и использовать технологию возделывания, отвечающую биологическим потребностям культуры и нацеленную на полную реализацию урожайного потенциала. Формы гороха с изменённой архитектоникой листа своё преимущество по урожайности демонстрируют только в условиях, обеспечивающих получение не менее 3 тонн семян с гектара [12]. В противном случае возникает риск потери ценных генотипов. Многолетние затраты труда и средств тратятся напрасно.

Обладающий стержневой, глубоко проникающей корневой системой горох отрицательно реагирует на замену зяблевой вспашки на глубину 25-27 см поверхностной культивацией на 10-12 см. В последнем случае корневая система диморфных сортосмесей вынужденно располагается в одном узком горизонте и между компонентами возникает ассиметрическая конкуренция за влагу и элементы питания.

Для наших опытов с диморфными сортосмесями (поддерживаемый компонент – рассечённолисточковые линии) в 2012 и 2013 гг. были предоставлены участки по основной поверхностной обработке почвы, в 2014 и 2015 гг. – по зяблевой вспашке. По погодным условиям эти пары лет были практически близкими. В таблице 3 показано, что вспашка способствует увеличению урожайности семян в среднем в полтора раза как в монопосеве, так и в смешанном. Эффективность сортосмесей лучше проявляется по вспашке (прибавка в среднем составляет 12,2 %), по осенней культивации – только 7,7 %.

Таблица 3

Урожайность рассечённолисточковых линий гороха в моно- и смешанных посевах в зависимости от способа подготовки почвы (т/га)

Компоненты	Культивация (2012, 2013 гг.)		Вспашка (2014, 2015 гг.)	
	монопосев	смешанный	монопосев	смешанный
Батрак	2,40	-	3,52	-
Рас-665/7	2,14	2,13	3,22	3,74
Рас-678/7	1,96	2,30	3,19	3,42
Рас-828/9	2,51	2,46	3,15	3,76
Рас-1070/8	2,10	2,50	3,10	3,61
Рас-1098/8	2,38	2,58	3,74	3,86
Рас-линии в среднем	2,22	2,39	3,28	3,68
% к монопосеву	-	107,7	-	112,2
% к культивации	-	-	147,8	154,0

Экономические расчёты показали, что при возделывании сортосмесей гороха повышается рентабельность и снижается себестоимость основной продукции [5].

Фитоценотическую селекцию синтетических сортов можно и нужно использовать не только для гороха на зерно, но и для создания сортов овощного направления. Однако для укосно-кормового гороха априори наилучшими будут многовидовые агроценозы. И селекцию гороха как компонента таких посевов следует вести для конкретных видосочетаний и в условиях смешанного ценоза.

Литература

1. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. - Кишинёв: «Штиинца», 1980 – 588 с.
2. Зеленов А.Н., Щетинин В.Ю. Диморфные агрофитоценозы гороха на зерно // Доклады Россельхозакадемии, 2008. – № 2. – С. 13-15.
3. Исаев А.П. Повышение содержания белка в кормовых смесях. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 128 с.
4. Зеленов А.Н., Задорин А.М., Щетинин В.Ю., Зеленов А.А. Взаимовлияние компонентов одновидовых сортосмесей гороха на семенную продуктивность // Земледелие, 2014.- № 4. – С. 28-30.
5. Зеленов А.А., Зеленов А.Н., Новикова Н.Е. Физиологический и адаптивный потенциал рассечённолисточкового морфотипа гороха в чистых и смешанных посевах // Зернобобовые и крупяные культуры, 2015. – №4 (16). – С. 3-11.
6. Кефели В.И., Протасова Н.Н., Коф Э.М. и др. Особенности роста листа и стебля у высокорослых и карликовых растений гороха, росших на свету разных интенсивностей // Сб. «Рост растений и его регуляция». – Кишинёв: «Штиинца», 1985. – С. 199-203.
7. Соболева Г.В., Зеленов А.А. Скрининг линий гороха с изменённой архитектоникой листового аппарата по морфологическим показателям засухоустойчивости // Зернобобовые и крупяные культуры, 2016. – № 2 (18). – С. 105-111.
8. Зотиков В.И., Глазова З.И., Титенок М.В. Смешанные посевы бобовых культур как фактор стабилизации урожая семян вики // Зернобобовые и крупяные культуры, 2012 - № 2. – С. 77-86.
9. Титенок Т.С., Зеленов А.Н. Методические рекомендации по отбору усатых генотипов гороха из гибридных популяций.- Орел. ВНИИЗБК. 2000. – 10 с.
10. Писковаций Ю.М., Ненароков Ю.М., Соложенцева Л.Ф. и др. Фитоценотическая селекция – важный аспект биогеоценотического подхода в селекционной стратегии кормовых растений // Кн. «Адаптивная система селекции кормовых растений (биогеоценотический подход)». Под редакцией члена-корр. РАСХН З.Ш. Шамсутдинова. – М.: МГОУ, 2007. – С. 30-63.
11. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): теория и практика. Т. 2 / – М.: Агрорус. – 2009. – 1104 с.
12. Зеленов А.Н., Задорин А.М., Уваров В.Н., Зеленов А.А. Генисточники для селекции гороха на повышение биоэнергетического потенциала растения и методы работы с ними // Земледелие, 2016. – № 4. – С. 29-33.

PRINCIPLES AND METHODS OF SELECTION OF DIMORPHOUS SYNTHETIC VARIETIES OF PEAS

A. A. Zelenov, A. N. Zelenov, N. E. Novikova*
FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»,
*RUSSIAN HE OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER N.V. PARAKHIN

Abstract: *One-specific strain mixtures for grain in more degree than one-crop system utilise solar energy. In the best variants productivity of seeds in the admixed crops almost on 20 % exceed monocrop. It is expedient to create special heteromorphous synthetic varieties and all selection process to carry out in the conditions of the admixed agrocenosis, which components can be semileafless, dissected, pinnuled, suprade odd pinnate forms of peas. Basic features of phytocenotic selection of varieties-syntheticses are formulated and methods of its carrying out are offered.*

Keywords: Peas, admixed sowings, selection, morphotypes, synthetic varieties.

УДК: 635.658:631.523

НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКА «КРАСНАЯ ОКРАСКА СЕМЯДОЛЕЙ» У ЧЕЧЕВИЦЫ ПРИ СКРЕЩИВАНИИ С ВИДОМ *LENS TOMENTOSUS* LADIZINSKY

Г. Н. СУВОРОВА, А. В. ИКОННИКОВ, кандидаты сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Сорта L. culinaris Рауза, Светлая, Образцов Чифлик 7, Веховская 1, имеющие желтые семядоли, скрещивали с образцом L. tomentosus ILWL120 коллекции ICARDA, имеющим красные семядоли. В целом в комбинации L. culinaris × L. tomentosus было опылено 84 цветка, получено 14 бобов с 16 семенами F_1. Из 16 семян было получено 11 растений F_1, на которых сформировалось в сумме 890 семян F_2. Расщепление в F_2 по окраске семядолей происходило на 2 фенотипических класса: красные и желтые. В целом было получено 648 семян с красными семядолями и 241 семени с желтыми. В вариантах скрещиваний по сортам фактическое расщепление по фенотипу с высокой степенью вероятности укладывалось в классическую схему 3 : 1. При анализе растений F_2 расщепление по генотипу соответствовало моногибридной схеме 1 : 2 : 1. Если на растении формировались семена только с красными семядолями, или только с желтыми, это были гомозиготы по доминантному или рецессивному признаку. Если на растении одновременно формировались семена как с красными так и с желтыми семядолями, такие растения считались гетерозиготами. Мы впервые использовали в генетическом анализе вид L. tomentosus и показали что красная окраска семядолей, свойственная дикорастущему виду, является доминантной по отношению к желтой окраске и наследуется моногенно при межвидовой гибридизации.

***Ключевые слова*:** чечевица, Lens tomentosus, красные семядоли, гетерозигота, гомозигота, доминирование.

У сортов культурной чечевицы *Lens culinaris* Medik. известно 3 типа окраски семядолей: желтая, красная (оранжевая), зеленая. Н.И. Вавилов [1], иллюстрируя сходные ряды наследственной изменчивости, писал, что 4 рода семейства бобовых *Pisum, Lathyrus, Lens,* V*icia,* проявляют одинаковую изменчивость по окраске семядолей (зелено-желтые и оранжево-красные). Предпочтение тому или иному типу чечевицы в каждой стране зависит от местных традиций выращивания и питания [2]. Красная чечевица занимает максимальные объемы мирового рынка, зерно потребляется в очищенном от оболочек виде в Египте, Западной Азии, Шри Ланке, Пакистане, Индии, Бангладеш [3].

В Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию в 2016 году, включены 18 сортов чечевицы, из которых большинство имеют желтые семядоли, сорт Анфия характеризуется зелеными семядолями, сорт Пикантная, включенный в Госреестр в 2014 году, имеет красные семядоли [4]. Интерес к краснозерной чечевице в нашей стране возрастает, с 2015 года проходит государственное сортоиспытание новый сорт чечевицы Орловская краснозерная [5], с 2016 передан на сортоиспытание новый сорт Чернава с красными семядолями [6].

Одним из источников красной окраски семян у чечевицы являются дикорастущие родичи, в частности дикорастущий вид *L. tomentosus* Ladizinsky. Поскольку селекционная работа проводится в направлении создания краснозерных сортов, необходимо знать как наследуется данный признак. По исследованию Tschermark (1928) [Цит. по 7], оранжевая окраска семядолей доминирует над желтой и расщепление происходит по моногибридной схеме. Slinkard [8] также показал моногенное наследование признака красные семядоли с доминированием по отношению к желтой. Включив в исследование образцы с зелеными семядолями, автор получил дигибридное расщепление, показав наличие двух генов контролирующих окраску семядолей. Некоторые исследователи пришли к выводу о наличии трех основных генов, контролирующих окраску семядолей у чечевицы [9, 10].

В данной работе мы приводим данные по характеру наследования признака красные семядоли, полученные при скрещивании чечевицы обыкновенной *L. culinaris* с дикорастущим видом *L. tomentosus.*

Материал и методика

Сорта *L. culinaris* Рауза, Светлая, Образцов Чифлик 7, Веховская 1, имеющие желтые семядоли, скрещивали с образцом *L. tomentosus* ILWL120 коллекции ICARDA, имеющим красные семядоли. Гибридизацию проводили в начале мая 2011 года в условиях теплицы. Растения F_1 выращивали осенью 2011 года, растения F_2 - весной 2012 года используя теплицу. Анализ расщепления проводили по окраске семядолей семян F_2, скарифицируя семена в спорных случаях. В некоторых комбинациях проводили анализ растений F_2. Соответствие полученного расщепления теоретически ожидаемому оценивали по критерию χ^2.

Результаты и обсуждение

В комбинации *L. culinaris* × *L. tomentosus* было опылено 84 цветка, получено 14 бобов с 16 семенами (табл. 1). Средняя завязываемость в данной комбинации составила 16,7 %, больше всего гибридов было получено с участием сорта Рауза, 6 гибридных бобов при завязываемости 33,3 %. Семена F_1 имели оранжевую окраску семядолей, что свидетельствовало об их гибридной природе. Следует отметить, что в данной серии скрещиваний с дикорастущим видом гибридные семена были получены обычным путем при достаточно высоких показателях завязываемости. Из 16 семян было получено 11 растений F_1, всхожесть гибридных семян была понижена и составила 63 %.

Таблица 1

Результаты межвидовых скрещиваний *L.culinaris* x *L.tomentosus* ILWL120

Комбинация скрещивания	Опылено цветков	Получено бобов	Получено семян F_1	Получено растений F_1
Образцов Чифлик 7 × *L.tomentosus* ILWL120	49	7	9	7
Веховская 1 × *L.tomentosus* ILWL120	14	1	1	1
Светлая × *L.tomentosus* ILWL120	3	0	0	0
Рауза × *L.tomentosus* ILWL120	18	6	6	3
Всего:	84	14	16	11

Растения F_1, будучи высеянными в теплице, успешно сформировали семена F_2 (рис. 1). На 11 растениях сформировалось в сумме 890 семян F_2. Расщепление в F_2 по окраске семядолей происходило на 2 фенотипических класса: красные семядоли и желтые семядоли, с преобладанием семян с красными семядолями. В целом было получено 648 семян с красными семядолями и 241 семени с желтыми.

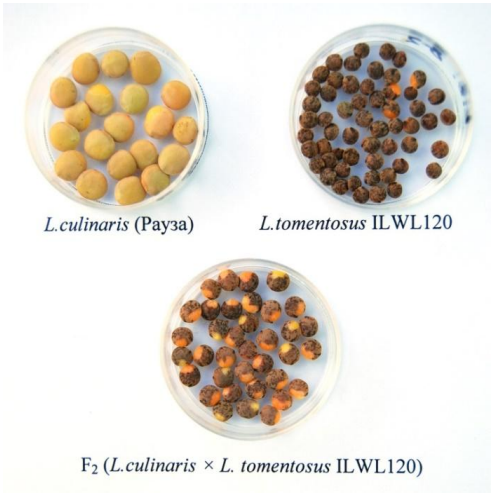


Рис. 1. Окраска семян и семядолей чечевицы при скрещивании L. culinaris и L. tomentosus

В таблице 2 представлен анализ расщепления по каждому сорту. Во всех вариантах скрещиваний фактическое расщепление по фенотипу с высокой степенью вероятности укладывалось в классическую схему 3:1. Результаты свидетельствуют о моногенном характере наследования признака красная окраска семядолей и его доминировании по отношению к желтой окраске.

Таблица 2

Расщепление семян F_2 (*L.culinaris* x *L.tomentosus*) по признаку окраски семядолей

Комбинация	Окраска семядолей	Расщепление	χ^2 3 : 1	P
Рауза × *L.tomentosus*	красная : желтая	232 : 78	0,01	0,99 - 0,95
О.Чифлик 7 × *L.tomentosus*		365 : 143	2,69	0,25 - 0,10
Веховская 1 × *L.tomentosus*		51 : 21	0,66	0,50 – 0,25

Учитывая возможные неточности при визуальной оценке окраски семядолей без снятия семенной оболочки, мы проанализировали окраску семядолей на некоторых растениях F_2. Если на растении формировались семена только с красными семядолями, или только с желтыми, это были гомозиготы по доминантному или рецессивному признаку. Если на растении одновременно формировались семена как с красными так и с желтыми семядолями, такие растения считались гетерозиготами (табл. 3). Расщепление по генотипу соответствовало моногибридной схеме 1 : 2 : 1. Анализ растений F_2 подтвердил полученные выводы о характере наследования красной окраски семядолей.

Таблица 3

Расщепление растений F_2 (*L. culinaris* x *L. tomentosus*) по признаку окраски семядолей

Комбинация	Расщепление по генотипу	Ожидаемое соотношение	χ^2	P
Рауза × *L. tomentosus*	21 : 36 : 13	1 : 2 : 1	1,84	0,50 - 0,25
О.Чифлик 7 × *L. tomentosus*	28 : 50 : 24	1 : 2 : 1	0,36	0,90 - 0,75

Таким образом, исходя из анализа расщепления при скрещивании трех сортов *L. culinaris* с дикорастущим видом *L. tomentosus,* сделан вывод о моногенной доминантной природе признака красная окраска семядолей. Полученные данные согласуются с результатами других исследователей. Мы впервые использовали в генетическом анализе вид *L. tomentosus* и показали что красная окраска семядолей, свойственная дикорастущему виду, является доминантной по отношению к желтой окраске и наследуется моногенно при межвидовой гибридизации.

Литература

1. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Сб.: Академик Н.И. Вавилов. Избранные труды. – Т.V. – М.-Л., Наука, 1965. – С. 179-222.

2. Muehlbauer F.J., Mihov M., Vandenberg A., Tullu A., Materne M. Improvement in developed countries // The Lentil. Botany, Production and Uses. Edited by W. Erskine, F. Muehlbauer, A. Sarker, B. Sharma. – 2009. – P. 137–154.

3. McPhee K.E., Muehlbauer F. Lentil production in North America and the major market classes // Grain Legumes. - 2011. No. 57. – P. 43–45.

4. Государственный реестр селекционных достижений. Том 1. Сорта растений. – М., 2016. 504 с.

5. Задорин А.М., Уваров В.Н., Ятчук П.В., Булгакова А. К. Новый сорт чечевицы Орловская краснозерная // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015, №4. – С. 47-49.

6. Суворова Г.Н., Иконников А.В., Яньков И.И., Костикова Н.О., Бобков С.В., Котляр А.И. Использование дикорастущего вида *Lens orientalis* в селекции чечевицы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016, №3 (19). – С. 52-56.

7. Барулина Е.И. Чечевица СССР и других стран. – Л., 1930. 319 с.

8. Slinkard A.E. Inheritance of cotyledon color in lentils // The Journal of Heredity. 1978, 69. –P. 139-140.

9. Sharma B., Yogesh Kumar, Tyagi M.C., Mishra S.K. Three-gene control of cotyledon colour in lentil (Lens culinaris) // Proceedings of The Fourth International Iran & Russia Conference, 2004. – P. 382-385.

10. Sharma B. Genes for traits of economic importance in lentil // Grain Legumes. – 2011. No. 57. – P. 15–17.

INHERITANCE OF RED COTYLEDON COLOUR IN LENTIL WHEN CROSSED WITH *LENS TOMENTOSUS* LADIZINSKY

G. N. Suvorova, A. V. Ikonnikov
FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *Varieties of L. culinaris Rausa, Svetlaya, Obraztsov Chiflik 7, Vekhovskaya 1, which had yellow cotyledons, were crossed with accession of L. tomentosus ILWL120 from ICARDA with red cotyledons. 84 flowers were pollinated in combination L. culinaris × L. tomentosus, 14 pods and 16 F_1 seeds were harvested in a total. 11 F_1 plants were obtained from 16 seeds on which 890 F_2 seeds were formed. F_2 segregation provided the two phenotypic classes: red cotyledons and yellow cotyledons. In summary the 648 seeds with red cotyledons and 241 seeds with yellow cotyledons were obtained. The actual segregation in every variety variant gave the classic scheme 3 : 1 with high degree of confidence. When F_2 plants were analyzed the genotypic segregation corresponded to the monohybrid scheme 1 : 2 : 1. If plant formed seeds with red or yellow cotyledons only they believed to be a dominant or recessive homozygote. If plant formed seeds as well with red as with yellow cotyledon it considered to be a heterozygote. We were the first who used the L. tomentosus species in the genetic study and demonstrated that red cotyledon colour characterized the wild species is dominant over yellow colour and inherited as monogenic at the interspecific crosses.*

Keywords: lentil, *Lens tomentosus*, red cotyledons, heterozygote, homozygote, domination

УДК 633.35:631.52

ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫЕ ПРИЗНАКИ ОБРАЗЦОВ ДИКОГО ВИДА ГОРОХА *PISUM FULVUM*

С. В. БОБКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук
Т. Н. СЕЛИХОВА, кандидат биологических наук
И. А. БЫЧКОВ
ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
E-mail: svbobkov@gmail.com

Проведено изучение электрофоретических спектров индивидуальных семян у образцов дикого вида гороха P. fulvum. Выявлены образцы К6070 и К2523 с легкими (короткими) изоформами конвицилина, перспективные для физиолого-биохимического исследования и последующего использования в селекции на высокое качество белка. Исследование формообразовательного процесса в беккроссируемых популяциях межвидовых гибридов Стабил × И609881 позволило выделить линии поколения гибридов BC_2F_3, BC_2F_4, BC_1F_4, BC_1F_5, устойчивые к возбудителю мучнистой росы. Гибридологический анализ показал доминантный характер наследования признака. Подтверждение устойчивости линий гороха, полученных в результате межвидового скрещивания, на инфекционном фоне в полевых условиях позволит открыть дорогу для их использования в селекционном процессе.

Ключевые слова: горох, электрофорез, компонент, запасной белок, конвицилин, ген, мучнистая роса.

Горох (*Pisum sativum* L.) является важной зернобобовой сельскохозяйственной культурой. Высокое содержание белка, а также лизина и треонина, является основным условием конкурентоспособности культуры. Горох в качестве источника ценного белка используют в пищевой промышленности и кормопроизводстве.

В 2014 году в России горох выращивали на площади 897 тыс. га и произвели 1,5 млн. тонн зерна (FAOSTAT, 2016). Средняя урожайность зерна составила 1,7 тонн/га. Низкая

урожайность обусловлена тем, что современные сорта гороха не обладают генетической устойчивостью к засухе, фузариозу, мучнистой росе, поражению насекомыми-вредителями. По содержанию белка горох существенно уступает своему ближайшему конкуренту сое, при этом в процессе селекционной работы с горохом содержание белка продолжает снижаться. Изолированные белки гороха характеризуются недостаточно высокими физико-химическими свойствами, что является одним из препятствий для использования в пищевой промышленности.

Культурный горох ведёт своё происхождение от дикого предка *Pisum sativum* ssp. *elatius* [1]. В процессе одомашнивания гороха существенную роль сыграли мутации генов, контролирующие растрескивание бобов, покой семян, размер семян и их качество, длину стебля, массу корней и уборочный индекс. В результате большая часть генетического разнообразия гороха *Pisum* L. осталась за бортом культурной эволюции.

Молекулярно-генетические исследования выявили узкий генетический базис у современных сортов гороха, а ресурс генетического разнообразия в настоящее время остается мало изученным и невостребованным в селекции (Костерин, 2015). Вовлечение в селекционный процесс новых генов хозяйственноценных признаков из генофонда дикорастущего гороха позволит повысить генетическое разнообразие исходного материала для селекции новых сортов с высоким качеством зерна, устойчивых к абиотическим стрессам, болезням и вредителям.

Цель исследований – идентификация новых хозяйственно ценных признаков у образцов дикого вида гороха *P. fulvum* для использования в селекционном процессе.

Материалы и методы

В эксперименте изучали 6 культурных сортов и селекционных линий гороха и 34 образца дикорастущего вида *P. fulvum* мировой коллекции ВИР. Межвидовую гибридизацию проводили в условиях тепличного бокса в комбинациях Стабил × И609881 (рис. 1) и Стабил × И592882. Успешность межвидовой гибридизации оценивали с использованием морфологических и белковых маркеров.

а б

Рис. 1. Семена гороха: а) сорта Стабил, б) образца P. fulvum И609881

Для выделения и разделения белков семян гороха использовали стандартный метод SDS-PAGE электрофореза. Белки экстрагировали из муки в течении 20-и часов при температуре 3-4ºС с помощью электродного буфера (ТРИС, глицин, додецил сульфат натрия), pH=8,3. После центрифугирования 10 мкл экстракта переносили в ячейку планшетки, где смешивали с равным объемом буфера нанесения (додецил сульфат натрия, ТРИС-HCl, глицерин, β-меркаптоэтанол, бромфеноловый синий). Электрофорез проводили в полиакриламидном геле с использованием камеры для вертикального электрофореза VE-4 (Хеликон, Россия). Концентрация разделяющего геля – 12,5 %, концентрирующего – 5 %.

Позиции белковых компонентов гороха определяли по реперным компонентам белкового спектра сои сорта Ланцетная. Интенсивность окрашивания компонентов спектров оценивали как: 1 – слабую, 2 – интенсивную и 3 – очень интенсивную. Идентификацию

конвицилина проводили по молекулярной массе компонентов. Использовали маркеры молекулярной массы 6,5-200 кДа (SIGMA, США).

Результаты и обсуждение

Нестандартные изоформы конвицилина для селекции на высокое качество зерна. Основными запасными белками гороха являются легумин, вицилин и конвицилин. Молекулярная масса легумина и вицилина равняется 60-80 кДа и 47-50 кДа, соответственно. Конвицилин имеет массу 70 кДа и характеризуется обширной гомологией с вицилином, начиная с 122-166 (в зависимости от изоформы) аминокислоты до С-конца полипептида. Конвицилин, вицилин и легумин кодируются различными генами. Моногенное кодоминантное наследование [3] конвицилина, а также отсутствие посттрансляционных модификаций за исключением удаления сигнального пептида облегчает использование различных модификаций белка в селекционной практике.

Легумин и вицилин в различных соотношениях в изолированном виде обладают высокими физико-химическими свойствами и формируют гели хорошего качества. Сильный положительный заряд NH_2-конца молекулы конвицилина является причиной ухудшения физико-химических свойств изолированных белков гороха, что является препятствием для их использования в пищевой промышленности. Поэтому вовлечение в селекцию гороха исходного материала, не содержащего конвицилина или полиморфного по его изоформам, особенно с делециями генов, кодирующих первые 122-166 аминокислот, создает предпосылки для улучшения качества изолированных белков у новых сортов гороха. Поэтому, по нашему мнению, источниками ценных физико-химических свойств белка гороха могут служить легкие (короткие) изоформы конвицилина.

Источниками изоформ конвицилина может служить мутационный процесс, а также естественный полиморфизм внутри культивируемого вида гороха и диких таксонов гороха. Сравнительное исследование электрофоретических спектров сортов и диких подвидов гороха, проведенное в лаборатории физиологии и биохимии растений ВНИИЗБК, показало, что в семенах образцов культурного и дикорастущего гороха присутствуют как легкие (короткие), так и более тяжелые (длинные) изоформы конвицилина [4]. Ранее наши сотрудники установили, что изоформы конвицилина локализованы преимущественно в 4 позициях электрофоретических спектров [5]. При этом в культурном горохе были представлены крайние варианты изоформ конвицилина, а у образцов дикого вида *P. fulvum* доминировали средние по массе изоформы [6]. Тем не менее, проведенное сотрудниками нашей лаборатории исследование широкого набора образцов *P. fulvum* позволило выделить образцы К6070 и К2523 с легкими изоформами конвицилина [7] (рис. 2). Эти, ранее не использованные в селекционном процессе изоформы могут быть результатом делеций в NH_2-терминальной области гена, что может быть выявлено секвенированием кодирующих генов.

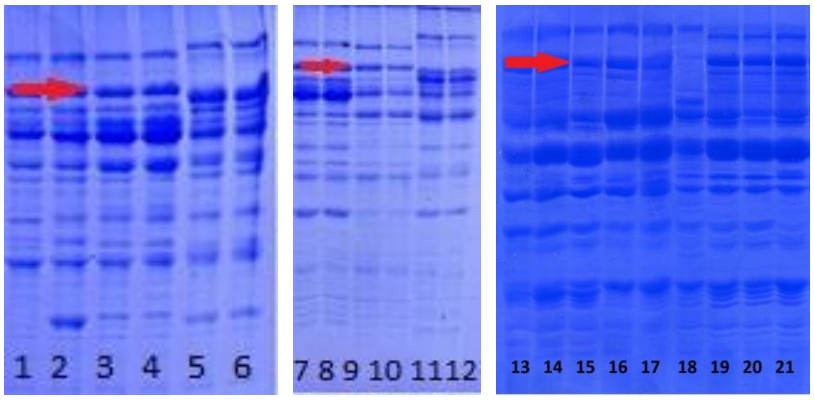


Рис. 2. Электрофоретический спектры белков семян гороха: 1, 2 - elatius (К2173); 3, 4 - transcaucasicum (К2365); 5, 6 - Pisum fulvum (К6070), 7, 8 - asiaticum (К5322); 9, 10 - transcaucasicum (К2376); 11, 12 - Pisum fulvum (К2523), 13-21 – сорт Аист (на 18 дорожке представлен спектр с отсутствием компонента конвицилина). Положение изоформ конвицилина обозначено красными стрелками

Изоформы конвицилина образцов *P. fulvum* К6070 и К2523 из-за хорошей различимости их компонентов на спектрах удобно использовать в маркерной селекции гороха для создания изогенных линий, получения изолированных белков и оценкой их физико-химических свойств.

Электрофоретический анализ индивидуальных семян сорта гороха Аист позволил выявить спектр, в котором практически отсутствует компонент конвицилина. В дальнейшем семена гороха следует расщепить и провести электрофоретический анализ белков одной семядоли. Вторую семядолю семени, у которого маркировано отсутствие конвицилина, следует прорастить и вырастить целое растение. Электрофоретический анализ второй генерации семян поможет выяснить, служит ли это следствием нарушения экспрессии и является результатом мутации гена, кодирующего конвицилин.

Устойчивость к возбудителю мучнистой росы (*Erysiphe pisi*) из генома дикого сородича гороха *P. fulvum*

Мучнистая роса (*Erysiphe pisi*) является опасной болезнью гороха, которая приводит к снижению качества зерна и урожайности на 25-50 % [8]. Распространенная во всем мире, мучнистая роса особенно активно проявляется в климатических условиях, характеризующихся высокой температурой днем и низкой ночью [12]. Использование в сельскохозяйственном производстве сортов гороха, устойчивых к мучнистой росе, является наиболее эффективной, экономически и экологически обоснованной стратегией.

Выращивание растений культурного гороха и образцов дикого вида *P. fulvum* в тепличном боксе показало, что часть диких образцов гороха не поражалась мучнистой росой. Вовлеченный в межвидовую гибридизацию образец дикого вида И609881 также отличался устойчивостью к возбудителю мучнистой росы. Формообразовательный процесс изучали в популяциях межвидовых гибридов гороха, полученных в комбинациях Стабил × И609881 и Стабил × И592882.

В комбинации Стабил × И609881 в результате самоопыления и возвратных скрещиваний получены популяции гибридов BC_2F_3, BC_2F_4, BC_1F_4, BC_1F_5. В комбинации Стабил × И592882 растения представлены одной популяцией BC_3F_3. Все пять беккроссируемых популяций культивировали в тепличном боксе на инфекционном фоне (мучнистая роса, *Erysiphe pisi*).

Отбор растений межвидовых гибридов гороха на инфекционном фоне в течение нескольких генераций позволил выделить линии, полностью устойчивые к этому патогену (рис. 3). Все растения принадлежали к гибридной популяции Стабил × И609881. Среди гибридов Стабил × И592882 устойчивых к мучнистой росе растений не получено.

а б

Рис. 3. Растения межвидовых гибридов BC_2F_3 Стабил × И609881 в условиях тепличного бокса: а) восприимчивые (слева) и устойчивые к мучнистой росе (справа), б) пораженные мучнистой росой (слева) и устойчивые (справа)

Два рецессивных аллеля *er1* и *er2*, обеспечивающих устойчивость к *Erysiphe pisi*, локализованы в различных локусах [9, 10]. Только ген *er1* используется в селекции гороха. Использование гена *er2* проблематично вследствие того, что его протекторное действие проявляется только в определенных условиях произрастания растений. Третий доминантный ген *Er3*, обеспечивающий устойчивость к возбудителю мучнистой росы, был идентифицирован недавно в интрогрессивных скрещиваниях восприимчивого сорта Messire с образцом гороха P660-4 (отбор из образца *P. fulvum* ICARDA IFPI3261) [11]. Показано независимое расщепление генов *er1, er2* и *Er3*, а также присутствие *Er3* в нескольких образцах *P. fulvum* [12].

В наших опытах в результате гибридизации по реципрокной схеме устойчивых растений BC_2F_3 Стабил × И609881 с восприимчивым сортом гороха Темп все полученные растения F_1 отличались устойчивостью к мучнистой росе, что указывало на доминантный характер признака устойчивости. Исследование расщепления гибридов F_2 по устойчивости к мучнистой росе позволит ответить на вопрос о числе генов, контролирующих этот признак.

В отличие от испанских коллег в наших опытах использовались другие образцы *P. fulvum*. Следует отметить, что не все изученные в наших опытах образцы *P. fulvum* обладали устойчивостью к мучнистой росе. В скрещиваниях восприимчивого сорта Стабил с двумя образцами *P. fulvum* И609881 и И592882 устойчивые линии выделены только в гибридной комбинации Стабил × И609881. Для решения вопроса, определяется ли устойчивость геном *Er3*, или это новый ген (аллель), необходимо провести дополнительные скрещивания наших линий с линиями, отселектированными командой Сары Фондевиллы (2007). Образцы дикого вида гороха могут, по меньшей мере, иметь различные аллели гена *Er3*, обеспечивающие различную степень устойчивости к возбудителю мучнистой росы.

В перспективе пирамидирование известных генов устойчивости с помощью маркерной селекции может усилить устойчивость к патогену мучнистой росы и увеличить время эволюции патогена, необходимое для преодоления устойчивости растений.

Заключение

Запасные белки гороха легумин и вицилин в различных соотношениях в изолированном виде обладают высокими физико-химическими свойствами и формируют гели хорошего качества. Положительный заряд NH_2-конца молекулы конвицилина (122-166 R-групп аминокислот) является причиной ухудшения технологических качеств изолированных белков гороха, что является препятствием для использования в пищевой промышленности. Поэтому поиск коротких изоформ или нуль-мутаций конвицилина является актуальным направлением исследований. Исследование широкого набора образцов *P. fulvum* позволило выделить образцы К6070 и К2523 с легкими (короткими) изоформами конвицилина, которые после оценки ценных свойств имеют перспективу для использования в селекционном процессе. В результате изучения формообразовательного процесса в популяциях межвидовых гибридов Стабил × И609881 выделены линии, устойчивые к возбудителю мучнистой росы. Подтверждение устойчивости линий гороха, полученных в результате межвидовых скрещиваний, на инфекционном фоне в полевых условиях позволит открыть дорогу для их использования в селекционном процессе.

Литература

1.Weeden N.F. Genetic changes accompanying the domestication of *Pisum sativum*: is there a common genetic basis to the ‘Domestication syndrome’ for legumes? // Annals of botany. - 2007 - V. 100. - P. 1017–1025.

2.Костерин О.Э. Перспективы использования диких сородичей в селекции гороха (*Pisum sativum* L.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2015. - Т. 19 (2). - С. 154-164.

3.Бобков С.В., Лазарева Т.Н. Компонентный состав электрофоретических спектров запасных белков межвидовых гибридов гороха // Генетика. – 2012. – Т.48. – № 1. – С.56-61.

4.Бобков С.В., Бычков И.А. Идентификация уникальных белковых компонентов в электрофоретических спектрах образцов диких подвидов гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2016. - № 3 (19). - С. 35-41.

5.Селихова Т.Н., Бобков С.В. Повышение качества белка гороха с использованием полиморфизма конвицилина // Земледелие. – 2015. - № 2. – С. 47-48.

6.Selikhova T., Bobkov S. Polymorphism of pea storage protein convicilin // Vestnik OrelGAU. – 2014. – № 4 (49). – P. 7-11.

7.Селихова Т.Н., Бобков С.В. Полиморфизм запасных белков у образцов диких таксонов гороха // Доклады РАСХН. - 2013. - №5. – С. 20-22.
8.Warkentin, T.D., Rashid K.Y., Xue A.G. Fungicidal control of powdery mildew in field pea // Can. J. Plant Sci. – 1996. – V. 76. – P. 933-935.
9.Timmerman G.M., Frew T.J., Weeden N.F. Linkage analysis of *er1*, a recessive *Pisum sativum* gene for resistance to powdery mildew fungus (*Erysiphe pisi* D.C.) // Theor. Appl. Genet. - 1994. - V. 88. - P. 1050–1055.
10.Katoch V., Sharma S., Pathania S., Banayal D. K., Sharma S. K., Rathour R. Molecular mapping of pea powdery mildew resistance gene *er2* to pea linkage group III // Mol. Breeding. - 2010. - V. 25. - P. 229-237.
11. Fondevilla, S., Torres A.M., Moreno M.T., Rubiales D. Identification of a new gene for resistance to powdery mildew in *Pisum fulvum*, a wild relative of pea // Breeding Sci. - 2007. - V. 57. - P. 181-184.
12.Fondevilla S., Cubero J.I., Rubiales D. Confirmation that the *Er3* gene, conferring resistance to *Erysiphe pisi* in pea, is a different gene from *er1* and *er2* genes // Plant Breed. - 2011. - V. 130. - P. 281-282.

AGRONOMICALLY VALUABLE TRAITS FROM WILD PEA SPECIES *PISUM FULVUM*

S. V. Bobkov, T. N. Selikhova, I. A. Bychkov
FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»
E-mail: svbobkov@gmail.com

***Abstract**: Protein spectra of individual seeds derived from P. fulvum accessions were studied. Light (short) isoforms of convicilin, perspective for physiology and biochemical investigation and application in pea breeding, were revealed in protein spectra of P. fulvum accession K6070 и K2523. Lineages of plants resistant to powdery mildew were revealed in populations of pea interspecific hybrids Stabil × I609881. Currently, resistant plants were present in generations of BC_2F_3, BC_2F_4, BC_1F_4, BC_1F_5, and higher. Dominant inheritance of our resistance source was proved in additional crosses. This investigation paves the way for lineages of resistant plants to be implicated in pea breeding.*

Keywords: pea, electrophoresis, SDS-PAGE, band, storage protein, convicilin, gene, powdery mildew.

УДК 633.34:631.53.048:632.51

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СОИ ОБЫЧНЫМ РЯДОВЫМ СПОСОБОМ ПОСЕВА НА ЗАСОРЕННОСТЬ АГРОФИТОЦЕНОЗА И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА

О. Г. МИЛЕНКО, ассистент кафедры растениеводства
ПОЛТАВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АГРАРНАЯ АКАДЕМИЯ, УКРАИНА
E-mail: olya.milenko@yandex.ru

Изучено влияние норм высева семян и способов ухода за посевами на засоренность агрофитоценоза и урожайность сои. Установлено, что механический способ ухода за посевами дает возможность снизить количество сорняков до 72 % по сравнению с контролем. На вариантах опыта с химическим способом ухода за посевами количество сорняков уменьшилось до 91 %, по сравнению с контролем. Норма высева влияла на всех вариантах опыта, независимо от ухода, – за счет увеличения нормы высева семян с 600 тыс./га до 900 тыс./га количество сорняков снижалось до 58 %. Установлена оптимальная норма высева семян для скороспелого сорта Устя – 900 тыс./га. Самые благоприятные условия для роста и развития растений в посевах обычного рядового способа были созданы с использованием механического способа ухода.

Ключевые слова: соя, норма высева, способ ухода, урожайность.

Опыт возделывания сои показывает, что вполне реально получать урожайность зерна 2,5-3,0 т/га. Однако имеют место существенные колебания урожайности по годам, обусловленные рядом биологических особенностей сои, определяющих приемы ее

возделывания. Поскольку соя относится к группе теплолюбивых культур, имеются определенные требования к условиям среды при прорастании семян и появлении всходов. Замедленный рост в начале вегетации определяет необходимость создавать, путем высококачественной предпосевной обработки почвы, семян, своевременного посева, оптимизации нормы высева и приемов по уходу за растениями, оптимальные условия для дружного появления всходов с желаемой густотой стояния, формирования чистых от сорняков высокопродуктивных агроценозов [1].

Соя с первых дней развития нуждается в защите от сорняков. Сейчас в земледелии наблюдается изменение представления о роли сорняков в агрофитоценозе [2]. Если раньше приемлемой была концепция уничтожения сорняков, то сейчас широкое распространение приобретает новая концепция – регулирование их численности. В условиях ограниченных возможностей приобретения дорогостоящих гербицидов необходимо более широко использовать агротехнические приемы [3, 4].

В комплексе мер по защите сои от сорных растений наряду с применением гербицидов большую роль играют агротехнические приемы возделывания. При этом совершенствование системы защиты сои от сорных растений должно быть основано на познании видового состава, численности основных видов и их вредоносности, а также влияния особенностей возделывания культуры на сорное сообщество. Особенно это важно при разработке безгербицидной, адаптивной, ресурсосберегающей и экологически безопасной технологии возделывания культуры [5].

Выращивание сои возможно без применения гербицидов, – за счет тщательной обработки почвы и междурядных культиваций в послевсходовый период. Однако, применение междурядных обработок почвы в посевах сои обычным рядовым способом посева невозможно, поэтому возникает вопрос: возможно при использовании этого способа посева снизить гербицидную нагрузку на агрофитоценоз с наименьшими потерями её урожая в результате воздействия сорняков [6, 7, 8, 9].

Цель исследований – проанализировать структуру видового состава сорняков, уровень засоренности агрофитоценоза и урожайность сои в зависимости от норм высева семян и способов ухода за посевами.

Методика и условия проведения исследований

Объект исследований – сорт сои Устя. Схема двухфакторного опыта приведена в таблице 1.

Таблица 1

Схема полевого двухфакторного опыта

Способ ухода за посевами (фактор А)	Норма высева семян, тыс./га (фактор Б)
Без ухода ($А_1$)	600 ($Б_1$)
Механический ($А_2$)	700 ($Б_2$)
Химический ($А_3$)	800 ($Б_3$)
	900 ($Б_4$)

Полевые исследования проводились в 2007-2009 годах на опытном поле учебно-опытного хозяйства «Юбилейный» Полтавской государственной аграрной академии, которое расположено в селе Бричковка Полтавского района Полтавской области. По схеме агропочвенного районирования Украины территория опытного поля расположена в центральной части Лесостепи. Испытание результатов научного опыта в условиях производства проводили на протяжении 2012-2015 гг.

Основная и предпосевная обработки почвы не отличались по вариантам. Сеяли сою в третьей декаде мая обычным сплошным рядовым способом с междурядьями 15 см, сеялкой СН-16, на глубину 4 см. Норма высева семян для каждого варианта определялась согласно схемы опыта. Уход за посевами проводили на каждом варианте по-разному, в соответствии с условиями схемы опыта. На вариантах опыта «без ухода» не проводили приёмы по

регулированию численности сорняков после посева сои, эти участки на протяжении вегетации культуры были с естественной засоренностью. На вариантах, где способ ухода за посевами был механический, проводили одно довсходовое и два послевсходовых боронования легкой зубовой бороной ЗПБ-0,6А. Довсходовое боронование проводили через 5 дней после посева культуры, первое послевсходовое – в фазе всходов культуры, а второе послевсходовое – при появлении двух настоящих листьев у растений сои. Наилучший эффект от боронований получают в фазе белой ниточки сорняков. Бороновали поперек или по диагонали поля в середине дня, когда растения немного теряют тургор и не ломаются. На вариантах опыта с химическим способом ухода за посевами, регулировали численность сорняков путем опрыскивания посевов в фазе трёх настоящих листьев у культуры баковой смесью страховых гербицидов: Базагран, 48 % в.р. (бентазон), в норме 2 л/га и Фюзилад Супер, 12,5 % (флуазифоп-П бутил), в норме 2 л/га. Баковую смесь вносили с помощью ранцевого опрыскивателя из расчета затрат рабочего раствора 250 л/га. Все остальные технологические операции по уходу за культурой для всех вариантов опыта проводили аналогично. Собирали урожай с помощью комбайна Sampo, каждый участок отдельно.

Учет количества сорняков проводили дважды: через 10 дней после появления всходов (критический период роста и развития растений сои) и перед уборкой урожая. Виды сорняков определяли с помощью Атласа-определителя сорняков. По данным Полтавской метеостанции в 2007, 2008 и 2009 годах температура воздуха с 1 мая по 30 сентября значительно не отличалась, а количество осадков существенно варьировало. Так в 2007 году за этот период выпало осадков 443,6 мм, в 2008-201,3, а в 2009 – 295,5 мм.

Результаты исследований и их обсуждение

Во время учета нами было определенно, что на уровень засоренности посевов влияли погодные условия, так как в наиболее увлажненный 2007 год по сравнению с 2008 и 2009 гг. была наивысшая численность сорняков на опытных участках. Среди сорняков преобладали в значительной степени представители класса однодольных - семьи злаковых, многолетние были представлены пыреем ползучим, а однолетние – щетинником сизым и просом куриным (табл. 2). Представители класса двудольных были в меньшинстве. Среди многолетних сорняков во время учета были обнаружены осот розовый, осот желтый полевой, вьюнок полевой, одуванчик лекарственный, среди однолетних – ярутка полевая, трехреберник, марь белая, щирица запрокинутая, пастушья сумка.

По агробиологической классификации преобладали яровые поздние сорняки: щетинник сизый, просо куриное, марь белая, щирица запрокинутая. Их удельный вес в общей структуре соевого агроценоза составлял 63,48 %. Многолетние корнеотпрысковые сорняки были представлены на уровне 18,87 % осотом розовым, осотом желтым полевым и вьюнком полевым, В период уборки в посевах сои было отмечено появление таких зимующих сорняков как ярутка полевая, трехреберник, пастушья сумка, их численность была в пределах 11,17 %. Встречались также многолетние корневищные и стержнекорневые сорняки, такие как пырей ползучий и одуванчик лекарственный, на уровне 3,69 % и 1,35 % соответственно.

Формирование видового многообразия сорной растительности в посевах сои зависит в первую очередь от того, что соя культура поздних сроков посева, поэтому яровые поздние сорняки были представлены четырьмя видами растений. Среди многолетних сорняков встречались пять видов растений. Зимующие виды сорняков были отмечены тремя видами растений. Численность сорных растений в агроценозе сои зависела в первую очередь от погодно-климатических условий, которые сложились в годы исследований. В среднем за 2007-2009 годы исследований было 199,8 шт/м^2 сорняков. В 2007 году 284,6 шт/м^2, что на 42,44 % выше, чем в среднем за три года, такое явление объясняется значительно большим количеством осадков, какие выпали за вегетационный период сои. А самая низкая численность сорняков была отмечена в 2008 году – 140,5 шт/м^2, что на 29,68 % меньше, чем в среднем за 2007-2009 гг., поскольку за вегетационный период сои в 2008 году выпало наименьшее количество осадков.

Таблица 2

Структура видового состава и количество сорняков в посевах сои

Виды сорняков	Количество сорняков, шт/м^2				Структура сорняков, %
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	В среднем	
Всего	284,6	140,5	174,3	199,8	100,00
Однодольные:	185,4	75,9	98,5	119,93	60,03
Щетинник сизый (Setaria glauca)	128,8	54,4	77	86,73	43,41
Пырей ползучий (Agropyron repens)	12,4	5,4	4,3	7,37	3,69
Просо куриное (Echinochloa cruss galli)	44,2	16,1	17,2	25,83	12,93
Двудольные:	99,2	64,4	75,8	79,8	39,94
Осот розовый (Cirsium arvense)	27,2	14,3	16,4	19,30	9,66
Осот желтый полевой (Sonchus arvensis)	21,4	10,5	14,8	15,57	7,79
Ярутка полевая (Thlaspi arvensis)	10,4	9,7	8,9	9,67	4,84
Трехреберник (Matricaria inodora)	6,5	8,8	11,3	8,87	4,44
Марь белая (Chenopodium album)	12,8	11,3	12,1	12,07	6,04
Щирица запрокинутая (Amaranthus retroflexus)	1,3	2,1	3,2	2,2	1,10
Вьюнок полевой (Convolvulus arvensis)	4,3	2,5	1,7	2,83	1,42
Пастушья сумка (Capsella bursa – pastoris)	6	3,1	2,2	3,77	1,89
Одуванчик лекарственный (Taraxacum officinale)	4	1	3,1	2,7	1,35
Другие	5,3	1,1	2,1	2,83	1,42

Механический способ ухода за посевами дает возможность снизить численность сорняков до 72 % по сравнению с контролем (табл. 3). На вариантах опыта с химическим способом ухода за посевами численность сорняков уменьшилась до 91 % по сравнению с контролем.

Норма высева влияла на уровень засоренности посевов независимо от способов ухода. С увеличением нормы высева семян от 600 до 900 тыс./га численность сорняков снижалась до 55 %. Сорт Устя сформировал самую высокую урожайность – 2,46 т/га в посевах с механическим способом ухода и нормой высева семян 900 тыс./га. По результатам подсчета численности сорной растительности – количество сорняков в посевах с механическим способом ухода было выше, чем на вариантах, где применяли баковую смесь страховых гербицидов. Однако, наблюдения за ростом и развитием растений сои в процессе вегетации показали, что боронование посевов создавало лучшие условия для формирования её вегетативной массы и урожайности.

Экономическая оценка результатов опыта показала, что самая высокая себестоимость выращенной продукции была на вариантах с химическим способом ухода за посевами, а наибольший размер прибыли и уровень рентабельности получены при технологии выращивания сои с механическим способом ухода за посевами [10].

Таблица 3

Численность сорняков и урожайность сои, в зависимости от норм высева семян и способов ухода за посевами (2007–2009 гг.)

Способ ухода за посевами	Норма высева семян, тыс./га	Количество сорняков, шт/м^2	Снижение численности сорняков, в сравнении с контролем, %	Урожайность, т/га
Без ухода	600 (контроль)	196,8	-	0,57
	700	157,20	20,12	0,72
	800	131,20	33,33	0,83
	900	87,63	55,47	0,91
Механический	600	53,97	72,58	2,11
	700	36,73	81,33	2,26
	800	29,40	85,06	2,31
	900	17,03	91,34	2,46
Химический	600	17,30	91,21	2,11
	700	13,33	93,22	2,22
	800	9,93	94,95	2,29
	900	5,10	97,41	2,36
$НСР_{05}$	по нормам высева			0,52
$НСР_{05}$	по способам ухода за посевами			0,19
$НСР_{05}$	по опыту			0,59

Испытания результатов научных исследований были проведены на протяжении 2012–2013 гг. в условиях фермерского хозяйства «Дмитренко В.С.» Решетиловского района Полтавской области. Объект испытаний – влияние механического способа ухода за посевами сои при норме высева 800 тыс. семян/га. Контрольным вариантом была технология выращивания сои в хозяйстве, которая предусматривает применение гербицидов в борьбе с сорняками. В 2012 году получили прибавку урожая на уровне 0,12 т/га, а в 2013 году – 0,23 т/га.

На протяжении 2014-2015 гг. испытания результатов научных исследований были проведены в условиях фермерского хозяйства «Подкова» Оржицкого района Полтавской области. Объект испытаний – влияние нормы высева семян 800 тыс./га при выращивании сои обычным рядовым способом посева при механическом уходе за посевами. Контрольным вариантом была технология выращивания сои в хозяйстве, которая предусматривает посев с нормой высева семян 600 тыс./га. В 2014 году получили прибавку урожая на уровне 0,28 т/га, а в 2015 году – 0,29 т/га.

Таким образом, выращивание сои сорта Устя по безгербицидной технологии позволило с помощью повышенных норм высева семян и механического способа ухода за посевами регулировать численность сорняков и повысить урожайность культуры до экономически целесообразного уровня.

Литература

1. Акулов А.С., Васильчиков А.Г. Изучение элементов технологии возделывания новых сортов сои Зуша и Мезенка // Зернобобовые и крупяные культуры. № 1 (17). 2016. – Орёл. – С. 45-51.

2. Зуза В. С., Гутянський Р.А. Вплив забур'яненості на врожайність сої // Агроном. – 2009. – № 3. – С. 82-85.

3. Шевніков М. Я. Конкурентоздатність посівів сої по відношенню до бур'янів // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2007. – № 1. – С. 30-32.

4 .Шевніков М. Я., Міленко О.Г. Міжвидова конкуренція та забур'яненість посівів сої залежно від моделі агрофітоценозу // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Випуск 3 (86). – Миколаїв. – 2015. – С. 116-123.

5. Парахин Н.В., Лысенко Н.Н., Кузмичева Ю.В. Засоренность посевов сои при различных условиях возделывания // Зернобобовые и крупяные культуры. – № 1 (17). – 2016. – Орёл. – С. 14-21.

6 .БрухальФ.Й., Красюк Л.М. Ефективність агротехнічних і хімічних заходів за контролювання чисельності бур'янів у посівах сої // Карантин і захист рослин. – 2010. № 3. – С. 10-11.

7. Сторчоус І. М. Контроль бур'янів на сої в другій половині вегетації // Агроном. – 2011. – № 4. – С. 87–89.
8. Баранов В. Ф. О возможности и эффективности рядового сева сои. // Земледелие. – 2004. – № 2. – С. 30–32.
9.Хамоков Х.А. Влияние способов посева и норм высева семян на продуктивность сои // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 2. – С. 16–17.
10. Шевніков М.Я., Міленко О.Г. Економічна оцінка вирощування сої за різних технологій // Агробіологія. Збірник наукових праць. – № 2 (121). – Біла Церква. – 2015. – С. 83–86.

IMPACT OF AGROTECHNICAL MEASURES IN THE TECHNOLOGY OF SOYBEAN GROWING BY DRILLING SOWING METHOD ON WEEDINESS OF AGROPHYTOCENOSIS AND GRAIN YIELD

O. G. Milenko
POLTAVA STATE AGRARIAN ACADEMY

Abstract: *Weediness of crops is one of the most important factors effecting formation of soybean productivity. Quantity of weeds decreased to 91 % in comparison with control on the variants of the experiment with chemical method of crops care. Mechanical method of crops care helps to decrease quantity of weeds to 72 % in comparison with control. The seeding rate influenced on all variants of the experiment, regardless of crops care and variety. Quantity of weeds was decreasing to 58 % due to increase of seeding rate from 600 thousand/ha to 900 thousand/ha. Optimal seeding rate for precocious variety Ustya is 900 thousand/ha. The most favorable conditions for growth and development of plants on drilling crops were created with mechanical method of crops care.*

Keywords: soybean, variety, seeding rate, method of crops care, quantity of weeds, productivity.

УДК 635.657:633/635

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ НУТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

А. С. АКУЛОВ, Ж. А. БЕЛЯЕВА*, кандидаты сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»
*ДЕПАРТАМЕНТ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Цель исследований – разработка элементов технологии возделывания различных сортов нута – Приво 1, Золотой юбилей, Краснокутский 36 и их сравнительная оценка. Исследования проводили в 2014-2015 гг. на опытных полях ВНИИЗБК. Для выявления потенциальной продуктивности различных сортов нута в условиях севера ЦЧР изучали различные агроприемы: протравливание семян ТМТД перед посевом, способ посева, норму высева, внесение удобрений. Было установлено, что наиболее скороспелым и продуктивным оказался сорт Приво1 – (1,79 т/га), Золотой Юбилей и Краснокутский 36 уступали соответственно на 0,28 и 0,42 т/га и созревали на две недели позже.

Выявлены различия по способу посева. Для сортов Приво 1 и Краснокутский 36 наиболее эффективен рядовой способ посева – превышение урожая составило соответственно 0,22 и 0,17 т/га, для сорта Золотой юбилей – широкорядный, он обеспечил прибавку урожая 0,18 т/га. При рядовом посеве целесообразно применять норму высева 0,7 млн. всхожих семян/га для сорта Золотой юбилей и 1 млн. всхожих семян/га для сортов Приво1 и Краснокутский 36. При широкорядном посеве норма высева – 0,8 млн. всхожих семян на гектар для всех изучаемых сортов.

Важным фактором повышения урожая семян нута на почвах среднего уровня плодородия явилось применение минеральных удобрений: при рядовом способе посева у всех сортов достоверная прибавка от их действия колебалась от 0,06 до 0,25 т/га, при широкорядном посеве – от 0,10 до 0,25 т/га.

Следует отметить, что в вариантах с предпосевной обработкой семян протравителем отмечен значительный рост полноты всходов – в 2,5 раза и урожайности нута на 0,72 т/га, по сравнению с вариантами, где семена не были протравлены.

Ключевые слова: сорт, нут, протравливание семян, способ посева, норма высева, минеральные удобрения.

В России упоминание о нуте было в 70-х годах XVIII века. В европейскую часть нашей страны эта культура проникла, по-видимому с Кавказа и Балканских стран и сначала широко распространилась в Крыму [1].

В Нижнем Поволжье нут по урожайности не уступает гороху, а в засушливые годы превосходит его. В Волгоградской области в отдельные засушливые годы продуктивность нута составила 1,0-1,9 т/га, в Саратовской области 1,0-1,6 т/га, на почвах Краснодарского края средняя урожайность нута за ряд лет составила 2,4 т/га [2]. О перспективности нута для засушливых районов писали академики Н.И. Вавилов (1922), П.Н. Константинов (1926), Д.Н. Прянишников (1955).

Сорта нута Юбилейный, Совхозный, Краснокутский 28, Волгоградский 5, Волгоградский 10, Приво 1 способны давать высокие урожаи на каштановых, суглинистых и супесчаных почвах при температуре окружающей среды до 40° С и больше. Период вегетации этих сортов составляет 84-95 дней [3-5].

В Орловской области все чаще отмечаются годы с уровнем осадков менее 500 мм. Этот уровень можно считать критическим для растениеводства. Кроме того, происходит дальнейшее постепенное повышение среднегодовой температуры [6, 7].

Сдвиг вегетационных зон приведет к расширению ареала возделывания некоторых культур, в том числе и нута, на север. Так, если среднегодовая температура воздуха повышается на 1° С, граница выращивания растений расширяется на север на 200-300 км [8].

Цель работы – сравнительная оценка сортов нута и разработка технологии их возделывания на севере Центрально-Черноземного региона (ЦЧР).

Исследования проводили в 2014-2015 гг. на полях севооборота лаборатории агротехнологий и защиты растений ВНИИЗБК на темно-серой лесной среднесуглинистой почве, содержащей 4,0-4,2 % гумуса, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 14,6-18,3 мг, калия – 11,2-16,1 мг на 100 г почвы.

Возделывали сорта нута: Приво 1, Золотой юбилей, Краснокутский 36.

Варианты пятифакторного опыта предусматривали разные способы посева: рядовой и широкорядный (фактор В); нормы высева – 0,7 (контроль) и 1,0 млн. всхожих семян на 1 га при рядовом посеве (с междурядьями 15 см) и 0,5 и 0,8 млн. – при широкорядном (с междурядьями 45 см) посеве (фактор С); два уровня питания – без удобрений (контроль) и N30P60K60 (фактор Д), протравливание семян перед посевом препаратом ТМТД в дозе 6 л/т и посев непротравленными семенами (контроль) – фактор Е.

В течение вегетационного периода был проведен комплекс агротехнических мероприятий по уходу за посевами (боронование, междурядные обработки). В опыте проводились фенологические наблюдения, учет полноты всходов, густоты стояния растений перед уборкой, структурный анализ урожая [9].

Данные многофакторного полевого опыта подвергались дисперсионному анализу по Б.А. Доспехову (1985).

Погодные условия в годы исследований характеризовались дефицитом влаги, осадков выпало около 80 % от среднемноголетней нормы, и превышением средней температуры воздуха на 1,8-3,0°С от среднемноголетних значений.

Благоприятные условия для посева складывались в третьей декаде апреля, почва прогревалась на глубине заделки семян до 7,5°С. Продолжительность вегетационных

периодов колебалась от 114 до 130 дней. Наиболее скороспелым оказался сорт Приво 1, созревавший на 2 недели раньше Золотого юбилея и Краснокутского 36.

При анализе полноты всходов нута были выявлены существенные различия между вариантами. Предпосевная обработка протравителем обеспечила полноту всходов у сорта Приво 1 на уровне 43,5…60,1 %, у сорта Золотой юбилей – 54,2…79,0, у сорта Краснокутский 36 – 59,3…85,6 %. При этом в вариантах, где семена не были протравлены, полевая всхожесть снижалась более чем в 2 раза и составила 16,4…29,1 % у сорта Приво 1; 24,7…41,2% у сорта Золотой юбилей и 24,8…39,8 % у сорта Краснокутский 36.

Анализ динамики роста растений нута в процессе вегетации показал, что существенных различий по высоте растений в фазу бутонизации и в период цветения между вариантами не установлено.

В период плодообразования высота растений в вариантах с внесением удобрений была по сравнению с неудобренным фоном выше на 2,2…11,0 см у сорта Приво 1, на 2,2…12,2 см у сорта Краснокутский 36, у сорта Золотой юбилей разница между вариантами была не существенной.

Структурный анализ снопового материала свидетельствует о том, что количественные характеристики растений нута изменялись в зависимости от сорта и от агроприёмов.

Наиболее крупносемянный и продуктивный сорт Приво 1 – масса семян с 1 растения была 3,86 г, а масса 1000 семян – 166,4 г, в то время как у Золотого юбилея и Краснокутского 36 эти показатели были ниже и составили соответственно, 2,62 г, 153,6 г и 2,32 и 151,6 г.

Как следствие, коэффициент хозяйственной интенсивности сохранил ту же тенденцию.

Наибольшие значения показатели структурного анализа имели в вариантах с меньшей густотой стояния растений и при внесении минеральных удобрений. Масса семян с одного растения возросла на 0,04…0,56 г, масса 1000 семян – на 6,52…40,35 г.

В среднем за два года урожайность сорта Приво 1 также была наибольшей и составила 1,79 т/га, Золотой юбилей и Краснокутский 36 уступали, соответственно, на 0,28 и 0,42 т/га (табл.).

Следует отметить, что выявлены различия по способу посева. Для сорта Краснокутский 36, как и для Приво 1 наиболее эффективным по сравнению с широкорядным оказался рядовой способ посева, превышение урожая составило 0,22 и 0,17 т/га, для сорта Золотой юбилей – широкорядный, который обеспечил прибавку урожая 0,18 т/га.

Как показали результаты исследований, при рядовом посеве целесообразно применять норму высева 0,7 млн. всхожих семян/га для сорта Золотой юбилей и 1,0 млн. всхожих семян/га для сортов Приво 1 и Краснокутский 36. При широкорядном посеве целесообразно применять 0,8 млн. всхожих семян/га для всех изучаемых сортов.

В условиях вегетационных периодов 2014…2015 гг., важным фактором повышения урожая семян нута на почвах среднего уровня плодородия являлось применение минеральных удобрений. При рядовом способе посева у всех сортов достоверная прибавка от их действия колебалась от 0,06 до 0,23 т/га, при широкорядном посеве – от 0,10 до 0,25 т/га.

Также существенное увеличение урожая отмечено в вариантах с предпосевной обработкой семенного материала протравителем и достигало 0,72 т/га.

Таблица

Влияние элементов технологии возделывания на урожайность сортов нута (среднее 2014…2015 гг.)

Сорт, фактор А	Способ посева, фактор В	Нормы высева, млн. всх./га, фактор С	Фон питания, фактор D	Обработка семян, фактор Е	Урожайность, т/га			Прибавка по фактору, ±				
					2014 г.	2015 г.	среднее	А	Б	С	D	Е
Приво 1	Рядовой	0,7	не удобр,	не обр,	1,91	1,48	1,70	–	–	–	–	-
				обр,	2,39	1,73	2,06					0,36
			$N_{30}K_{60}P_{60}$	не обр,	1,78	1,41	1,60				0,06	-
				обр,	2,58	1,96	2,27					0,67
		1,0	не удобр,	не обр,	1,72	1,48	1,60			- 0,01	–	-
				обр,	2,15	1,77	1,96					0,36
			$N_{30}K_{60}P_{60}$	не обр,	1,92	1,60	1,76				0,23	-
				обр,	2,52	1,99	2,26					0,50
	Широкорядный	0,5	не удобр,	не обр,	1,49	1,32	1,41		- 0,22	–	–	-
				обр,	1,93	1,67	1,80					0,39
			$N_{30}K_{60}P_{60}$	не обр,	1,42	1,32	1,37				0,02	-
				обр,	2,01	1,73	1,87					0,50
		0,8	не удобр,	не обр,	1,30	1,38	1,34			0,14	–	-
				обр,	2,19	1,70	1,95					0,61
			$N_{30}K_{60}P_{60}$	не обр,	1,62	1,49	1,56				0,22	-
				обр,	2,41	1,90	2,16					0,60
Золотой юбилей	Рядковой	0,7	не удобр,	не обр,	1,65	0,95	1,30	- 0,28	–	–	–	-
				обр,	1,97	1,15	1,56					0,26
			$N_{30}K_{60}P_{60}$	не обр,	1,65	1,12	1,39				–	-
				обр,	1,75	1,18	1,47					0,08
		1,0	не удобр,	не обр,	1,35	0,96	1,16			- 0,02	–	-
				обр,	2,22	1,13	1,68					0,52
			$N_{30}K_{60}P_{60}$	не обр,	1,77	0,94	1,36				0,02	-
				обр,	1,77	1,11	1,44					0,08
	Широкорядный	0,	не удобр,	не обр,	1,66	0,93	1,30		0,18	–	–	-
				обр,	2,29	0,94	1,62					0,32
			$N_{30}K_{60}P_{60}$	не обр,	1,47	0,92	1,20				0,10	-
				обр,	2,72	1,11	1,92					0,72
		0,8	не удобр,	не обр,	1,38	1,18	1,28			0,19	–	-
				обр,	2,50	1,23	1,87					0,59
			$N_{30}K_{60}P_{60}$	не обр,	1,80	1,25	1,53				0,25	-
				обр,	2,81	1,43	2,12					0,59
Краснокутский 36	Рядовой	0,7	не удобр,	не обр,	1,53	0,76	1,15	- 0,42	–	–	–	-
				обр,	2,15	0,79	1,47					0,32
			$N_{30}K_{60}P_{60}$	не обр,	2,00	0,77	1,39				0,20	-
				обр,	2,31	0,92	1,62					0,23
		1,0	не удобр,	не обр,	1,49	0,77	1,13			0,07	–	-
				обр,	2,39	0,85	1,62					0,49
			$N_{30}K_{60}P_{60}$	не обр,	2,22	0,91	1,57				0,21	-
				обр,	2,34	0,86	1,60					0,03
	Широкорядный	0,5	не удобр,	не обр,	1,34	0,80	1,07		- 0,17	–	–	-
				обр,	1,66	0,82	1,24					0,17
			$N_{30}K_{60}P_{60}$	не обр,	1,68	0,86	1,27				0,18	-
				обр,	1,83	0,94	1,39					0,12
		0,8	не удобр,	не обр,	1,27	0,99	1,13			0,06	–	-
				обр,	2,15	1,05	1,60					0,47
			$N_{30}K_{60}P_{60}$	не обр,	1,21	0,98	1,10				- 0,13	-
				обр,	1,55	1,18	1,37					0,27
$НСР_{05}$ по факторам				А	0,21	0,09						
				В	0,14	0,11						
				С	0,08	0,04						
				D	0,17	0,06						
				Е	0,13	0,04						

Заключение

По результатам двухлетних исследований можно сделать вывод о том, что наиболее скороспелым и продуктивным оказался сорт нута Приво 1, который может быть рекомендован для возделывания на севере ЦЧР.

Наиболее эффективно применение нормы высева при рядовом способе посева сорта Приво 1 и Краснокутский 36 – 1,0 млн. всхожих семян/га, сорта Золотой юбилей – 0,7 млн.

При широкорядном посеве все сорта показали наибольшую продуктивность при норме высева 0,8 млн. всхожих семян/га. Для повышения продуктивности и стабилизации урожайности необходимо протравливать семена ТМТД (6 л/га) и вносить минеральные удобрения в дозе N30P60K60.

Литература

1. Павленко В.П., Петров Н.Ю., Мельникова А.В. Технологии и средства возделывания нута. Волгоград: Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия, 2003. – 160 с.

2. Балашов В.В. Особенности биологи, селекции и технологии возделывания нута в Нижнем Поволжье. Дисс.. докт. с.-х. наук. Волгоград, 1985. – 352 с.

3. Корнилов А.А. Зерновые бобовые культуры. Ставрополь: Кн. Изд-во, 1963. – 68 с.

4. Нецветаев В.П., Правдин И.В., Петренко А.В. Урожайность сортов нута при использовании микробиологических препаратов // Достижения науки и техники АПК. – 2016. Т.30.№ 1. – С.37-39.

5. Ресурсосберегающая технология производства нута / Н.И. Германцева, А.В. Балашов, В.И. Зотиков, М.В. Донская, Т.С. Наумкина, А.В. Глазков, Е.Л. Ревякин. – М.: Росинформагротех, 2015. – 48 с.

6. Страшный В.П. Агроклиматические ресурсы Орловской и Липецкой областей. – Л.: Гидрометеоиздат, 1972. – 118 с.

7. Смирнова Л.Г., Михайленко И.И. Влияние экологических факторов среды на пластичность сортов озимой пшеницы. // Аграрная наука. 2.2016. – С.12-13.

8. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Территориальное управление по гидрометеорологии ЦЧО. Л.: Гидрометеоиздат, 1990, Серия 3. Часть 1-6. Вып. 28. – 365 с.

9. Назаренко К.С., Маринич П.Е., Лукьяненко П.П., Долгушин Д.А., Соколов Б.П., Кузьмин В.П. и др. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. М.; Колос, 1971. – С. 79-107.

COMPARATIVE EVALUATION OF DIFFERENT VARIETIES OF CHICKPEA, DEPENDING ON THE ELEMENTS OF TECHNOLOGY OF CULTIVATION

A. S. Akulov, Zh. A. Belyaeva *

FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»
*DEPARTMENT OF ECONOMIC DEVELOPMENT AND INVESTMENT ACTIVITY OREL REGION

Abstract: *The purpose of research – development of elements of technology of cultivation of different varieties of chickpea – (Privo 1, Zolotoj yubilej, Krasnokutskij 36) and their comparative evaluation. To identify the potential productivity of different varieties of chickpea under conditions of north of the central black earth region studied various agricultural methods: seed treatment with TMTD before sowing, sowing method, sowing rate, application of fertilizer. It was found that the most precocious and productive cultivar proved Privo 1 – (1,79 t/ha), Zolotoj yubilej and Krasnokutskij 36 yielded respectively 0.28 and 0,42 and ripened two weeks later.*

Differences according to the method of sowing. For varieties Privo 1 and Krasnokutskij 36 the most effective was the ordinary way of sowing – yield excess amounted respectively 0,22 and 0,17 t/ha, for wariety Zolotoj yubilej – wide row sowing, that ensured yield increase 0,18 t/ha. With drill seeding is advisable to apply the seed rate 0.7 mln. of germinating seeds/ha for variety Zolotoj yubilej and 1 mln. of germinating seeds/ha for varieties Privo 1 and Krasnokutskij 36. When planting in wide row the sowing rate is 0,8 mln. of germinating seeds/ha for all varieties studied.

An important factor in increasing seed yield of chickpea in soil fertility was a mid-level application of mineral fertilizers: at ordinary method of planting for all the sorts the significant growth of their actions ranged from 0,06 to 0,25 t/ha, at sowing in wide row – from 0,10 to 0,25 t/ha. In variants with preplant seed treatment with disinfectant a significant growth of seedlings completeness was registered – 2,5 times and of yield chickpea 0,72 t/ha as compared to variants where the seeds were not treated.

Keywords: variety chickpeas, seed treatment, method of sowing, seeding rate, fertilizer.

УДК 635.657:631.527

ФОРМИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ПРИЗНАКОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ НУТА ПО РЕАКЦИИ НА НИТРАГИНИЗАЦИЮ СЕМЯН

Н. А. ВУС, О. Н. БЕЗУГЛАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук,
Л. Н. КОБЫЗЕВА, доктор сельскохозяйственных наук
ИНСТИТУТ РАСТЕНИЕВОДСТВА ИМ. В.Я. ЮРЬЕВА НААН, УКРАИНА

В статье представлены данные о формировании специальной признаковой коллекции нута по реакции на нитрагинизацию семян на базе авторских исследований, проведенных в лаборатории генетических ресурсов зернобобовых и крупяных культур Института растениеводства им. В.Я. Юрьева. Данная коллекция включает в себя 44 образца двух морфотипов нута kabuli и desi из 12 стран, охватывает варьирование трёх признаков: реакция массы клубеньков с 1 растения, отклонение массы 1000 семян, реакция массы семян с 1 м^2. Выделены сорта-эталоны положительной и отрицательной реакции на нитрагинизацию.

Ключевые слова: нут, коллекция, нитрагинизация, сорт – эталон, реакция.

Формирование специальных, признаковых, рабочих и других коллекций на основе изучения базовой коллекции образцов является важной частью научной работы лаборатории генетических ресурсов зернобобовых и крупяных культур Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН. Скрининг коллекции нута по реакции образцов на нитрагинизацию позволил нам сформировать и зарегистрировать в Национальном центре генетических ресурсов растений Украины специальную признаковую коллекцию, а также выделить сорта-эталоны положительной и отрицательной реакции на нитрагинизацию.

Использование естественной азотфиксации зернобобовыми культурами давно применяется в сельском хозяйстве для повышения плодородия почв, снижения уровня внесения азотных удобрений. В 1977 году для развивающихся стран рекомендовали применение бактериальных препаратов при выращивании нута, чтобы отказаться от внесения азотных удобрений, которые дорого стоят и загрязняют почву остатками минерального азота [1]. Предпосевная инокуляция семян бактериальными препаратами сравнима с внесением азотных удобрений в дозе 50 кг/га [2]. Этот агротехнический прием широко распространен в мировом сельскохозяйственном производстве и хорошо зарекомендовал себя, обеспечивая прибавку урожайности до 64 %, особенно на бедных почвах [3]. Инокуляция семян увеличивает как количество, так и размер клубеньков на корнях растений, что тесно связано с увеличением урожайности нута [4]. Изучение перекрёстной инокуляции штаммами азотфиксирующих бактерий от ряда зернобобовых культур разных сортов нута показало, что положительная реакция наблюдается только при обработке растений бактериями, полученными из азотфиксирующих клубеньков нута [5]. При правильном подборе пары «сорт нута – штамм бактерии» показатели азотфиксации и урожайности всегда превышают показатели заражения бактериями естественного фона почвы [6, 7]. Высокая видо- и сортоспецифичность бобово-ризобиального симбиоза, а также его подверженность влиянию почвенных, агроклиматических и территориальных факторов стимулирует дальнейшее изучение взаимодействия бобовых растений и бактерий симбионтов в разных условиях, так как только путем подбора можно установить пары, которые дадут максимальный эффект для каждой зоны и каждой культуры [8]. Mei Yu утверждает, что увеличение естественной азотфиксации у бобовых растений помогает им формировать большее количество биомассы в условиях современных изменений окружающей среды, таких, как увеличение концентрации CO_2 и повышение температуры [9].

Цель работы – сформировать специальную признаковую коллекцию по реакции растений нута на нитрагинизацию с выделением сортов-эталонов разной степени проявления

признаков для селекции на повышение генетического азотфиксирующего потенциала симбиотической системы.

Методика и условия проведения исследований

Опыты проводились в 2006 – 2008 годах в полевых и лабораторных условиях по общепринятым методикам. Полевые испытания были заложены на опытных полях Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН Украины, предшественник – озимая пшеница. Агротехника – общепринятая при выращивании нута в восточной части Лесостепи Украины. Было проведено трехлетнее изучение влияния нитрагинизации семян на урожайность и другие показатели. Размер делянки – 2 м^2 без повторений, схема посева – 30х10 см, посев – в оптимальные сроки. Семена обрабатывались непосредственно перед посевом ризобофитом на основе эффективного штамма 065 *Mesorhizobium ciceri*, полученного из Южного филиала Института сельскохозяйственной микробиологии. Контроль – посев без обработки семян ризобофитом. Стандартом был выбран сорт Краснокутский 123 (Россия).

В период максимального развития клубеньков в фазу полного цветения нута отбирались пробы с 5 растений в 3-х кратном повторении для определения количества и массы клубеньков. Растения выкапывали с корнем, промывали от земли, оценивали количество и массу клубеньков на каждом растении и рассчитывали среднее по каждому образцу, как на опыте, так и на контроле, а также среднюю массу одного клубенька. Фенологические наблюдения проводились через день, согласно Методических указаний ВИР по изучению зернобобовых культур (1976): отмечали начало и полные всходы, фазы бутонизации, цветения, начала созревания и полного созревания. Описание образцов по хозяйственным и биологическим свойствам и химическому составу проводилось согласно классификатору рода *Cicer* L.(1990). Оценка образцов на устойчивость к болезням порведена на природном фоне согласно Методических рекомендаций ВИР. В лабораторных условиях проводили учет количества и массы клубеньков, составлена база данных фенологических наблюдений: вычислены длительность всех межфазных периодов и вегетационного периода в целом. Проведена оценка всхожести и выживаемости растений, оценено общее количество бобов и число продуктивных бобов, вычислена абортивность семян в бобах. Проведена оценка урожайности и её составляющих, таких как продуктивность одного растения, крупность семян (масса 1000), количество семян в бобе и количество семян с одного растения. Отмечены показатели пригодности к механизированной уборке: высота растения и высота прикрепления нижнего боба. Для обработки экспериментальных данных использованы методы дисперсионного, вариационного, корреляционного и факторного анализов.

Погодные условия в период исследований сложились благоприятно для развития и плодообразования нута. Высокие температуры воздуха, начиная со II декады июня, которые порой достигали 32-37 °С, угнетали развитие аскохитоза, периодические умеренные дожди во второй половине вегетации культуры способствовали наливу семян, что позволило растениям нута сформировать высокий урожай качественных семян. Все образцы нута были разделены на два морфотипа: *kabuli* – с крупными семенами округлой или слабо бугорчатой формы, бежевой или желтоватой окраски и *desi* – семена темноокрашенные, угловатые.

Результаты и обсуждение

Для создания специальной признаковой коллекции было проведено трехлетнее изучение реакции образцов нута на нитрагинизацию в лаборатории генетических ресурсов зернобобовых и крупяных культур Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН Украины. Первичное изучение влияния нитрагинизации на формирование урожайности нута в условиях восточной части Лесостепи Украины было проведено в 2006 году на 6 селекционных сортах из Украины в сравнении со стандартом Краснокутский 123 (Россия): 3 – типа *kabuli*: Добробут, Триумф, Розанна и 3 – *desi*: Колорит, Пегас, Луганец. Семена были обработаны препаратом Ризобофит для нута на штамме 065 *Mesorhizobium ciceri.* В 2007-

2008 гг. предпосевная инокуляция семян была проведена на 45 образцах нута разного происхождения (из 12 стран Европы, Азии и Америки): *kabuli* – 20 образцов и *desi* – 25.

Предпосевная обработка семян клубеньковыми бактериями штамма 065 *Mesorhizobium ciceri* положительно влияла на массу клубеньков, крупность и урожайность семян. Существенного влияния на всхожесть, длительность межфазных периодов, высоту растений и высоту прикрепления нижнего боба не установлено. Так, масса клубеньков под влиянием нитрагинизации была выше контроля в 2-32 раза, в зависимости от сорта. Масса 1000 семян у сорта Триумф (Украина), при обработке, в среднем превысила контроль на 51 г, а урожайность семян была на 46 % выше, чем без обработки. Этот сорт показал наибольшую положительную реакцию на нитрагинизацию семян штаммом 065 *Mesorhizobium ciceri*.

По результатам изучения существенной разницы между реакцией *kabuli* и *desi* образцов на инокуляцию отмечено не было. Всего положительно отозвались на предпосевную обработку бактериальным препаратом 34 образца и показали прибавку урожайности по сравнению с контролем до 148 г/м^2. Превысили урожайность семян больше, чем на 16 % – 13 образцов.

Наибольшую эффективность приёма предпосевной обработки семян штаммом 065 *Mesorhizobium ciceri* продемонстрировали украинские образцы, у которых урожайность повышалась до 146 % в сравнении с контролем; образцы из Сирии 112 – 139 %, из Индии 105 – 140 %, из Канады 112 – 118 %. Эти образцы стабильно показывали положительную реакцию на действие штамма 065 *Mesorhizobium ciceri*. Американские образцы также положительно реагировали на нитрагинизацию и имели повышение урожайности в среднем за два года на 6 – 15 % по сравнению с контролем, но эта реакция была нестабильная по годам. Среди образцов, происхождением из России и Западной Европы, были такие, которые продемонстрировали снижение урожайности в течении всего периода изучения.

По результатам исследований была сформирована специальная признаковая коллекция по реакции образцов нута на предпосевную инокуляцию семян штаммом 065 *Mesorhizobium ciceri*, которая была зарегистрирована в Национальном центре генетических ресурсов растений Украины (Свидетельство № 60 от 24.06.09 г.), а также выделены образцы-эталоны: положительной реакции на обогащение клубеньковыми бактериями штамма 065 – UD0501163 (Украина) – Свидетельство № 551 от 20.05.09 г. и отрицательной реакции – UD0500495 (Іран) – Свидетельство № 552 от 20.05.09 г. (таб. 1).

Таблица 1

Перечень признаков, по которым создана коллекция и эталонные образцы

Признак	Степень проявления признака	Номер Национального каталога Украины	Страна происхождения
1. Реакция массы клубеньков с 1 растения,%	1. Высокая: 3300 % к контролю	UD0500766	Сирия
	2. Средняя: 1684 % к контролю	UD0500101	Россия
	2. Низкая: 203 % к контролю	UD0500762	Россия
2. Отклонение массы 1000 семян, г	1. Высокое: + 51 г к контролю	UD0501163	Украина
	2. Среднее: + 21 г к контролю	UD0501222	Иран
	3. Низкое: + 1 г к контролю	UD0500495	Греция
3. Реакция массы семян с 1 м^2, %	1. Высокая: 146 % к контролю	UD0501163	Украина
	2. Средняя: 119 % к контролю	UD0500762	Россия
	3. Низкая: 98 % к контролю	UD0500495	Греция

Коллекция создана по трем признакам:

1) реакция массы клубеньков с 1 растения в трёх уровнях проявления: высокая (3300 % к контролю) – 8 образцов, средняя (1684 % к контролю) – 34 образца и низкая (203 % к контролю) – 2 образца;

2) отклонение массы 1000 семян в трёх уровнях проявления: высокое – превышение в сравнении с контролем на 51 г и больше – 1 образец; среднее – превышение в сравнении с

контролем от 2 до 50 г – 34 образца; и низкое – превышение в сравнении с контролем на 1 г и ниже – 9 образцов;

3) реакции массы семян с 1 м^2 в трёх уровнях проявления: высокая – 146 % к контролю – 8 образцов, средняя 119 % к контролю – 29 образцов и низкая 98 % к контролю – 7 образцов.

Специальная признаковая коллекция по признаку «Реакция образцов нута на нитрагинизацию штаммом 065 *Mesorhizobium ciceri»* включает 44 образца вида *Cicer arietinum* L., происхождением из 12 стран (табл. 2).

Таблица 2

Распределение образцов нута типов *kabuli* и *desi* по странам

№	Страна	Количество образцов	
		Kabuli	*Desi*
1	Украина	3	3
2	Россия	3	4
3	Сирия	3	3
4	Иран	3	3
5	Индия	3	3
6	Канада	2	3
7	США	0	3
8	Венгрия	1	0
9	Чехия	0	1
10	Италия	0	1
11	Греция	0	1
12	Чили	1	0
	Всего	**19**	**25**

Образцы нута, представленные в данной коллекции, охватывают весь спектр вариации признаков, а также широкий географический диапазон исходного материала для дальнейшего использования коллекции в направленной селекции сортов с высокой степенью бобово-ризобиального симбиоза. Все образцы заложены на долгосрочное хранение в хранилище Национального центра генетических ресурсов растений Украины и доступны для селекционеров.

Выводы

Применение нитрагинизации штаммом 065 *Mesorhizobium ciceri* показало различную реакцию сортов в зависимости от их страны происхождения. Образцы из Украины и Канады, а также селекционные линии из Сирии и Индии, сформировали высокий урожай семян.

В результате проведенных исследований нами была сформирована специальная признаковая коллекция по реакции на нитрагинизацию семян штаммом 065 *Mesorhizobium ciceri*. Данная коллекция включает в себя 44 образца двух морфотипов нута из 12 стран, охватывает варьирование трёх признаков: реакция массы клубеньков с 1 растения, отклонение массы 1000 семян, реакция массы семян с 1 м^2. Выделены сорта-эталоны положительной и отрицательной реакции на нитрагинизацию.

Литература

1. Corbin E.J., Brockwell J., Gault R.R. Nodulation studies on chickpea (*Cicer arietinum* L.) // Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. – 1977. - Vol. 17(84). – P. 126 – 134.

2.El Hadi E.A., Elsheikh E.A.E. Effect of Rhizobium inoculation and nitrogen fertilization on yield and protein content of six chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in marginal soils under irrigation. //Nutrient Cycling in Agroecosystems. – 1999. - Vol. 54. – P. 57-63.

3.Imran A., Mirza M.S., Shah T.M., Malik K.A., Hafeez F.Y. Differential response of kabuli and desi chickpea genotypes toward inoculation with PGPR in different soils. // Front Microbiol. 2015. - 25;6:859. doi: 10.3389/fmicb.2015.00859.

4.Gul R., Khan H., Khan N. U., Khan F. U. Characterization of chickpea germlasm for nodulation and effect of *Rhizobium* inoculation on nodules number and seed yield // The Journal of Animal & Plant Sciences. – 2014. – Vol. 24 (5). – P. 1421-1429.

5.Valverde A., Burgos A., Fiscella T., Rivas R., Velazques E., Rodriguez-Barrueco C., Cervantes E., Chamber M., Igual J.-M. Differential effects of coinoculations with *Pseudomonas jessenii* PS06 (a phosphate-solubilizing bacterium)

and *Mesorizobium ciceri* C-2/2 strains on the growth and seed yield of chickpea under greenhouse and field conditions.// Plant and soil. – 2006. – Vol. 287, № 1-2. – P. 43-50.
6.Gaur Y. D., Sen A. N. Cross inoculation group specificity in *Cicer-Rhisobium* symbiosis // New Phytologist – 1979. – Vol. 83, Is. 3. – P. 745-754.
7.Столяров О.В., Федотов В.А., Демченко Н.И. Нут (*Cicer arietinum* L.): Монография / Воронеж: Гос. аграрный ун-т, 2004. – 256 с.
8.Бушулян О.В., Січкар В.І. Нут: генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування: Монографія / – Одеса, 2009. – 248 с.
9.Mei Yu, Gao Q., Shaffer M.J. Simulating interactive effects of symbiotic nitrogen fixation, carbon dioxide elevation, and climatic change on legume growth. // Journal of environmental quality. – 2002. - Vol. 31. – P. 634- 641.

FORMATION OF A SPECIAL TRAIT CHICKPEA COLLECTION BY RESPONSE TO SEED INOCULATION

N. A. Vus, O. N. Bezugla, L. N. Kobyzeva
PLANT PRODUCTION INSTITUTE ND. A. V.YA. YURYEV NAAS, UKRAINE

Abstract: *The article presents data of the authors' investigations, which were conducted in the Laboratory of Genetic Resources of Grain Legumes and Groat Crops of the Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuryev NAAS (Ukraine, Kharkov), on the formation of a special trait chickpea collection by response to inoculation of seeds. This collection includes 44 accessions of desi and kabuli chickpea from 12 countries, covering variations of three traits: response of nodule weight per plant, fluctuation in 1000-seed weight, response of seed weight per* m^2*. We selected varieties – standards of positive and negative responses to inoculations.*

Keywords: chickpea, collection, inoculation, variety, standard, response.

УДК 635.652./654:631.5

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОСЕВА И НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ФАСОЛИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

О. В. ОВЧАРУК, доктор сельскохозяйственных наук
Ю. В. ОКОЛОДЬКО, ассистент
ПОДОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ, УКРАИНА

Рассмотрены результаты изучения влияния способов посева и норм высева семян на урожайность сортов фасоли обыкновенной. Установлено, что лучшим по урожайности зерна при широкорядном способе и норме высева 550 тыс. шт./га был сорт Буковинка – 3,52 т/га, при рядковом способе и норме высева 850 тыс. шт./га у него получена урожайность 3,82 т/га. При ленточном способе с нормой высева 750 тыс. шт./га лучшим по урожайности был сорт Надия – 3,42 т/га. В среднем, среди способов посева наибольшую урожайность – 2,95 т/га получили от посева широкорядным способом.

Ключевые слова: фасоль обыкновенная, сорт, способ посева, норма высева, урожайность.

Достижение высокого качества зернобобовых культур, в том числе фасоли обыкновенной, требует все новых и новых кардинальных подходов, а также современного осознания путей решения проблем по их выращиванию. Это в определенной мере связано с последствиями стереотипа упрощенного понимания технологии выращивания фасоли, как зернобобовой высокобелковой культуры. Актуальным остается вопрос системной оценки сортов фасоли.

Фасоль, как и соя среди других зернобобовых культур, является стратегически необходимой высокобелковой культурой растениеводства, экономический и биоэнергетический эффекты ее выращивания являются перспективными и актуальными. Все

это способствовало за последние годы росту посевных площадей под фасолью в Украине [1-5].

Урожайность фасоли, как и других сельскохозяйственных культур, формируется в конкретных почвенно-климатических условиях выращивания, что является результатом реакции на них. Однако на рост и развитие растений влияют не только почвенно-климатические условия, но и технологические приемы выращивания.

Среди основных технологических мероприятий, направленных на повышение урожайности важная роль принадлежит выбору научно-обоснованных способов посева и норм высева фасоли обыкновенной. Правильный их выбор является одним из основных вопросов выращивания любой сельскохозяйственной культуры, особенно фасоли, потому что от правильного определения элементов технологии будет зависеть величина урожайности и ее качество, а также возможность использования механизированных средств в процессе выращивания и сбора урожая.

Материал и методика исследований

Экспериментальную работу проводили на опытном поле Подольского государственного аграрно-технического университета (НИХ «Подолье») в полевом севообороте, в 2009-2015 гг. Цель – изучение влияния способов посева и норм высева семян на урожайность сортов фасоли украинской селекции.

Климат южной части западной Лесостепи Украины умеренно континентальный. Годовая сумма осадков составляет в среднем 581 мм, из них 68 % выпадает в теплое время года. Суммарная фотоактивная радиация достигает 51,8 ккал/см^2, а за период «апрель-октябрь» – 42,2 ккал/см^2. Это позволяет выращивать в зоне высокие урожаи фасоли.

Почва – чернозем глубокий малогумусный, среднесуглинистый на лессе. Содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое – 3,4-3,8 %, легкогидролизного азота (по Корнфильду) – 10,5-12,2 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Чирикову) – 16,5 мг/100 г почвы, калия (по Чирикову) – 21,0 мг/100 г почвы.

Посевная площадь экспериментального участка – 25,0 м^2, учетная – 16,4 м^2.

Изучались сорта фасоли обыкновенной: Буковинка, Мавка, Надия; способы посева: широкорядный (ширина междурядий 45 см) с нормой высева 250-650 тыс. шт./га, рядковый (ширина междурядий 15 см) с нормой высева 550-950 тыс. шт./га ленточный (ширина междурядий 45×15×15 см) с нормой высева 450-850 тыс. шт./га.

Результаты исследований

В опытах по изучению способов посева и норм высева было установлено значительное их влияние на изменение показателей урожайности сортов фасоли обыкновенной (табл.).

Наивысшую урожайность зерна фасоли обыкновенной получили от широкорядного способа посева, что в среднем от нормы высева составило 2,95 т/га. Максимальная урожайность от нормы высева 550 тыс. шт./га отмечена у сорта Буковинка – 3,52 т/га, у сорта Мавка – 3,05 т/га. У сорта Надия этот показатель был самым высоким при норме высева 450 тыс. шт./га, и составил 3,04 т/га.

Самые низкие показатели уровня урожайности отмечены у сорта Буковинка при норме высева 650 тыс. шт./га – 2,83 т/га, у сортов Мавка и Надия при норме высева 250 тыс. шт./га – 2,76 и 2,41 т/га, соответственно.

От рядкового способа посева наивысшая урожайность зерна фасоли 3,82 т/га получена у сорта Буковинка с нормой высева 850 тыс. шт./га, что составило 3,82 т/га. Сорта Мавка и Надия при этом способе посева наивысшую урожайность показали на варианте с нормой высева 550 тыс. шт./га – 2,87 и 2,55 т/га, соответственно. Самая низкая урожайность отмечена у сорта Надия от нормы высева 850 и 950 тыс. шт./га – 1,97 и 1,84 т/га, соответственно. В среднем, в зависимости от нормы высева урожайность была на уровне 2,65 т/га.

От ленточного способа посева получены средние показатели урожайности – 2,88 т/га. При этом наблюдается изменение величины урожая в зависимости от нормы высева. Наибольшая урожайность отмечена у сорта Надия при норме высева 750 тыс. шт./га –

3,41 т/га. У сортов Мавка и Буковинка с нормой высева 550 тыс. шт./га урожайность составила 3,02 и 2,83 т/га, соответственно.

Таблица

Урожайность сортов фасоли обыкновенной в зависимости от способов посева и норм высева, т/га (среднее за 2009-2015 гг.)

Способы посева (фактор В)	Нормы высева, тыс. шт./га (фактор С)	Сорт (фактор А)			*Среднее по фактору А*	*Среднее по фактору В*
		Буковинка	Мавка	Надия		
Широкорядный	250	3,03	2,76	2,41	*2,73*	*2,95*
	350	3,25	2,93	2,73	*2,97*	
	450	3,12	2,98	3,04	*3,05*	
	550	3,52	3,05	2,99	*3,19*	
	650	2,83	2,78	2,84	*2,82*	
Рядковый	550	3,35	2,87	2,55	*2,92*	*2,65*
	650	3,38	2,73	2,38	*2,83*	
	750	3,25	2,35	2,36	*2,65*	
	850	3,82	2,04	1,97	*2,61*	
	950	2,74	2,09	1,84	*2,22*	
Ленточный	450	2,81	2,77	3,05	*2,88*	*2,88*
	550	2,83	3,02	2,97	*2,94*	
	650	2,64	2,95	3,28	*2,96*	
	750	2,45	2,87	3,41	*2,91*	
	850	2,37	2,64	3,19	*2,73*	
Среднее по фактору С		*3,03*	*2,72*	*2,73*	-	
$НСР_{05}$: А – 0,20 т/га; В – 0,24 т/га; С – 0,26 т/га; АВ – 0,25 т/га; АС – 0,19 т/га; ВС – 0,19 т/га; АВС – 0,27 т/га						

Анализ показателей урожайности за годы исследований свидетельствует, что наиболее урожайным для сорта Буковинка является рядковый способ посева с нормой высева 850 тыс. шт./га семян, что может обеспечить урожайность 3,82 т/га, и широкорядный с нормой высева 550 тыс. шт./га – 3,52 т/га. Для сорта Мавка также был лучшим широкорядный способ посева, урожайность – 3,05 т/га и ленточный с нормой высева 550 тыс. шт./га – 3,02 т/га. Для сорта Надия лучшим был также ленточный способ с нормой высева 750 тыс. шт./га – 3,41 т/га, и 650 тыс. шт./га – 3,28 т/га.

Таким образом, было установлено, что урожайность сортов фасоли обыкновенной зависела от способов посева и норм высева. Наивысшую урожайность от широкорядного способа посева получили при норме высева 550 тыс. шт./га, которая у сорта Буковинка составила 3,52 т/га. От рядкового способа наиболее эффективной была норма высева 850 тыс. шт./га с урожайностью у сорта Буковинка – 3,82 т/га. Выращивание фасоли ленточным способом показало, что наибольшую урожайность получили от нормы высева 750 тыс. шт./га сорта Надия – 3,41 т/га.

Литература

1. Бабич А.О., Петриченко В.Ф.,. Побережна А.А. Світове виробництво однорічних зернових бобових культур для вирішення проблеми білка і біологічного азоту // Матер. І Всеукр. (міжнар.) конф. по проблемі «Корми і кормовий білок». – Вінниця, 1994. – С. 164-165.

2.Іванюк С.В., Лехман А.А. ., Овчарук О.В. Мінливість показників якості зерна сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу правобережного України // Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. – Вінниця, 2015. – Випуск 80. – С. 17-24.

3. Камінський В.Ф., Голодна А.В., Шляхтуров Д.С. Інтенсифікація виробництва зернобобових культур в умовах Північного Лісостепу // Землеробство: міжвід. темат. наук. зб. / ред. кол.: В.Ф. Сайко (відп. ред.). – К.: Екмо, 2008. – Вип. 80. – С. 109-115.
4.Овчарук О.В. Перспективи вирощування квасолі в Україні / Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні агротехнології: тенденції та інновації». 17-18 листопада 2015 р. – Вінниця, 2015. – С. 282-284.
5.Петриченко В.Ф., Камінський В.Ф., Патика В.П. Бобові культури і сталий розвиток агроекосистем [Текст] // Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. / Інт. кормів УААН. – Вінниця: Тезис, 2003. – Вип. 51. – С. 3-6.

INFLUENCE SOWING METHODS AND SEEDING RATES KIDNEY BEANS ON YIELD GRADES IN CONDITIONS OF FOREST-STEPPE OF UKRAINE

O. V. Ovcharuk, Y. V. Okolod'ko
PODYLSKIY STATE AGRARIAN-TECHNICAL UNIVERSITY

***Abstract**: The results of studying the effect of the sowing methods and seeding rates on the yield varieties of common bean. Found that the best yield of grain from in wide way was the seeding rate of 550 thousand units/ha varieties Bukovynka – 3,52 t/ha, from the ordinal method with a seeding rate of 850 thousand units/ha variety Bukovynka – 3,82 t/ha. From the b*elt sowing method *way with a seeding rate of 750 thousand units/ha varieties Nadiya was 3,42 t/ha, respectively. On average, among the methods of sowing highest yield was obtained from in wide with the level of productivity of 2,95 t/ha.*

Keywords*:* kidney bean, variety, sowing methods, seeding rate, yield.

УДК 633.367,1:631.53.048

ОБОСНОВАНИЕ НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН ЛЮПИНА ЖЕЛТОГО, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ФОРМИРОВАНИЕ СТАБИЛЬНЫХ УРОЖАЕВ

Т. В. ЯГОВЕНКО, кандидат биологических наук
С. А. ПИГАРЕВА, **Н. М. ЗАЙЦЕВА**
ФГБНУ «ВНИИ люпина»
E-mail: lupin.labphys@mail.ru

Обоснованы оптимальные нормы высева семян для сортов желтого люпина с разным типом ветвления, обеспечивающие максимальную реализацию генетического потенциала. Проведенные исследования могут дать возможность этой культуре занять свое достойное место в производстве высокобелковых кормов.

***Ключевые слова**:* люпин, фотосинтез, плодообразование, урожайность.

Потенциал люпина желтого велик. Эта универсальная культура может использоваться для получения зеленой массы и зерна. В последние годы по ряду причин желтый люпин сдал свои позиции, несмотря на то, что из трех основных возделываемых в России видов люпина, этот вид менее требователен к почвам и способен накапливать самое большое количество белка – до 50 %. Для получения максимальных урожаев этой культуры внимание должно уделяться не только изучению генотипических различий люпина желтого по активности фотосинтетического аппарата и другим показателям, активно влияющих на продуктивность растения, но и поиску путей их активации, одним из которых может быть создание оптимальной структуры ценоза сорта.

Целью исследований стала оценка роли плотности ценоза в формировании урожайности люпина желтого разного типа ветвления. В ходе исследований изучались показатели фотосинтеза, облиственность, плодообразующий потенциал, азотфиксация, урожайность.

Материал и методы исследований

Исследования проводили на опытном поле ВНИИ люпина в течение трех лет (2011, 2013, 2014). Почва участка серая лесная, легкосуглинистая. Материалом исследований служили перспективные сорта люпина желтого – Престиж, Новозыбковский 100, Демидовский, разные по морфотипу. Посев ручной. Площадь делянки 10 м^2. Нормы высева – 1,0; 1,3; 1,6 млн. всхожих семян/га. Повторность опыта четырехкратная. Фотосинтетические показатели определяли по методикам, изложенным в работах А.А. Ничипоровича [1], уровень азотфиксации – по методике Е.П. Трепачева [2], урожай семян – учетом с 1м^2. Статистическую обработку результатов проводили по общепринятым методикам Statistika 6.0, Excel.

Результаты исследований

Изучение потенциальных возможностей генотипа и фактической реализации их в ценозе представляет большой практический интерес, а также позволяет выявить скрытые возможности культуры, определить приемы их максимально полного использования [3].

В среднем за годы исследований длина вегетационного периода у сорта Престиж составила 103 дня, у сорта Новозыбковский 100-101, у сорта Демидовский – 85. Продолжительность периодов развития в основном зависела от генотипических особенностей сорта и метеорологических условий. Уплотнение ценоза не влияло на длину межфазных периодов развития изучаемых сортов. Установлена достоверная положительная связь между продолжительностью вегетационного периода сортов и количеством осадков. У детерминантного сорта Демидовский она была несколько сильнее, нежели у ветвящихся Престиж, Новозыбковский 100 (r = 0,61 против r = 0,53).

Количество листьев, площадь листьев одного растения и ценоза в целом определялись генотипическими особенностями и плотностью стояния растений в ценозе. Наибольшая облиственность отмечена в 2014 году, в 1,5-1,6 раза больше, по сравнению со средними значениями. Сорт Престиж был лидером по этому показателю, т.к. во всех вариантах опыта имел максимальное количество листьев (26,9-28,6 шт) и большую их площадь (269,0 см^2 против 250,0 и 181,5).

Исследования показали, что максимальная площадь листьев (таблица) формировалась сортами Престиж и Новозыбковский 100 в ценозе 1,3 млн.раст./га – 31,7 и 30,6 тыс.м^2 /га соответственно, сортом Демидовский в ценозе 1,6 млн. раст./га – 21,8 тыс.м^2 /га. Корреляционный анализ данных позволил установить достоверно сильную положительную связь между площадью листьев ценоза в фазу блестящего боба и урожаем семян люпина (r = 0,72), а также между облиственностью растения и урожаем семян (r = 0,90).

С каждым годом требования к показателям фотосинтеза создаваемых сортов становятся выше. В задачу наших исследований входила оценка эффективности фотосинтеза у сортов люпина желтого и выявление взаимосвязи между показателями фотосинтеза и урожайностью.

Во всех вариантах опыта сорт Престиж превосходил другие сорта по величине фотосинтетического потенциала (ФП) за весь период вегетации. У сортов Престиж и Новозыбковский 100 оптимальным для формирования максимального ФП являлся ценоз 1,3 млн.раст./га. Наблюдаемое снижение этого показателя при загущении до 1,6 млн.раст./га свидетельствует об угнетении растений ветвящихся форм.

Для сорта Демидовский была характерна тенденция увеличения ФП при уплотнении ценоза до 1,6 млн. раст./га. Установлена высокая положительная связь между ФП ценоза за период вегетации и урожайностью (r = 0,87).

Таблица

Основные характеристики ценозов люпина желтого

Образец	Вариант млн. всх сем./га	Кол-во листьев на раст., шт.	Площадь листьев 1 раст, $см^2$	Площадь листьев ценоза, тыс. $м^2$/га	ФП, млн. $м^2$/га сутки	ЧПФ, г/$м^2$в сутки за период вегетации	Реализация потенциала бобообра-зования, %	Коэффиц. азотфик-сации, %	Урожайность, ц/га
Престиж	1,0	18,2	269,0	28,6	2,04	7,86	48,0	56,8	33,41
	1,3	16,6	239,4	31,7	2,45	6,77	49,4	58,5	33,75
	1,6	15,2	193,1	29,3	2,42	6,30	40,5	54,9	31,66
Новозыбковский 100	1,0	15,3	250,0	24,2	1,87	7,34	39,1	55,3	29,71
	1,3	14,9	246,9	30,6	2,32	6,19	41,2	57,7	32,51
	1,6	11,1	174,6	27,1	2,25	6,10	34,5	53,6	27,25
Демидовский	1,0	9,7	181,5	18,7	1,12	6,98	34,6	40,6	21,35
	1,3	8,9	162,4	21,5	1,39	7,20	30,3	40,9	23,71
	1,6	7,8	157,4	21,8	1,49	6,20	35,7	41,6	25,80

У изучаемых сортов желтого люпина в процессе онтогенеза она изменялась неоднозначно. Межфазный период «всходы – бутонизация» отличался низкими величинами: от 3,9 до 5,1 г/м^2 в сутки. Это связано с формированием корневой системы и клубеньков, что требовало больших расходов ассимилятов. Максимальными дневными приростами характеризовался период «бутонизация - цветение» суточные приросты биомассы доходили до 14,9 г/м^2. У изучаемых генотипов в период «цветение – блестящий боб» отмечалась четкая тенденция снижения ЧПФ при переходе в более плотный ценоз.

За годы исследований фиксация атмосферного азота не превышала 58,5 %. У сортов Престиж, Новозыбковский 100 наиболее интенсивно азотфиксация проходила в ценозе с плотностью 1,3 млн. всх. семян/га. По этому показателю они превосходили детерминартный сорт в среднем на 26 %. С увеличением плотности ценоза до 1,6 млн. всх. семян/га этот показатель снижался.

Конечным показателем функционирования ценоза является урожайность, составляющей которой является число бобов, сохранившихся к уборке. Анализ потенциала плодообразования изучаемых сортов показал, что более других реализовал свои плодообразующие способности сорт Престиж в вариантах 1,0-1,3 раст./га. Потенциал его плодообразования составлял 48,0-49,4 %. У двух других сортов он составлял 30,3-41,2 %. С увеличением плотности до 1,6 раст./га завязываемость бобов у растений ветвящихся морфотипов снижалась.

Снижение бобообразования ветвящихся форм в плотных ценозах является приспособительной реакцией в ответ на несоответствие условий произрастания и физиологических возможностей сорта.

Изучаемые генотипы сформировали максимальные урожаи семян в следующих вариантах: ветвящиеся сорта (Престиж, Новозыбковский 100) – в посевах с плотностью 1,3 млн. раст./га – 33,7 и 32,5 ц/га соответственно, сорт с ограниченным ветвлением (Демидовский) – в посеве 1,6 млн. раст./га 25,8 ц/га.

Таким образом, проведенные исследования свидетельствуют, что наиболее высокий урожай семян представленных сортов желтого люпина получен при сочетании максимальной ассимиляционной площади ценоза, плодообразующей способности, фотосинтетической и азотфиксирующей деятельности.

Литература

1. Ничипорович А.А. Физиология фотосинтеза. – М., 1982. – 278 с.
2. Трепачёв Е.П, Атрашкова Н.А., Хабарова А.И. О методах определения и размерах фиксации атмосферного азота бобовыми растениями. // Биологический азот в земледелии НЗ. – М.: Колос, 1970. – С. 27-73.
3. Ахундова В.А. Морфогенез и особенности потенциальной и реальной продуктивности однолетних видов бобовых растений. – М., 1979. – 62 с.

OPTIMAL SEEDING RATES BASIS FOR YELLOW LUPIN TO PRODUCE STABLE HIGH YIELDS

T. V. Yagovenko, S. A. Pigareva, N. M. Zaytseva
THE FSBSE «RUSSIAN LUPIN RESEARCH INSTITUTE»

Abstract: *Optimal seeding rates for yellow lupin varieties of different brunching types are based. They provide maximal realization of genetic potential. The tests can give an opportunity for this crop to take its worthy place in production of feed with high protein content.*

Keywords: lupin, photosynthesis, pod formation, yield.

УДК 631.847:633.31/37

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДКОРМКА КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО (Trifollium pratense L.)

В. Н. БАРИНОВ, кандидат сельскохозяйственных наук
М. Н. НОВИКОВ, доктор сельскохозяйственных наук
Л. И. ЕРМАКОВА
ФГБНУ «ВНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И ТОРФА», г. Владимир
E-mail:novik.mih@yandex.ru

В полевом опыте на дерново-подзолистой супесчанной почве Центрального Нечерноземья установлена возможность использования для подкормки многолетних трав (клевера лугового) азотом однолетних бобовых растений путем применения их в качестве покровных культур. Среди бобовых культур более эффективными были кормовые бобы, узколистный люпин и их сочетания с тритикале.

Ключевые слова: покровные культуры, биологический азот, урожайность, многолетние травы.

Одним из эффективных приемов увеличения продуктивности многолетних трав является их ранневесенняя подкормка азотными удобрениями [1]. Это связано с тем, что осенние запасы азота в пахотном слое вымываются осенними осадками и весенними талыми водами. К тому же ранней весной из-за температурных условий и переувлажнения почвы процессы биологической мобилизации азота почвы очень ослаблены, или отсутствуют. В современных условиях при высоких ценах на минеральные удобрения это – дорогостоящее мероприятие. В связи с чем возникла необходимость оценки возможности подкормки многолетних трав биологическим азотом и другими элементами питания, которые образуются в почве при минерализации корне-пожнивных остатков однолетних покровных бобовых культур.

Условия и методика проведения опытов

Исследования проводили в течение 2009-2015 гг. Из многолетних трав в опыте использовался клевер луговой ВИК-7 (100 % норма высева). Он возделывался без покрова (контроль) и под покровом тритикале яровой Ульяна (100 %), люпина узколистного Кристалл (100 %), бобов кормовых Пензенские 16 (100 %) и смесей овса Анастасия с викой Льговская (50 %+50 %), люпина с тритикале (75 %+50 %), бобов с тритикале (75 %+50 %). Покровные культуры возделывали по типу однолетних трав. Величина опытной делянки - 13,2 м^2, повторность 3-х кратная. Закладка опыта в 2 полях.

Предшественником была горчица белая. В опыте под зяблевую вспашку фоном были внесены фосфоритная мука и хлористый калий из расчета 90 кг/га действующего вещества. Многолетние травы и покровные культуры сеяли перекрестно: сначала покровные культуры, затем многолетние травы. Агротехника в опыте – общепринятая для Владимирской области [2]. Закладка опыта проводилась в 1 декаде мая.

Почва под опытом дерново-подзолистая супесчанная, сформированная на двучленных флювиогляциональных отложениях. Пахотный горизонт характеризуется низким содержанием гумуса (1,0-1,5 %), реакцией среды близко к нейтральной (pH сол. 6,0-6,2, Hr – 0,43-0,67), повышенной обеспеченностью усвояемыми формами фосфора (12,8-15,2 мг/100 г почвы) и калия (13,5-14,1 мг/ 100 г почвы). Климат умеренно влажный, умеренно – континентальный, среднегодовое количество осадков – 526-650 мм, сумма активных температур – 2000-2100 ^{0}С, ГТК – 1,2-1,3.

В опыте определяли: влияние покровных культур на густоту стояния растений клевера [3] в период всходов (3 декада мая), перед уходом в зиму (2 декада ноября) и после перезимовки (3 декада апреля), содержание нитратного и аммиачного азота [4] в пахотном слое почвы перед уходом посевов клевера в зиму и весной при его отрастании, укосный

урожай покровных культур и клевера лугового в 1 год жизни и в течении 3^{x} лет хозяйственного использования [3]. Развитие сегетальных видов растений [5], поражение многолетних трав (клевера) болезнями [6] и вредителями [7]. Накопление кормовых единиц в урожае клевера [8], содержание корневой массы в пахотном слое [9], экономическую эффективность покровных культур при возделывании многолетних трав [10].

Под влиянием покровных культур (в период укосной спелости) отмечен достоверный рост накопления в почве корне-пожнивных остатков; бобовые культуры и их смеси способствовали увеличению с остатками в почве азота, фосфора и калия (табл. 1).

Таблица 1

Влияние покровных культур в период укосной спелости на накопление в пахотном слое почвы (0-20 см.) корне-пожнивных остатков (корней) и элементов питания в них

Покровные культуры	Сухая масса корней, ц/га	Содержание в корнях ,%			Накопление в корнях, кг/га			
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	Итого
Без покрова (контр.)	32	1,40	0,52	1,05	45	18	35	98
Тритикале	36	1,16	0,52	1,05	49	21	38	108
Люпин узколистный	43	1,40	0,51	1,04	67	25	48	140
Бобы кормовые	45	1,37	0,52	1,03	66	23	49	148
Вика+овес	46	1,32	0,53	1,02	61	22	45	128
Люпин + тритикале	48	1,41	0,52	1,01	66	24	47	137
Бобы +тритикале	52	1,40	0,59	1,03	72	33	53	158
$НСР_{0,5}$	6				9	4	6	19

Бобовые покровные культуры в чистом виде и в сочетании со злаковыми способствовали увеличению содержания в почве осенью и весной нитратного и аммиачного азота, что в сочетании с элементами питания корне-пожнивных остатков положительно сказалось на продуктивности и формировании коневовой массы клевера (табл. 2).

Таблица 2

Влияние покровных культур на укосную урожайность и накопление корневой массы (сухое вещество) клевера лугового, ц/га

Покровные культуры	1 год – 3 укоса		2 год – 2 укоса		3 год – 2 укоса		Среднее за 3 года	
	Зеленая масса	Корни	Зеленая масса	Корни	Зеленая масса	Корни	Зеленая масса	Корни
Без покрова (контроль)	310	70	222	44	232	48	255	54
Тритикале	281	76	226	45	232	46	246	56
Люпин узколистный	348	77	280	76	284	57	304	70
Бобы кормовые	365	80	321	80	243	49	343	70
Вика +овес	335	74	346	76	269	54	316	68
Люпин+ тритикале	346	76	350	77	272	74	323	76
Бобы + тритикале	313	69	352	78	271	73	312	73
$НСР_{0.5,}$ ц/га	28	6	35	7	26	5		

Эффект покровных культур просматривался в течение 3 лет пользования травами клевера. В среднем прирост урожайности клевера от бобовых покровных культур в 1 год сотавил 10 %, во 2 год – 49 %, в 3 год – 21 %.

В 1 год использования трав более высокий урожай достигнут на вариантах с бобами, люпином и сочетания люпина с тритикале, во 2 год – на вариантах сочетания бобов и люпина с тритикале и вики с овсом, в 3 год – на вариантах сочетания люпина и бобов с тритикале и с люпином. То есть в первый год пользования клевером более эффективны как поровные куьтуры были бобы и люпин, в последующие два года их сочетания с тритикале. Судя по показателям урожайности клевера в течение 3 лет, к положительным покровным культурам нужно отнести и сочетание вики с овсом.

Эффект положительного последействия покровных культур связан с процессами минерализации их корне – пожнивных остатков и более развитой под их влиянием корневой системой многолетних трав.

Покровные культуры не оказывали существенного влияния на густоту всходов и выживаемость растений клевера, поражение их болезнями и вредителями в период вегетации, до 43 % отмечено снижение засоренности посевов.

При определении экономической эффективности использования покровных культур суммарную урожайность многолетних трав и покровных культур учитывали в кормовых единицах, используя коэффициент пересчета зеленой массы, равный 0,22, стоимость кормовой единицы – 8 руб., затраты на возделывание и уборку покровных культур – по технологически картам. Условно чистый доход от использования однолетних бобовых покровных культур достиг 28760-30990 руб/га, или в среднем на гектар севооборотной площади 7190-7748 руб., что убедительно свидетельствует о целесообразности возделывания многолетних трав (клевера лугового) на легких почвах Нечерноземной зоны под покровом однолетних трав с бобовым компонентом.

Литература

1. Справочник агронома Нечерноземной зоны / В.И. Балюра, Н.И. Барашков, В.Г. Безуглов и др.: Под ред. Г.В. Гуляева. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос,1980. – 576 с.
2. Система ведения земледелия Владимирской области. Владимир, 1983. – 313 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1985. – 310 с.
4. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Часть 1 (Анализ почв). Под ред. В.Д.Панникова. – М., 1975. – 164 с.
5. Шептухов В.Н., Гафаров Р.Ш., Пахаскири Т.В. и др. Атлас основных видов сорных растений России. – М.: Колос, 2009. – 191 с.
6. Хохряков М.К. и др. Определение болезней растений. – Л.: Колос, 1966. – 532 с.
7. Брянцев В.А. Сельскохозяйственная энтомология. – Л.: Колос, 1966. – 342 с.
8. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. – М.: Колос, 1964. – 240 с.
9. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Часть 2 (Анализ растений). Под ред. В.Д. Панникова. – М., 1976. –128 с.
10. Методические указания по определению экономической эффективности удобрений и других средств химизации, применяемых в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1979. – 25с.

BIOLOGICAL FERTILIZATION OF RED CLOVER

V. N. Barinov, M. N. Novikov, L. I. Ermakova
FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC INSTITUTION
«ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF ORGANIC FERTILIZERS AND PEAT»
(FSBI, VNIIO)

Abstract: *In a field experiment on sod-podzolic soil superchannel Central non-Chernozem region the possibility of the use for feeding of perennial grasses (red clover) nitrogen annual legumes by applying them as cover crops. Among the legumes more effective was the lupine and its combination with triticale.*

Keywords: cover crops, biological nitrogen, yield, and perennial grass.

УДК 633.171:631.527

СОРТА ПРОСА ПОСЕВНОГО В КОЛЛЕКЦИИ ВНИИЗБК

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

Проанализирован состав сортов проса посевного коллекции ВНИИЗБК. Коллекция включает в себя 77 сортов Российских и зарубежных НИУ, относящихся к 13 разновидностям. Отмечены их различия по форме метёлки, окраске зерна и времени до вымётывания. Подчёркнута роль коллекций в создании новых сортов и пополнении мирового генофонда проса посевного.

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

В селекционной работе с любой культурой важное место занимает подбор пар для гибридизации. Для этой цели селекционерам нужны рабочие и признаковые коллекции, обладающие широким спектром исходных форм с многими хозяйственно ценными признаками. Создание сортов для различных почвенно-климатических зон предполагает использование форм, существенно различающихся по вегетационному периоду, а также адаптивным свойствам.

Сорта проса посевного селекции ВНИИЗБК допущены к использованию в 9 регионах России, от западных границ до Восточной Сибири и от Центрального до Северо-Кавказского региона. В наибольшем количестве регионов допущены: сорт Быстрое (с 1989 г., 7 регионов), сорт Спутник (с 2009 г., 6 регионов), сорт Крупноскорое (с 1994 г., 5 регионов). Такая успешная работа по созданию сортов для различных регионов России была бы невозможна без использования коллекции исходных форм. В настоящее время коллекция проса посевного ВНИИЗБК насчитывает более 300 образцов. В ней имеются группы: сортов, крупнозёрных, тонкоплёнчатых, ультраранних, мутантных, регенерантных форм, форм с различной окраской зерна, а также доноров генов расоспецифической устойчивости к головне. Наибольшая по числу группа – это сорта, как селекции ВНИИЗБК, так и других Российских и зарубежных НИУ – 77 образцов. Коллекция высевается согласно принятой схеме селекционного процесса [1] делянками по 1,8 и 3,6 м^2. Изучение коллекционных образцов проводится в соответствии с Методическими указаниями ВИР [2].

Из 77 сортов коллекции (34 – в Госреестре РФ) 22 – селекции ВНИИЗБК, 9 – НИИСХ ЮВ, 6 – Татарского НИИСХ, 5 – Поволжского НИИСС, 12 – других НИУ РФ, 19 – НИУ Украины, 2 – НИУ Казахстана, 2 – НИУ стран ЕС. Данные образцы относятся к 13 разновидностям: сангвинеум (19), ауреум (17), субкокцинеум (11), кокцинеум (9), милиацеум (7), субфлавум (4), субсангвинеум (3), суббадиум (2), субауреум (1), бадиум (1), субафганикум (1), афганикум (1), эреум (1).

В коллекции присутствуют сорта, относящиеся к двум типам по форме метёлки – со сжатой формой (40 образцов) и с развесистой формой (37 образцов) метёлки. Значительно разнообразие сортов по окраске зерна. Наибольшее их число имеет красную окраску различных оттенков (от светло- до тёмно-красной) – 42. Жёлтую (кремовую) окраску имеют 29 сортов. Также имеются сорта с коричневой (3), белой (2) и бронзовой (1) окраской зерна.

Сорта коллекции существенно различаются по вегетационному периоду, по времени до вымётывания, которое является одним из отличительных признаков Методики оценки ООС [3], их можно отнести к следующим группам: с очень ранним вымётыванием – 4 образца (в т. ч. Быстрое, Удалое, Омское 9); с ранним вымётыванием – 12 образцов (Крупноскорое, Спутник, Нур и др.); со средним вымётыванием – 49 образцов (Ильиновское, Золотистое, Казачье и др.); с поздним вымётыванием – 12 образцов (Саратовское 8, Мироновское 51, Харьковское 65 и др.). Сортов с очень поздним вымётыванием не имеется. Проведенные в

2010-2016 гг фенологические наблюдения показали, что период «всходы-вымётывание» у наиболее ранних сортов составлял от 22 (2010 г.) до 27 суток (2015 г.). Различия между самыми ранними образцами и самыми поздними составляли от 13 (2011 г.) до 19 (2015 г.) суток.

Таким образом, наличие в коллекции сортов, обладающих разнообразными биологическими и хозяйственными характеристиками, способствует более эффективной селекционной работе. Важно отметить, что сорта, включенные в Госреестр РФ, уже прошли всестороннюю оценку и адаптированы к определённым почвенно-климатическим условиям. Использование таких сортов привело к созданию сорта Казачье, внесенного в Госреестр РФ в 2011 году и допущенного к использованию в Центрально-Черноземном, Средневолжском и Северо-Кавказском регионах [4]. Другим аспектом селекционной работы является пополнение коллекции ВИР. За последние годы коллекция ВИР была пополнена следующими сортами селекции ВНИИЗБК: Быстрое (к-9874), Благодатное (к-10036), Крупноскорое (к-10196), Квартет (к-10275), Вельсовское (к-10311), Славянское (к-10312), Княжеское (к-10321), Союз (к-10322), Спутник (к-10323).

Литература

1. Котляр А.И., Сидоренко В.С. Особенности адаптивной селекции проса посевного для центральных регионов России / Новые сорта сельскохозяйственных культур – составная часть инновационных технологий в растениеводстве // Сб. науч. материалов Шатиловских чтений. – Орёл: ГНУ ВНИИЗБК, 2011. – С. 179-186.
2. Методические указания. Изучение мировой коллекции проса / Агафонов Н.П., Курцева А.Ф. / Под ред. Г.Е. Шмараева. – Л.: ВИР, 1988. – 30 с.
3. Официальный бюллетень (Госкомиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений при Минсельхозпроде России), 1999. – № 6. – С. 439-449.
4. Котляр А.И., Сидоренко В.С. Сорт проса Казачье как результат селекции на адаптивность. // Земледелие. – 2015. – № 4. – С. 46-47.

VARIETIES OF COMMON MILLET IN VNIIZBK COLLECTION

A. I. Kotlyar, V. S. Sidorenko
FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *Composition of VNIIZBK common millet collection varieties was analyzed. The collection includes 77 varieties of the Russian and foreign research institutions concerning 13 ssp. Their distinctions under the panicle form, coloring of grain and time to panicle formation are noted. The role of collections in release of new varieties and enrichment of world gene pool of common millet is underlined.*

Keywords: common millet, collections, variety, sample, ssp., panicle form, grain coloring, period «plantlets-panicle formation».

УДК 632.9 : 633.11: 632.4

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ

К. В. ЖЕЛТОВА, аспирант
В. И. ДОЛЖЕНКО, академик РАН
ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ»
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ-ПУШКИН

Семена озимой пшеницы имеют внешнюю и внутреннюю заспоренность вредными грибами видов Fusarium culmorum, Fusarium oxysporum, Bipolaris sorokiniana, Microdochium nivale, Helminthosporium spp., Alternaria spp. Фунгистатическую активность в лабораторных условиях проявили против F. culmorum и F. oxysporum препараты Поларис

(100 г/л прохлораза + 25 г/л имазалила + 15 г/л тебуконазола), Кинто Дуо (20 г/л тритиконазола + 60 г/л прохлораза) и Скарлет (100 г/л имазалила + 60 г/л тебуконазола). Против B. Sorokiniana – Полярис, Бенефис (50 г/л имазалила + 40 г/л металаксила + 30 г/л тебуконазола) и Кинто Дуо. Против M. nivale – Полярис и Скарлет. Против внутренней инфекции протравители были эффективны против Helminthosporium spp., хуже действовали против Fusarium spp. и заметно хуже – против Alternaria spp.

В полевых условиях лучшая эффективность против M. nivale, была достигнута при использовании препарата Поларис 1,0-1,5 л/т – 93,4-90,2 %; против тифулеза - Скарлет 0,4 л/т – 62,8 %. Протравители семян Дивиденд Экстрим 0,75 л/т (92 г/л дифеноконазола + 23 г/л мефеноксама), Ламадор 0,2 л/т (250 г/л протиоконазола + 150 г/л тебуконазола), Бенефис 0,6 л/т сдерживали развитие болезней фузариозной и гельмитоспориозной этиологии с эффективностью 66,8-83,5 %.

Протравливание семян способствовало сохранению растений к уборке до 50 штук на м^2 (Бенефис 0,8 л/т). Максимальный коэффициент кустистости отмечен на варианте с использованием препарата Скарлет – 3,02, что дало возможность получить 574 продуктивных колоса на м^2. Наибольшая биологическая урожайность, приведенная к 14 %-ной влажности зерна, была получена на варианте с использованием протравителя Дивиденд Экстрим 49,6 ц/га, Ламадор 49,5 ц/га, Бенефис 0,8 л/т – 46,6 ц/га и Полярис 1,5 л/т – 46,5 ц/га при урожайности на контроле 30,9 ц/га.

Ключевые слова: озимая пшеница, корневые гнили, протравители семян, эффективность, урожайность.

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве страны применяется 55-65 тысяч тонн средств защиты растений на площади 70-75 млн. гектаров. Расход химических средств составляет около 98 % от общего количества использованных пестицидов. Без применения средств защиты растений, в первую очередь химических, производство сельскохозяйственной продукции, как в мировой практике, так и в России невозможно. При этом пестицидная нагрузка составляет менее 500 г/га пашни. Для обеспечения фитосанитарной стабильности, повышения качества и количества урожая сельскохозяйственной продукции применение средств защиты растений необходимо увеличить в 1,5-2 раза [1].

Защита растений особенно важна в условиях интенсивного сельскохозяйственного производства, отдельные элементы которого часто способствуют развитию болезней. Так, при высоком насыщении севооборотов одной культурой создаются идеальные условия для быстрого накопления и последующего распространения патогенов. Внесение удобрений в высоких дозах часто приводит к тому, что возрастает восприимчивость растений к патогенам. Возделывание сортов сельскохозяйственных культур на больших площадях в благоприятных для болезни условиях может вызвать эпифитотийное развитие [2-4].

Установлено, что на озимой пшенице при средней урожайности около 50 ц/га качественное протравливание семян позволяет сохранять до 4 ц/га, борьба с болезнями – 6-8 ц/га, борьба с сорняками – до 10 ц/га, борьба с вредителями – 2-4 ц/га [5]. Меняющийся климат, нарушение севооборотов, поверхностные обработки почвы, несоблюдение сроков сева, а также однобокое применение некоторых приемов защиты растений с нарушением регламента привели к тому, что в посевах озимой пшеницы в последние годы выделились ранее не имевшие большого значения сорные растения, а также появились новые виды вредителей и болезней [6-7].

В настоящее время в химической защите зерновых культур от болезней важная роль отводится предпосевному протравливанию семян. Безусловно, это необходимый и эффективный прием. В последние годы площади, засеваемые протравленными семенами, достигли в отдельных регионах 80-90 % [8].

Основными болезнями, против которых направленно протравливание в этот период, являются корневые гнили и твердая головня. Пролонгированное действие протравителей в определенной степени сдерживает развитие и некоторых других болезней – септориоза,

мучнистой росы. Целью наших исследований, проведенных в 2011-2014 гг., было изучение эффективности современных протравителей семян озимой пшеницы с учетом их влияния на основные патогены семян, лабораторную и полевую всхожесть и урожайность зерна.

Методика исследований

Фитопатологический анализ семян проводился согласно Методических указаний по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве (2009). Для анализа отбирали 4 пробы по 50 семян, которые помещали на картофельный агар в чашки Петри по 15 шт. Проращивание проводили в термостате при температуре 24-25° С. Для определения возбудителей, использовался метод микроскопирования.

Фунгицидную активность препаратов Скарлет, Бенефис, Поларис, Тебу 60, Дивиденд Экстрим, Кинто Дуо в лабораторных условиях изучали на изолятах грибов *Fusarium culmorum* и *Fusarium oxysporum, Bipolaris sorokiniana*. Препараты вводились в картофельно-агаризованную среду. Состав среды – картофельный отвар (200 г/л), сахароза 15 г/л, агар 2 0 г/л. Посев изолятов проводился высечками 0,5 х 0,5 мм в чашки Петри на слой среды. Выращивание осуществляли в термостате при температуре 22° С. Учет роста грибов проводился на 7-е сутки с момента посева путем измерения диаметра мицелия. Скорость роста грибов рассчитывали как отношение диаметра роста мицелия в опытном варианте к контролю, выраженное в процентах. Повторность 4-х кратная.

Для оценки влияния протравителей на внутреннюю инфекцию семян из средних образцов отбирали по 100 семян для каждого варианта. Для удаления поверхностной заспоренности проводили стерилизацию поверхности зерна путем промыва проточной водой, затем использовали 5 %-ный гипохлорид натрия (NaOCl) в течение 5 мин. и промывали дистиллированной водой. В чашку Петри с питательной средой (КСА) помещали 5 зерен на одинаковом расстоянии друг от друга. Термостатирование проводили при температуре 23° С, просматривая каждые сутки и отмечая новые колонии до 7-х суток наблюдений.

Биологическую эффективность протравителей изучали в полевых условиях. Для посева использовались семена пшеницы озимой сорт Московская 39. Протравливание проводили на машине для влажного протравливания малых партий семян «Hege 11» в соответствии с рекомендуемыми нормами расхода препаратов. Предшественник – яровая пшеница. Основные минеральные удобрения не вносились, проводилась весенняя подкормка (в фазу Zad 27-29) – аммиачная селитра 34 % (норма расхода по д.в. 34 кг/га). Обработка почвы – Трактор Джон Дир + дисковая борона Катрос. Способ посева – узкорядный с шириной междурядий 20 см. Учет полевой всхожести проводили через 12 дней после появления всходов в стадию развития растений 11–12 Zad. Для расчета биологической эффективности использовалась формула Аббота Э, % = (К-О/К)*100. Уборку зерна проводили с помощью селекционного комбайна «Terrion 2010» с шириной захвата 3 м [9].

Результаты исследований

В лабораторных исследованиях установлена фунгистатическая активность протравителей при дозировке от 0,001 до 1 г/л против грибов Fusarium culmorum Fusarium oxysporum, *Bipolaris sorokiniana* и *Microdochium nivale* (табл. 1).

Максимальную активность протравители проявили против патогенов *F. oxysporum, B. sorokiniana* и *M. nivale* от 100 % при дозировке 1 г/л до 30-40 % при минимальной дозировке. Против *F. culmorum* и *F. oxysporum* более эффективны были препараты Поларис, Кинто Дуо и Скарлет. Полярис, Бенефис и Кинто Дуо проявили эффект против *B. sorokiniana*, Тебу и Скарлет против *M. nivale.*

Таблица 1

Фунгистатическая активность протравителей семян против грибов, %
(лабораторные опыты, среднее за 2011-2012 гг.)

Фитопатоген	Препарат	Дозировка, г/л		
		1	0,01	0,001
Fusarium culmorum	Скарлет	100	57,45	31,61
	Поларис	О.в.*	69,21	33,02
	Бенефис	О.в.	38,72	28,25
	Кинто Дуо	О.в.	58,66	34,98
	Тебу	П.с.*	37,41	13,58
	Дивиденд Экстрим	71,55	30,65	11,09
Fusarium oxysporum	Скарлет	100	68,58	43,92
	Поларис	100	О.в.	53,76
	Бенефис	100	53,87	34,89
	Кинто Дуо	100	П.с.	56,85
	Тебу	О.в.	63,84	33,65
	Дивиденд Экстрим	П.с.	58,49	29,87
Bipolaris sorokiniana	Скарлет	100	П.с.	31,35
	Поларис	100	81,98	37,13
	Бенефис	100	69,49	46,32
	Кинто Дуо	100	71,72	41,64
	Тебу	100	33,46	34,2
	Дивиденд Экстрим	О.в.	72,13	47,54
Microdochium nivale	Скарлет	100	О.в.	40,77
	Поларис	100	74,4	30,06
	Бенефис	100	П.с.	36,9
	Кинто Дуо	100	46,67	8,07
	Тебу 60	100	П.с.	52,98
	Дивиденд экстрим	О.в.	64,24	29,12

Примечание: О.в.– обрастание мицелием гриба высечки; П.с.* – переход мицелия гриба с высечки на среду*

Против внутренней инфекции все изучаемые протравители были эффективны против *Helminthosporium spp.*, несколько меньше против *Fusarium spp.* и заметно хуже препараты действовали против *Alternaria spp*., подавляя этот вид на 27-64 % (табл. 2).

Таблица 2

Влияние протравителей семян на внутреннюю инфекцию грибной микофлоры семян озимой пшеницы (лабораторный опыт, 2011 г.)

Вариант опыта	Из расчета расхода препарата, кг,л/т	Общий % изолированных грибов	Заражено грибами %		
			Патогенные		Сапрофитные
			Helminthos-porium spp.	*Fusarium* spp.	*Alternaria* spp.
Скарлет, МЭ	0,4	68	-	2	66
Поларис, МЭ	1	61	-	-	61
	1,5	40	-	3	37
Бенефис, МЭ	0,6	71	-	-	71
	0,8	58	-	-	58
Дивиденд Экстрим, КС	0,75	63	-	8	55
Кинто Дуо, КС	2,5	38	-	2	36
Ламадор, КС	0,2	76	1	2	73
Контроль	-	98	-	9	89

Влияние протравителей на полевую всхожесть озимой пшеницы Московская 39 показано в таблице 3.

Учеты, проведенные через 12 дней после всходов культуры, показали, что использование протравителей семян сказывалось на числе взошедших растений. В 2011 году на контрольном варианте взошло только 42,5 % растений, а на вариантах с использованием протравителей от 49 (Бенефис 0,6 л/т) до 63,5 % (Поларис 1,5 л/т). Низкая всхожесть семян в полевом опыте 2011 года мы объясняем засушливыми погодными условиями, сложившимися ко времени сева. В этих условиях лучше себя показали препараты Полярис, Дивиденд Экстрим, Скарлет. В условиях 2012 года всхожесть семян была выше на 20-30 %, а влияние протравителей более выравненным и не столь заметно отличалась от показателя в контроле.

Таблица 3

Влияние протравителей семян на полевую всхожесть озимой пшеницы
(Орловская обл., ООО «Дубовицкое», средние данные полевых опытов 2011-2012гг.)

Вариант	Норма расхода, л/т	Число взошедших растений, %	
		2011 год	2012 год
Скарлет, МЭ	0,4	57,0	73,45
Поларис, МЭ	1,0	58,5	62,55
Поларис, МЭ	1,2	61,0	69,09
Поларис, МЭ	1,5	63,5	77,82
Бенефис, МЭ	0,6	49,0	75,27
Бенефис, МЭ	0,8	53,5	70,18
Дивиденд Экстрим, КС	0,75	60,0	70,55
Кинто Дуо, КС	2,5	52,5	72,73
Ламадор, КС	0,2	52,5	76,00
Контроль	-	42,5	72,73

Обследование посевов на поражение снежной плесенью после перезимовки дало сильно варьирующиеся результаты в зависимости от вариантов. Эффективность препаратов была от 38 % до 93 % (табл. 4).

Таблица 4

Поражение озимой пшеницы снежной плесенью (*Microdochium nivale (Fr.) Samuels & I.C. Hallett*) (полевой опыт, Орловская область, ООО «Дубовицкое», 2012 г.)

Вариант	Норма расхода, л/т	Степень развития болезни, %	Распрост-раненность, %	Гибель, %	Биологическая эффективность, %
Скарлет, МЭ	0,4	12,5	33,1	2,3	76,2
Поларис, МЭ	1,0	3,5	7,0	0	93,4
	1,5	5,1	12,4	2,0	90,2
Бенефис, МЭ	0,6	10,8	10,8	10,8	79,5
	0,8	15,3	18,8	11,7	70,9
Дивиденд Экстрим, КС	0,75	32,4	46,2	23,8	38,3
Кинто Дуо, КС	2,5	9,0	14,2	2,3	82,8
Ламадор, КС	0,2	6,8	11,9	0	87,1
Контроль	-	52,5	58,8	40,7	-

Лучшие результаты получены при использовании протравителя Поларис в норме расхода 1-1,5 л/т – 93,4-90,2 % биологической эффективности. Несколько слабее действовали препараты Ламадор 0,2 л/т и Кинто Дуо 2,5 л/т – 87,1-82,8 %. Низкий показатель биологической эффективности получен при использовании Дивиденд Экстрим 0,75 л/т – 38,3 %.

В 2013 году на посевах проявился тифулез. Использование протравителей семян снизило его распространенность и развитие в разной степени, в зависимости от используемого препарата (табл. 5).

Распространенность болезни составила от 43,3 % (Ламадор 0,2 л/т) до 62,8 % (Скарлет 0,4 л/т) при распространенности на контроле 92 %. Степень развития болезни была снижена вдвое по сравнению с показателем контрольного варианта (4,5-6,5 % и 10,9 %, соответственно).

Таблица 5

Поражение озимой пшеницы тифулезом *(Typhula spp.*)
(полевой опыт, Орловская область, ООО «Дубовицкое», 2013 г.)

Вариант	Норма расхода, л/т	Распространенность болезни, %	Степень развития болезни, %	Биологическая эффективность, %
Скарлет, МЭ	0,4	62,8	6,5	40,7
Поларис, МЭ	1,0	47,8	4,9	54,8
Поларис, МЭ	1,5	44,0	4,3	60,5
Бенефис, МЭ	0,6	56,1	5,5	49,7
Бенефис, МЭ	0,8	50,6	5,2	52,5
Дивиденд Экстрим, КС	0,75	43,9	4,5	58,6
Кинто Дуо, КС	2,5	47,7	4,7	57,2
Ламадор, КС	0,2	43,3	4,5	59,0
Контроль	-	92,0	10,9	-

На посевах полевых опытов отмечалось проявление корневых гнилей фузариозно-гельминтоспориозной этиологии с распространенностью в фазу кущения до 61,8 % на контроле, а в фазу выхода в трубку – 91,8 %, в среднем за два года. Интенсивность проявления болезни на контроле составляла 10 % (таблица 6).

Таблица 6

Поражение растений озимой пшеницы корневыми гнилями фузариозно-гельминтоспориозной этиологии в фазу кущения
(средние данные полевых опытов, Орловская обл., ООО «Дубовицкое», 2012-2013 гг.)

Вариант	Норма расхода, л/т	Распростра-ненность болезни, %	Степень развития болезни, %	Биологическая эффективность, %
Скарлет, МЭ	0,4	28,1	5,6	71,1
Поларис, МЭ	1,0	21,2	4,7	77,9
Поларис, МЭ	1,5	22,0	5,1	66,8
Бенефис, МЭ	0,6	24,7	2,1	81,8
Бенефис, МЭ	0,8	19,6	3,8	77,3
Дивиденд Экстрим, КС	0,75	20,7	4,4	83,5
Кинто Дуо, КС	2,5	28,3	6,3	73,4
Ламадор, КС	0,2	19,8	5,8	83,4
Контроль	-	61,8	10,0	-

Протравители семян сдерживали развитие этих болезней по показателю распространенности до 19,8-28,3 %. Биологическая эффективность препаратов в этот период в отношении изучаемых болезней составляла 66,8-83,5 %. Лучшие показатели были на варианте с использованием Дивиденд Экстрим – 0,75 л/т, Ламадора – 0,2 л/т, Бенефис – 0,6 л/т семян.

В фазу выхода в трубку распространенность болезни была выше, чем в фазу кущения, но интенсивность развития болезни проявлялась меньше (табл. 7).

На контрольном варианте распространенность болезней достигла показателя 91,8 % при степени развития 8,8 %. Биологическая эффективность препаратов к этому периоду была снижена и выровнена и составляла от 52,8 % (Ламадор – 0,2 л/т) до 46,2 % (Поларис – 1,0 л/т).

Таблица 7

Поражение растений озимой пшеницы корневыми гнилям в фазу выхода в трубку
(среднее полевых опытов, Орловская обл., ООО «Дубовицкое», 2012-2013 гг.)

Вариант	Норма расхода, л/т	Распростра-ненность болезни, %	Степень развития болезни, %	Биологическая эффективность, %
Скарлет, МЭ	0,4	46,3	4,4	50,0
Поларис, МЭ	1,0	47,9	4,7	46,2
Поларис, МЭ	1,5	49,4	4,6	47,8
Бенефис, МЭ	0,6	47,2	4,7	47,2
Бенефис, МЭ	0,8	41,2	4,3	51,6
Дивиденд Экстрим, КС	0,75	43,5	4,2	51,8
Кинто Дуо, КС	2,5	43,8	4,3	50,7
Ламадор, КС	0,2	46,5	4,2	52,8
Контроль	-	91,8	8,8	-

Влияние фунгицидных протравителей на показатели продуктивности озимой пшеницы представлены в таблице 8. При использовании протравителей семян количество растений, сохранившихся к уборке превысило этот показатель на контрольном варианте от 50 штук на м^2 (Бенефис – 0,8 л/т) до 6 штук на м^2 (Поларис – 1,5 л/т)., кроме вариантов с использованием Полярис 1,0 л/т и Кинто Дуо 2,5 л/т, где число растений уменьшилось на 6 и 18 штук на м^2. Однако количество продуктивных колосьев на всех вариантах с использованием протравителей превышало показатель в контроле, в том числе и варианты с использованием Кинто Дуо на 18 шт./ м^2 и Полярис 1,0 л/т – на 76 шт./м^2. Максимальный коэффициент кустистости отмечен на варианте с использованием препарата Скарлет – 3,02, что дало возможность получить 574 продуктивных колоса на м^2. Высокий коэффициент кустистости отмечен на вариантах с использованием протравителей Полярис 1,0 л/т и Дивиденд Экстрим – 0,75 л/т, соответственно, 2,54 и 2,53, что дало возможность получить 402 и 556 продуктивных колосьев на м^2.

Таблица 8

Влияние фунгицидных протравителей на показатели продуктивности озимой пшеницы (средние данные полевых опытов, Орловская обл., ООО «Дубовицкое», 2012-2013 гг.)

Вариант	Норма расхода препарата, л/т	Количество растений к уборке, шт/м^2	Количество колосьев, шт/м^2	Продук-тивная кустистость	Высота растений, см	Масса 1000 семян, г	Урожайность (приведенная к 14%-ой влажности), ц/га
Скарлет, МЭ	0,4	190	574	3,02	90,75	36,8	43,3
Поларис, МЭ	1,0	158	402	2,54	92,5	39,7	40,2
Поларис, МЭ	1,5	182	400	2,20	88,0	42,3	46,5
Бенефис, МЭ	0,6	186	414	2,23	80,0	40,1	43,4
Бенефис, МЭ	0,8	226	488	2,16	89,75	41,8	46,6
Дивиденд Экстрим, КС	0,75	220	556	2,53	91,75	44,6	49,6
Кинто Дуо, КС	2,5	170	350	2,06	91,75	41,9	43,4
Ламадор, КС	0,2	218	446	2,05	89,5	45,3	49,5
Контроль	-	176	326	1,85	79,25	35,4	30,9

Высота растений по вариантам с обработкой семян фунгицидными препаратами была примерно одинаковой – 88,0-91,75 см и превышала контрольный на 10 см., кроме варианта с использованием протравителя Бенефис в дозе 0,6 л/т. Масса 1000 семян была максимальна на варианте с использованием протравителя Ламадор и составляла 45,3 г, на варианте с использованием протравителя Дивиденд Экстрим – 44,6, на контрольном варианте - 35,4 г. Наибольшая биологическая урожайность, приведенная к 14%-ной влажности зерна, была получена на варианте с использованием препарата Дивиденд Экстрим – 49,6 ц/га, Ламадор – 49,5 ц/га, Бенефис 0,8 л/т – 46,6 ц/га и Полярис 1,5 л/т – 46,5 ц/га (контроль – 30,9 ц/га).

Таким образом, использование современных протравителей семян является необходимым элементом как в системе защиты озимой пшеницы от вредных организмов, так и в целом в технологии ее возделывания. Установлено, что используемые семена имеют внешнюю и внутреннюю заспоренность вредными грибами видов *Fusarium culmorum, Fusarium oxysporum, Bipolaris sorokiniana, Microdochium nivale, Helminthosporium spp., Alternaria spp.*

Фунгистатическую активность против патогенов в лабораторных условиях проявили против *F. culmorum* и *F. oxysporum* препараты Поларис, Кинто Дуо и Скарлет. Против *B. sorokiniana* - Полярис, Бенефис и Кинто Дуо. Против *M. nivale* – Полярис и Скарлет. Против внутренней инфекции изучаемые протравители были эффективны против Helminthosporium spp., несколько хуже действовали против *Fusarium spp*. и заметно хуже - против *Alternaria spp.*, подавляя этот вид на 27-64 %.

В полевых условиях эффективность препаратов против «снежной плесени» *Microdochium nivale*, была на уровне от 38 % до 93 %. Лучшие результаты получены при использовании протравителя Поларис в норме расхода 1.0-1,5 л/т – 93,4-90,2 % биологической эффективности. Против тифулеза лучше действовал препарат Скарлет 0,4 л/т с эффективностью 62,8 %, по показателю распространенности болезни. Степень развития болезни была снижена с 10,9 % на контроле до 6,5 % в опыте. Протравители семян сдерживали развитие болезней фузариозной и гельминтоспориозной этиологии по показателю распространенности до 19,8-28,3 % с биологической эффективностью 66,8-83,5 %. Лучшие показатели были на варианте с использованием препаратов Дивиденд Экстрим 0,75 л/т, Ламадор 0,2 л/т, Бенефис 0,6 л/т семян.

Использование протравителей семян способствовало сохранению растений к уборке от 50 (Бенефис 0,8 л/т) до 6 штук на м^2 (Поларис 1,5 л/т). Количество продуктивных колосьев на всех вариантах с использованием протравителей превышало показатель в контроле. Максимальный коэффициент кустистости отмечен на варианте с использованием препарата Скарлет – 3,02, что дало возможность получить 574 продуктивных колоса на м^2.

Литература

1. Долженко В.И. Фитосанитарная безопасность страны. – Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем, том 1, 2013 – С. 138 – 143.

2. Долженко В.И. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. – Спб.: СПБ СРП «ПАВЕЛ» ВОГ, 2009 г. – 378 с.

3. Долженко В.И., Котикова Г.Ш., Здрожевская С.Д., Гришечкина Л.Д., Буркова Л.А., Герасимова А.В., Силаев А.И., Милютенкова Т.И., Белых Е.Б. Протравливание семенного материала, – М.: Агрорус, 2003 – 64 с.

4. Шкаликов В.А. Защита растений от болезней. – М.: Колос, 2010.

5. Санин С.С., Мотовилин А.А., Корнева Л.Г., Жохова Т.П., Полякова Т.М., Акимова Е.А. Химическая защита пшеницы от болезней при интенсивном зернопроизводстве // Защита и карантин растений № 8.-2011 – С. 3-8.

6. Амелин А.В., Петрова С.Н., Лысенко Н.Н., Казьмин В.М., Новиков В.М., Мельник А.Ф., Кузмичева Ю.В., Рыжов И.А., Брусенцов И.И. Методические подходы к созданию устойчивого и эффективного растениеводства в условиях глобального изменения климата (на примере Орловской области).- Орел, Орел ГАУ, 2015.- 68 с.

7. Лысенко Н.Н. Фитосанитарные проблемы и пути их решения в Орловской области. В сборнике: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном комплексе.- Материалы международной научно-практической конференции.- Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2015. – С. 182-184.

8. Гончаров Н.Р. Развитие инновационных процессов в защите растений. – Защита и карантин растений, № 4, 2010г. – С. 4-7.

9. Санин С.С., Неклеса Н.П. Методические указания по проведению производственных демонстрационных испытаний средств и методов защиты зерновых культур от болезней, 2004. – 24 с.

MODERN MEANS OF PROTECTION FROM WINTER WHEAT ROOT ROT

K. V. Zheltova, V. I. Dolzhenko
FGBNU «ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF PLANT PROTECTION»,
St. Petersburg-Pushkin, Russia, E-mail: ks-zheltova@betaren.ru

Abstract: *Seeds of winter wheat have external and internal disputes harmful fungi species of Fusarium culmorum, Fusarium oxysporum, Bipolaris sorokiniana, Microdochium nivale, Helminthosporium spp., Alternaria spp. Fungistatic activity against pathogens in vitro demonstrated against. F.culmorum and F. oxysporum drugs Polaris (100 g/l prohloraz 25 g/l + imazalil + 15 g/l of tebuconazole), Kinto Duo (20 g/l tritikonazol + 60 g/l of prohloraz) and Scarlet (100 g/l imazalil + 60 g/l of tebuconazole). Against B. sorokiniana - Polaris "(50 g/l imazalila + 40 g/l metalaksila + 30 g/l tebuconazole) and Kinto Duo. Versus M. nivale - Polaris and Scarlet. Against the internal infection of disinfectants were effective against Helminthosporium spp., worse acted against Fusarium spp. and noticeably worse against Alternaria spp. In field conditions the best efficacy against M. nivale was achieved using drugs Polaris, against Tifula – Scarlet.*

Seed disinfectants, constrained the development of Fusarium and Helminthosporium disease etiology with 66,8 % - 83,5 efficiency Dividend Extreme 0,75 l/t (92 g/l difenokonazol + 23 g/l mefenoksam), Lamador 0,2 l/t (250 g/l protiokonazol + 150 g/l tebuconazole), 0.6 l/t Benefis. Seed treatment contributes to the conservation of plants to harvest 50 pieces/m2 (Benefis 0,8 l/t). Maximum coefficient of uniting marked variant using drug Scarlet-3,02, which gave us an opportunity to get productive on ear 574 m2. The largest biological productivity, reduced to 14 % humidity of grain, was received on a variant using disinfectant Dividend Extreme 49,6 hundredweight/ha, Lamador 49,5 hundredweight/ha, Benefis 0,8 l/t – 46,6 hundredweight /ha and Polaris 1,5 l/t – 46,5 hundredweight /ha with yields on controlling 30,9 hundredweight/ha.

Keywords: winter wheat, root rot, seed disinfectants, efficiency and productivity.

УДК 633.11/631.527

ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО КАЧЕСТВУ ЗЕРНА И УСТОЙЧИВОСТИ К ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ

И. Д. ФАДЕЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук
Г. Н. ВАЛИУЛЛИНА, научный сотрудник
ФГБНУ «ТАТАРСКИЙ НИИСХ»

В условиях Республики Татарстан изучены 277 сортов озимой пшеницы различного географического происхождения. Целью исследований является выделение сортов-источников высокого содержания белка и клейковины, устойчивых к мучнистой росе и бурой ржавчине для использования в селекционной работе. Максимальные значения содержания белка и показателя седиментации были отмечены в среднем по всем изучаемым сортам в 2012 году. За годы исследований максимальное содержание белка (18,0 %) получено у образца Самарского НИИСХ Лютесценс 589. Урожайность сортов коллекционного питомника колебалась от 95,8 до 1229 г/м^2. Установлено, что сорта Северная заря, Лютесценс 42, Альбина, Малахит, Льговская 169, Беседа сочетают высокое содержание клейковины и высокую урожайность зерна. Величина отношения S:P (индекс качества белка) по литературным данным довольно хорошо коррелирует с данными альвеограмм. Высоким индексом качества белка отличались сорта Безенчукская 380,

Лютесценс 31/98, Barkan, Лютесценс 316, Дарина, Альбина. Получена тесная сопряженность показателя седиментации с содержанием клейковины (r=0,65±0,02) и с содержанием белка в зерне (r=0,68±0,02). Выделен комплексно-устойчивый к грибным листовым болезням сорт SD 69-103 с содержанием белка 16,7 %. Показана возможность получения в условиях Республики Татарстан зерна высокого качества.

Ключевые слова: сорт, озимая пшеница, клейковина, содержание белка, устойчивость.

Мировая коллекция ВИР располагает ценным исходным материалом из различных стран мира. Ценность коллекции как источника коллекционного материала для селекции возрастает с повышением степени ее изученности. В этой связи изучение коллекции озимой пшеницы и выделение исходных форм для создания новых, высокопродуктивных, высококачественных и устойчивых к болезням и стрессовым условиям среды сортов является весьма актуальным.

Среди существующих сортов мягкой пшеницы лишь немногие более или менее устойчиво сохраняют свои характеристики хлебопекарного качества в разных условиях репродукции. К более устойчивым сортовым признакам относятся некоторые свойства клейковины, например прочность и эластичность, а также связанные с ними характеристики теста – упругость и растяжимость. Содержание белка является важным показателем качества зерна.

По данным Е.А. Дорогоневской, анализ связей между белковостью зерна пшеницы и условиями погоды показал, что накопление белка в урожае зависит от метеоусловий периода налива [1]. Имеющиеся в литературе многочисленные данные показывают, что наиболее устойчивы те сортовые критерии качества, которые прямо или косвенно отражают структуру и свойства клейковинных белков [2]. Среди таких критериев – простые и широкоизвестные тесты, основанные на измерении набухаемости клейковины и муки в молочной кислоте. Особенно популярен и достаточно хорошо объяснен тест Зелени [3]. Поскольку набухаемость муки в молочной кислоте в основном связана с физико-химическими свойствами клейковинных белков, еще не включившихся в клейковинный комплекс, тест Зелени справедливо считают критерием качества белка [4].

Более точно качество белка может быть выражено через соотношение показателя седиментации (S) и содержания суммарного белка в муке (P). Величина отношения S:P (индекс качества белка) довольно хорошо коррелирует с данными альвеограмм. Так для сортов с W(силой муки) > 150 величина S:P >2,5; для сортов cW < 80 величина S:P < 1,7. Для сорта Магдалена, имеющего высокий показатель альвеографии (W=282), индекс качества белка составил 3,4, а для сорта Омар с очень низким показателем альвеографии (W =35) – лишь 0,95 [2].

Условия, материалы, методы. В 2011-2013 годах в коллекционном питомнике изучалось 277 сортов из Белоруссии, Казахстана, Польши, Канады, США, Германии, Швеции, Франции, Украины, России. Закладка опыта и анализы растений осуществлялись в соответствии с Методическими указаниями по изучению мировой коллекции ВИР [5]. По эколого-географическому разнообразию изученные сорта представлены 22 странами. Площадь делянок 1 $м^2$. Предшественником является чистый пар. Количество клейковины определяли стандартным методом. Содержание азота в зерне определяли по Кьельдалю (Гост 10846-64). Коэффициент пересчета на сырой протеин 5, 7 [6]. Показатель седиментации определяли по методике Н.С. Беркутовой [7]. Оценка питомников в полевых условиях на устойчивость к мучнистой росе и к бурой листовой ржавчине проводится согласно методике ВИР [8].

Погодные условия в период проведения экспериментов были контрастными по температурам в зимний период и наличию осадков во время налива зерна. Зимой 2010-2011 и 2011-2012 годов отмечалось сочетание высокого снежного покрова и слабого промерзания почвы, что привело к поражению растений снежной плесенью и изреживанию. Метеоусловия осенне-зимнего периода 2012-2013 годов были благоприятны для получения всходов и для успешной зимовки. Условия в период налива и созревания зерна в 2011

отличались наличием избыточного количества осадков в период формирования зерновки. Гидротермический коэффициент за данный период составил 4,2. В 2012 году гидротермический коэффициент за период весенне-летней вегетации озимой пшеницы составил – 0,9 (1,03 от начала вегетации до фазы цветения; 0,42 в фазу формирования зерновки – начало налива зерна; 1,16 в фазу налива зерна – полная спелость). В 2013 году период кущения и трубкования проходил при благоприятных метеоусловиях (ГКТ=1,04). Сформирован густой стеблестой с крупным колосом. Однако период цветения и формирования зерновки совпал с засухой (ГКТ=0,24). Это привело к сокращению межфазных периодов и формированию менее крупного зерна. Прошедшие в I декаду июля осадки в период налива позволили в дальнейшем получить высокие урожаи зерна. Гидротермический коэффициент за весь период весенне-летней вегетации озимой пшеницы составил – 0,72.

Целью наших исследований является выделение сортов-источников высокого содержания белка и клейковины, имеющих высокую устойчивость к грибным листовым болезням в условиях северных районов Среднего Поволжья для использования в селекционной работе.

Результаты и их обсуждение. В составе коллекционного питомника было выявлено от 72,0 до 86,4 % сортообразцов высокоустойчивых к мучнистой росе во все годы исследований, а также 0,85…1,91 % образцов с очень высокой устойчивостью (рис. 1).

По результатам трёхлетнего изучения были выделены высокоустойчивые к мучнистой росе образцы (табл.1).

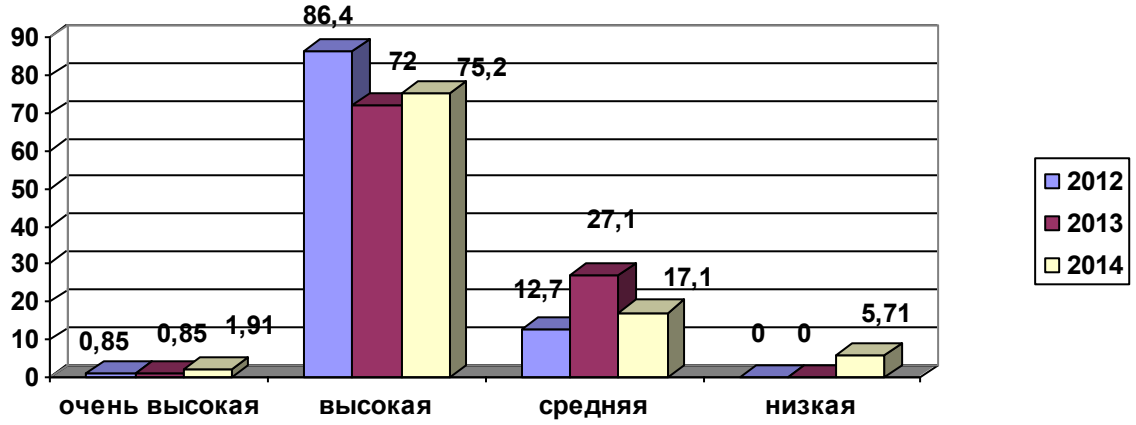


Рис. 1. Распределение сортов коллекционного питомника по устойчивости к мучнистой росе, %

Таблица 1

Сорта озимой пшеницы, имеющие высокую устойчивость к мучнистой росе

Страна	Сорт
Украина	Ukrayinska 5, Dosvyd
Казахстан	Карабалыкская озимая
США	Rita, SD 69-103
Белоруссия	Спектр
Россия: Ростовская область	 Донэко
Краснодарский край	Офелия, Олимпия 2
Оренбургский ГАУ	Лютесценс 42, Лютесценс 316
НИИСХ Юго-Востока	Лютесценс 47/88
Ульяновская область	Ульяновка 3

В результате оценки сортов коллекционного питомника на устойчивость к бурой ржавчине выявлено, что 59,3…88,0 % сортов являются высокоустойчивыми; 11,1…36,4 % – очень высокоустойчивыми. Сорта Селянка (Краснодарский край), Волжская 100 (Ульяновская обл.), Ульяновка 3 (Ульяновская обл.), SD 69-103 (США), Eroica 2 (Швеция), Ukrayinska 5 (Украина) имели очень высокую устойчивость (рис.2).

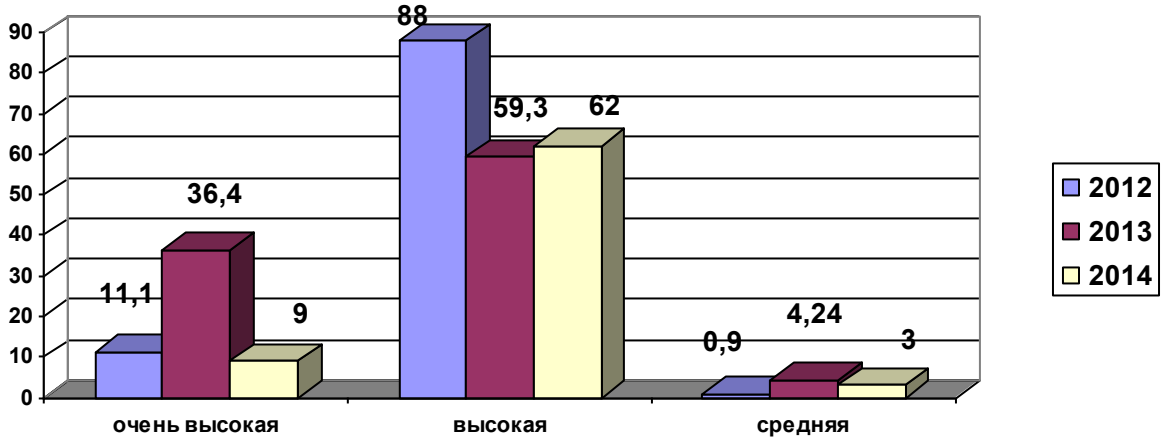


Рис. 2. Распределение сортов коллекционного питомника по устойчивости к бурой ржавчине, %

Степень поражения сортов мучнистой росой колебалась от 8 до 10 %, бурой ржавчиной от 1 до 7%. За годы исследований сорт SD 69-103 показал себя комплексно-устойчивым к грибным листовым болезням.

Ежегодно высокое количество белка и клейковины (табл. 2) формировали сорта Лютесценс 42, Лютесценс 314, Московская 39, Галина, Фишт, О'Русь, Мирлебен, Лютесценс 589, Лютесценс 499 Н 7, Rita и др.

Таблица 2

Сорта с повышенным содержанием белка в зерне, (в среднем за 2011-2013 гг.)

Наименование сорта	Урожайность, г/м^2	Массовая доля в зерне, %	
		белка	клейковины
Лютесценс 42	549	16,7	34,5
Лютесценс 314	465	16,7	34,9
Галина	506	15,9	34,2
Московская 39	528	16,9	34,5
О'Русь	491	15,6	33,5
Мирлебен	383	15,5	33,5
Лютесценс 589	553	16,0	33,3
Лютесценс 24/94	337	15,7	34,7
Лютесценс 499 Н 7	530	16,7	35,3
Rita	346	15,1	33,5
Barkan	593	14,9	33,5
Малахит	760	13,7	31,5
Льговская 169	580	14,0	32,2
Северная заря	836	13,8	31,7
Беседа	451	15,1	33,4
Альбина	665	14,6	33,8
НСР $_{05}$	68	0,18	0,25

Урожайность сортов коллекционного питомника колебалась от 95,8 до 1229 г/м^2. Максимальная урожайность получена у сортов Северная заря, Малахит, Barkan, Лютесценс 589, Льговская 169, Альбина. В нашем опыте отрицательная корреляция между

урожайностью и содержанием клейковины не получена, благодаря наличию сортов, сочетающих высокое содержание клейковины и высокую урожайность.

Метод седиментации очень точно улавливает различия между сортами, линиями и семьями, а его показатель хорошо коррелирует с физическими свойствами теста и хлебопекарными качествами зерна. Показатель седиментации (S) является комплексным, характеризующим одновременно содержание и качество белка. Определение седиментации имеет и то преимущество, что этот показатель позволяет оценить сортовые различия по качеству зерна независимо от повреждения его клопом-черепашкой или порчи в результате неправильной сушки, а также обесцвечивания.

За годы исследований значения S в среднем по всем изучаемым сортам составили по годам 48, 66 и 59 мл соответственно и колебались в пределах: от минимальных 30 мл в 2011 году до максимальных значений 85 мл в 2012. Максимальные значения показателя седиментации получены у сортов Безенчукская 380 (77,7 мл), Лютесценс 316 (73,0 мл) и Barkan (72,0 мл).

Максимальное содержание белка (P) 16,5 % было получено в 2011 году у сортов Dolgushinca, Artemida (Украина), Галина, Московская 39, Виктория (Россия); 18,0 % в 2012 году у образца Самарского НИИСХ Лютесценс 589; 16,6 % в 2013 году у сорта Капылянка (Белоруссия).

В результате трехлетнего изучения сортов в условиях северных районов Среднего Поволжья максимальные индексы качества белка были получены у сорта Barkan (4,8) и сорта сильной пшеницы Безенчукская 380 (4,9) (табл. 3). Оценка индекса качества белка позволила выделить лучшие сорта из коллекционного питомника по данному признаку: Безенчукская 380, Лютесценс 31/98, Barkan, Лютесценс 316, Дарина, Альбина.

Таблица 3

Сорта-источники высокого качества муки (в среднем за 2011-2013 гг.)

Сорт	Происхождение	S, мл	P, %	S:P
Лютесценс 314	Оренбургский ГАУ	65,3	16,7	3,9
Лютесценс 316	Оренбургский ГАУ	73,0	16,2	4,5
Лютесценс 589	ФГБНУ «Самарский НИИСХ»	68,3	16,0	4,3
Безенчукская 380	ФГБНУ «Самарский НИИСХ»	77,7	15,8	4,9
Альбина	ФГБНУ Курганская область	67,0	15,3	4,4
Спектр	Белоруссия	62,7	14,7	4,3
Тарасовская 29	ФГБНУ «Донской НИИСХ»	62,0	16,2	3,8
Московская 39	ФГБНУ «Московский НИИСХ»	67,0	16,9	4,0
Лютесценс 31/98	ФГБНУ «НИИСХ Юго-Восстока»	68,7	14,4	4,8
SD 69-103	США	64,0	16,7	3,8
Barkan	Украина	72,0	14,9	4,8
Лютесценс 471Н8	Казахстан	66,0	15,2	4,3
Дарина	ФГБНУ «Татарский НИИСХ»	67,5	15,4	4,4

Получена тесная сопряженность показателя седиментации с содержанием клейковины (r=0,65±0,02) и с содержанием белка в зерне (r=0,68±0,02).

В результате многолетних исследований выделены сорта коллекционного питомника и новые перспективные образцы нашей селекции – источники высокого технологического качества зерна, имеющие стабильно высокий уровень морозостойкости.

Выводы. Изучение сортов различного эколого-географического происхождения показало, что в условиях северных районов Среднего Поволжья озимая пшеница способна формировать зерно с высоким содержанием белка и клейковины. Сорт Самарского НИИСХ Лютесценс 589 формирует до 18,0 % белка в муке. В ходе исследований выявлены сорта, сочетающие стабильную урожайность зерна с высоким содержанием клейковины. Выделен и включен в программу гибридизации комплексно-устойчивый к грибным листовым болезням

сорт SD 69-103 с содержанием белка 16,7 %. Использование показателя «индекс качества белка» позволяет выделять наиболее ценные генотипы для включения их в программу скрещиваний.

На основании полученных результатов исследований в 2013 году передан на Государственное испытание новый сорт озимой пшеницы Дарина с силой муки более 280 е.а., имеющий высокий индекс качества белка, перезимовавший в условиях аномальных морозов декабря 2010 года.

Литература

1. Дорогоневская Е.А. Зависимость белковости зерна от некоторых климатических факторов. – М., 1971. – С. 12-15.
2. Конарев В.Г. Белки пшеницы. М.: Колос, 1980. – 135 с.
3. Zeleny L.A. A simple sedimentation test for estimating the bread-making and gluten qualities of wheat flour. - Cer. Chem, 1947. 24. – P. 465-475.
4. Feillet P. Contribution a l etude des proteines du ble. Influence des facteurs genetiques, agronomiques et technologiques. - Ann. Technol. Agric., 1965. 14. 1. – P. 1-94.
5. Методические указания. /Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале // Санкт-Петербург, 1999.
6. Базавлук И.М. Ускоренный метод полумикро-Кьельдаля для определения азота в растительном материале при генетических и селекционных исследованиях // Цитология и генетика. 1968. №3. – С.249.
7. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирование качества зерна. М.: Росагропромиздат. 1991. – 170 с.

ESTIMAITION OF BREEDS OF WINTER WHEAT GRAIN QUALITY AND RESISTANCE TO FUNGAL DISEASES

I. D. Fadeeva, G. N. Valioullina
FGBNU «THE TATAR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

***Summary**: Determination of variety sources of high content of protein and gluten in the conditions of northern regions of Central Volga area for use in breeding is the purpose of researches. For achievement of this purpose 277 samples of winter soft wheat of various origin were studied in 2011-2013 for the content of gluten in grain, the indicator of sedimentation (S), the content of total protein in flour (P) and the index of quality of protein (S:P).The Lutescens 42, Lutescens 314, Moscowskaya 39, Galina, Fisht, O' Rus, Lutescens 589, Lutescens 499H7, Rita, Barkan, Lgovskaya 169, Beseda varieties formed a high amount of protein and gluten every year. Maximum protein content and sedimentation rate in average for all the studied varieties was observed in 2012. The maximum protein content (18,0 %) was obtained in 2012 at Lutescens 589 variety of the Samara Agricultural Research Institute breeding. It is established that Severnaya zarya, Lutescens 42, Albina, Malachite, Lgovskaya 169, Beseda combine the high maintenance of a gluten and high productivity of grain yield. According to literary data S:P relation size (index of quality of protein) quite well correlates with data alveogramma. The assessment of the index of protein quality in our researches allowed to identify the best grades on this indicator from collection nursery: Bezenchukskaya 380, Barkan, Lutescens 31/98, Lutescens 316, Darina, Albina. The close associativity of an indicator of sedimentation to the maintenance of a gluten (r=0,65±0,02) and to protein content in grain (r=0,68±0,02) is received. Possibility of receiving in the conditions of the Republic of Tatarstan of quality grain is shown.*

Keywords: variety, winter wheat, grain, gluten content, the protein content, resistance.

УДК 633.11:631.5

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ ДОНСКОГО ЗНИИСХ

М. А. ФОМЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук
А. И. ГРАБОВЕЦ, член-корреспондент РАН
ФГБНУ «ДОНСКОЙ ЗОНАЛЬНЫЙ НИИСХ»
E-mail: grabovets_ai@mail.ru

Приведены агробиологические и технологические характеристики новых сортов озимой мягкой пшеницы Вестница и Боярыня. Новые сорта имеют потенциал продуктивности 9 т/га зерна высокого качества, характеризуются высокой зимо-морозостойкостью, засухоустойчивостью, высокой полевой устойчивостью к бурой ржавчине, мучнистой росе, септориозу, болезням вирусной этиологии. Показана перспективность изучения сортов в Центрально-Черноземном регионе и Орловской области в частности.

Ключевые слова: озимая пшеница, селекция, сорт, урожайность, белок, устойчивость.

В последние десятилетия в почвенно-климатических регионах России резко увеличилось проявление экстремальных факторов – засух, суховеев, морозов, короткого вегетационного периода и пр. Расширился ареал и вредоносность заболеваний, интенсивность размножения и миграции вредителей. Эти стресс-факторы обострили проблему климатической зависимости величины и качества урожая озимой мягкой пшеницы [1, 2]. Причем, чем больше размах варьирования лимитирующих факторов среды, тем отчетливее проявляется преимущество сортов с широкой экологической пластичностью.

По продовольственной значимости и масштабам производства пшеница занимает ведущее место. Площади посевов мягкой озимой пшеницы в Ростовской области составляют 2,1 млн. га с перспективой увеличения до 2,5. Ее валовые объемы формируют до 76 % общего количества зерна. Потенциальная урожайность современных сортов озимой мягкой пшеницы достигла уровня 10-11 т/га, но ее реализация во многом зависит от их устойчивости к абиотическим и биотическим стрессорам внешней среды [3].

Увеличение урожайности современных сортов обусловлено перераспределением общей биомассы в сторону репродуктивных органов [4, 5]. Величина уборочного индекса, позволяет, хотя и косвенно, определить особенности перераспределения сухих веществ после прекращения роста соломины. Выявление при засухе таких форм с высокой степенью накопления и аттракции метаболитов способствует отбору адаптированных засухоустойчивых форм [5].

Цель исследований – оценка урожайности и показателей качества зерна, устойчивости к лимитирующим факторам среды новых сортов мягкой озимой пшеницы в условиях усиления аридизации среды.

Методика и условия проведения исследований

Исследования проводили в 2011-2015 гг. в Донском зональном научно-исследовательском институте сельского хозяйства в степной зоне Ростовской области. Объектами исследований послужили новые сорта Вестница, Боярыня. Сорта созданы путем внутривидовой гибридизации с многократным индивидуальным отбором в различных генерациях популяций. Конкурсные испытания закладывали по предшественникам: черный пар, зернобобовые (нут, горох), площадь – 20 $м^2$, в трехкратной повторности. Фенологические наблюдения и оценки, а также технологическую оценку качества зерна проводили согласно Методике госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Почва – чернозём южный среднемощный карбонатный слабовыщелочный с различной мощностью гумусового горизонта (30-40 см). Содержание валового азота 0,22, общего

фосфора 0,17, калия 2,3 %, минерального азота и подвижного фосфора – низкое, обменного калия – повышенное.

Климат характеризуется высокими тепловыми ресурсами (среднесуточная среднегодовая температура 6,9°С) и небольшим годовым количеством осадков (451 мм). Отклонение от среднегодовой температуры воздуха в 2011-2015 гг. в среднем составило +2,3°С. В период проведения исследований наблюдали проявление почвенной и воздушной засух в различные периоды органогенеза растений. Количество осадков варьировало от 375 до 458 мм. Гидротермический коэффициент в среднем составил 0,8, аридности – 0,4.

Изменение погодных условий в сторону усиления аридности климата обусловило нарастание интенсивности развития болезней вирусной этиологии: вируса желтой карликовости ячменя (2013 г.), вируса полосатой мозаики пшеницы (2015 г.), возрастание вирулентности проявления септориоза (2013-2015 гг.), эпифитотии клопа вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put., 2011 г.). За период проведения исследований отмечали нестабильность проявления зимних погодных факторов (от – 30° С до продолжительных оттепелей, 2011-2015 гг.), почвенные и воздушные засухи (2011-2015 гг.). Наблюдали поздневесенние заморозки (2014 г.), низкие температуры на глубине узла кущения -14° С (2012 г.), предуборочное прорастание зерна на корню (2014 г.), пыльные бури (2015 г.).

Результаты исследований

Увеличение урожайности генотипов при сохранении должного уровня зимо-морозостойкости, показателей качества зерна, происходило за счет усиления выраженности массы зерна с растения и колоса, надземной биомассы, емкости ценоза и доли зерна в растении. Принципы селекции на продуктивность и качество зерна с направлениями на повышение адаптивности позволили создать высокоурожайные сорта озимой пшеницы. В последние десятилетия в научно-исследовательском центре Донского ЗНИИСХ созданы сорта озимой мягкой пшеницы: Донэко, Донна, Донская лира, Золушка, Тарасовская 70, Миссия, Магия, Губернатор Дона, Доминанта. Сорта характеризуются разнообразными агробиологическими признаками и свойствами, экологически устойчивы, имеют адресную направленность для разнообразных почвенно-климатических условий Северо-Кавказского, Центрально-Черноземного, Средне- и Нижневолжского и Уральского регионов, возделываются на площади более 2 млн. га.

В 2016 году в Госреестр селекционных достижений РФ внесены и допущены к возделыванию по Северо-Кавказскому региону новые сорта Вестница и Боярыня.

Сорт Вестница получен методом внутривидовой гибридизации и трехкратным индивидуальным отбором из гибридной популяции Тарасовская остистая / Ермак. Разновидность эритроспермум. Сорт интенсивного типа, полукарликовый, устойчив к полеганию. Высота растений – 74-90 см. Среднеранний. Зерно выполненное, стекловидное, красное. Масса 1000 зерен в различных условиях варьирует в пределах 34-42 г.

В степных зонах с недостаточным и неустойчивым увлажнением по черному пару урожайность сорта в конкурсных испытаниях (2011-2015 гг.) составила 6,35 т/га (+ 0,62 т/га к ст. Дон 107, табл. 1), по зернобобовым – 3,84 т/га (+ 0,24 т/га к ст. Дон 107). По предшественнику зернобобовые конкурсные испытания высевали в зависимости от увлажнения почвы.

Таблица 1

Урожайность сортов Вестница и Боярыня, конкурсные сортоиспытания, 2011 – 2015 гг.

Предшественник	Годы	Урожайность, т/га		Отклонение от стандарта Дон 107	Урожайность, т/га		Отклонение от стандарта Дон 107
		Вестница			Боярыня		
		среднее	min - max		среднее	min - max	
Черный пар	2011 -2015	6,35	5,29-7,07	0,62	6,39	4,74-7,24	0,66
Зернобобовые	2013 -2015	3,84	2,22-5,22	0,31	3,98	2,25-5,19	0,45

*Примечание * значимые различия на уровне p<0,05*

В оптимальных условиях увлажнения урожайность была получена 5,22 т/га, что на 0,81 т/га больше по сравнению со стандартом. В 2013 году посев проводили под зиму, после оптимальных сроков через 20 дней. Всходы получили весной. Урожай зерна с га составил 2,22 т, превышение к стандарту 0,21 т/га. Сорт способен реализовать в различных почвенно-климатических зонах достаточно высокий продуктивный потенциал. Прибавка урожая в сравнении с контролем в агроэкологических испытаниях варьировали от 0,68 т/га до 2,2 т/га при урожае зерна с га 4,4 т и 8,2 т соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность сортов Вестница, Боярыня в различных почвенно-климатических зонах, т/га, 2013-2015 гг.

Экологическое сортоиспытание	Год	Вестница	Боярыня	Стандарт
Обоянский ГСУ, Курская область, ст. Льговская 4	2014	9,47	-	9,05
Курский НИИ АПП, ст. Московская 39	2013-2015	7,09	7,18	6,05
Тамбовский НИИСХ, ст. Московская 56	2013-2015	4,41	4,61	3,73
Шатиловская СХОС, Орловская обл., ст. Московская 39	2014	7,02	-	4,8
Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко, ст. Губернатор Дона	2013	8,18	7,93	7,44

Максимальная урожайность сорта получена на Обоянском ГСУ Курской области в 2014 году – 9,47 т/га. Полученные данные показывают перспективность дальнейшего изучения сорта в системе ГСУ РФ. Сорт заявлен на дальнейшее изучение Госсорткомиссией в Орловской области на 2016 год. По жаростойкости и засухоустойчивости сорт значительно превосходит стандарт. Сорт зимоморозостоек. Жизнеспособность растений при промораживании в КНТ-1М при t - 19°С (экспозиция 20 часов) – 72 % (табл. 3).

Таблица 3

Хозяйственно-биологическая характеристика сортов мягкой озимой пшеницы Вестница, Боярыня, 2011-2015 гг.

Показатель		Вестница	Боярыня	Дон 107 стандарт
Морозостойкость, -18°, %		72	75	52
Засухоустойчивость, балл		4,3	4,0	4,0
Поражение болезнями (полевые оценки):		-		
мучнистая роса, %		5-10	0-15	10-40
бурая ржавчина, %		0-10	0-ед.п.	0-10
снежная плесень, балл		0,5-2,0	0,1-0,5	0,5-2,5
септориоз, %		10-20	5-10	10-20
корневые гнили, %		21	17	30
Устойчивость к вирусу желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ), балл		9,0	9,0	5,0
Устойчивость к вирусу полосатой мозаики пшеницы (ВПМП), балл		8,5	8,7	8,5
Устойчивость на инфекционном фоне: *				
бурая ржавчина (ст. Краснодарская 99)	тип реакции, балл	2,3	1	3,4
	степень поражения, %	40	5	75
Пиренофороз, % (ст. Зерноградка 11)		35	25	75

Примечание: данные получены в ВНИИБЗР, 2015 г.

Сорт слабовосприимчив к поражению основным болезням злаков, в частности характеризуется полевой устойчивостью к поражению бурой ржавчиной (0-10 %, табл. 3), снежной плесенью (0,5-2,0 балла). Устойчив к поражению корневыми гнилями (21 %), Высокоустойчив к поражению ВЖКЯ (9 баллов), ВПМП (8,5 баллов), среднеустойчив к септориозу (10-20 %). На инфекционном фоне сорт среднеустойчив к северокавказским популяциям бурой ржавчины (40 %), пиренофороза (35 %). Поражение вредителям (злаковой мухой, хлебным пилильщиком) заметно ниже, чем у стандарта Дон 107.

Сорт внесен в Госреестр как «ценная» по качеству пшеница, но способен формировать «сильное» зерно (табл. 4). Натура зерна – 760-830 г/л, стекловидность- 70-92 %. Содержание белка в зерне варьирует в пределах 14,9-16,6 %, 29,7-33,7 клейковины. Объем хлеба 830-900 см^3. Число падения 426-527 сек, SDS - 62,5-63,5 мл.

Выполненные исследования показали, что в сортах нашей селекции упругость клейковины (по показателю ИДК) при повреждении зерна вредной черепашкой от 0 до 2 % составляла 69-82 у.е. При дальнейшем увеличении поврежденности зерна ИДК возрастает. Упругость клейковины снижалась от удовлетворительно слабой II группы до неудовлетворительно слабой III группы [6]. Сорт Вестница при 4 %-повреждении зерна, характеризовался достаточно высокими показателями альвеограммы (272 е.а.) и объемом хлеба со 100 г муки (830 см^3). Для сравнения у стандарта сорта Дон 107 (с меньшим процентом поражения – 2,5 %) эти показатели были ниже и составили 252 е.а. и 820 см^3 соответственно.

Таблица 4

Технологические и хлебопекарные качества зерна сортов Вестница, Боярыня, 2011-2015 гг.

Показатель	Вестница	Боярыня	Стандарт
Натура зерна, г/л	780	780	780
Масса 1000 зёрен, г	36,1	37,3	37,0
Содержание белка, %	15,5	14,7	14,2
Содержание клейковины, %	29,0	28,5	23,7
Сила муки, е.а.	297	278	252
Объемный выход хлеба, см^3	862	847	830
Эластичность / пористость, балл	4,3/3,8	4,3/4,0	4,2/3,8
Общая хлебопекарная оценка, балл	4,7	4,7	4,6

Сорт отзывчив на внесение сложных туков под основную обработку почвы, обуславливая прибавки урожая 0,24 т/га (на фоне 100 кг/га аммофоса) – 0,40 т/га (200 кг/га). Сорт хорошо реагирует на внекорневые подкормки ЖКУ (N5P16) дозой 25 кг/га в физическом весе в фазу стеблевания. Прибавки составляют 0,53 т/га (на фоне 200 кг/га аммофоса + N40) – 0,62 т/га (на фоне 100 кг/га аммофоса + N40). Он также высоко отзывчив на внесение N30 в фазу колошения (карбамид). Это даёт возможность получить ещё 0,7-0,99 т/га зерна высокого качества.

Наибольшую урожайность сорт обеспечивает при оптимальных сроках посева для зоны. Возможны поздние сроки посева.

Сорт Боярыня получен методом внутривидовой гибридизации и индивидуальным отбором в четвертой генерации популяции Доминанта / Ермак.

Сорт интенсивного типа. Высота растений 76-95 см. Соломина прочная, устойчивая к полеганию. Среднеранний. Колос средней плотности, длина 8-9 см. Зерно выполненное, стекловидное, красное, средней крупности. Разновидность эритроспермум.

Имеет высокие показатели засухоустойчивости и жаростойкости. Отличается высокой зимо- и морозостойкостью. Жизнеспособность растений при промораживании в КНТ-1М при t -19°С 63-78 %.

Способен реализовать высокий потенциал продуктивности в неблагоприятных погодно-климатических условиях. Уровень урожайности сорта связан с количеством продуктивных стеблей, формируемых ценозом сорта и озерненностью колоса. В условиях засухи способен формировать 700-800 колосьев на 1 $м^2$, обеспечивая урожай 6-7 т/га. В среднем за 2011-2015 гг. урожайность нового сорта по предшественнику черный пар составила 6,39 т/га, что на 0,66 т/га больше по сравнению со стандартом, по предшественнику зернобобовые – 3,98 т/га, что 0,45 т/га выше стандарта (табл. 1). Главное его отличие от сорта Вестница – лучшая адаптация к неблагоприятным условиям вегетации. В среднем за 2013-2015 гг. урожайность сорта в экологическом сортоиспытании в условиях неблагоприятной перезимовки в Тамбовском НИИСХ, составила 4,61 т/га, что на 0,88 т больше по сравнению со стандартом (табл. 2).

Для сорта характерно интенсивное отрастание массы после возобновления весенней вегетации. В полевых условиях устойчив к вирусу желтой карликовости ячменя (9 баллов, табл. 3), вирусу полосатой мозаики пшеницы (8,7 балла), слабо восприимчив к снежной плесени (0,1-0,5 балла). На инфекционном фоне высокоустойчив к бурой ржавчине (5 %), среднеустойчив к пиренофорозу (25 %), более устойчив к корневым гнилям, чем стандарт (17 % против 30 %). Поражение злаковой мухой – 5 %, у стандарта Дон 107-10 %.

Сорт предназначен для высокого и выше среднего уровня плодородия. Наибольшая отдача сорта достигается при посеве в начале и в середине оптимальных сроков посева в зоне возделывания. Рекомендованная норма высева 4,0 млн. всхожих семян на 1 га по лучшим предшественникам в оптимальный срок посева. Увеличение нормы посева до 4,5-5,5млн. /га рекомендовано по непаровым предшественникам или при отсутствии влаги.

По качеству зерна соответствует «ценным» пшеницам (табл. 4). Содержание белка – 14,4-16,2 %, клейковины – 26,6-32,8 %. Седиментация – 49,0-63,3мл. Объем хлеба 780-920 $см^3$.

Одним из важных биологических свойств сорта является его толерантность к предуборочному прорастанию. Хорошим показателем числа падения для зерна является значение выше 150-200 секунд. Число падения, показывающее активность альфа- амилазы у сорта Боярыня в оптимальных условиях составляет 453 сек. После осадков и понижения среднесуточных температур, вызывающих активность альфа-амилазы – 216 сек. У стандарта Дон 107 – 456 и 62 сек. соответственно.

Сорт отзывчив на улучшение агрофона. В условиях степной зоны фоновое внесение сложных удобрений под основную обработку обеспечивает прибавку урожайности на уровне 0,07т/га (N12P50) - 0,17т/га (N24P100) при урожайности на естественном фоне 5,3 т/га. Наибольшая отдача сорта наблюдается на фоне 200 кг аммофоса (N24P100) при внекорневых подкормках. Уровень прибавки урожая составляет 1,0 т/га (N24P100 + ЖКУ N5 P16), 1,32 т/га (N24P100 + ЖКУ N5 P16 +мочевина N30), 1,48 т/га (N24P100 + мочевина N30). При этом увеличивается и содержание клейковины в зерне (на 0,9-4,2 %).

Таким образом новые сорта мягкой озимой пшеницы Вестница и Боярыня селекции Донского НИИСХ могут быть рекомендованы для экологических испытаний в Центрально-Черноземном регионе и Орловской области в частности. Данные сорта обеспечат получение урожайности 5,5-6,5 т/га с содержанием клейковины более 28 %.

Литература

1.Баталова Г.А. Селекция на стрессоустойчивость как фактор адаптивной интенсификации земледелия // Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия, Мат. межд. науч.-практ. конф., 1-2 июля 2004, г. Жодино / – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2004. –Т.2. –С. 42-48.

2.Гриб С.И. О принципе адекватности селекционных технологий системам земледелия // Принципы и методы оптимизации селекционного процесса сельскохозяйственных растений, Сб. мат-лов межд. науч.-практ. конф., 14-15 июля 2005, г. Жодино / РУП «Научно-практ. Центр НАН Беларуси по земледелию». Минск, 2005. – С. 18 - 20.

3.Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика) / – М.: ООО «Изд-во Агрорус», 2004. – С.187-220..
4.Беспалова Л.А. Селекция полукарликовых сортов озимой мягкой пшеницы // Автореф… доктора с.-х. наук. Краснодар, 1998. – 50 с.
5.Грабовец А.И., Фоменко М.А. Озимая пшеница // Ростов-на-Дону: Юг, 2007. – 600 с.
6.Фоменко М.А., Грабовец А.И., Мельникова О.В. Особенности селекции озимой пшеницы по нейтрализации воздействия фермента клопа - вредная черепашка на качество зерна//Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2 (52). – С. 35-39.

A NEW GENERATION OF WINTER WHEAT VARIETIES BREEDING DON SNIISH

M. A. Fomenko, A. I. Grabovets
FGBNU «DON ZONAL RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»
E-mail: grabovets_ai@mail.ru

Abstract: *Given agrobiological and technological characteristics of new varieties of Triticum aestivum winter wheat Vestnica and Bojarynja. New varieties have a yield potential of 9 t/ha of grain of high quality, are characterized with high winter-hardiness, drought resistance, high field resistance to leaf rust, powdery mildew, septoria blotch, diseases of viral etiology. Shown the potential of studying the varieties in the Central black earth region and the Oryol area in particular.*

Keywords: winter wheat, breeding, variety, productivity, protein, resistance.

УДК: 633.111.1”321”: 631.523.4: 631.524.02(571.1)

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНА ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е. Н. ШАБОЛКИНА, **М. Г. МЯСНИКОВА**, кандидаты сельскохозяйственных наук,
П. Н. МАЛЬЧИКОВ, доктор сельскохозяйственных наук,
Л. В. ПРОНОВИЧ, научный сотрудник
ФГБНУ «САМАРСКИЙ НИИСХ»
E-mail: samniish@mail.ru

Выпеченный из муки твердой пшеницы хлеб имеет специфические свойства – желтый цвет, характерный запах и вкус, высокую плотность и небольшой объем, мелкую структуру и длительное время сохраняет свежесть. Эти свойства пользуются спросом у части потребителей и формируют соответствующий сегмент рынка, однако производство хлеба из твердой пшеницы пока ещё не является крупной индустрией. Более широко в хлебопечении используют муку из зерна твердой пшеницы в смеси с мукой из мягкой пшеницы при различном соотношении и подходящей рецептуре. Исследования возможностей оптимизации этого процесса проводились в Самарском НИИСХ, где выполняются селекционной программы по созданию высококачественных сортов не только макаронного направления, но и для хлебопечения. В многолетних опытах изучены технологические показатели качества современных сортов яровой твердой пшеницы и их смесей с яровой и озимой мягкой пшеницами. Высокая газообразующая способность углеводного комплекса твердой пшеницы позволяет использовать ее в хлебопечении как улучшитель мягкой пшеницы. При добавлении к муке из зерна мягкой пшеницы с хорошей газоудерживающей способностью и, как правило, с сильной клейковиной 30 % муки из твердой пшеницы, получается более объёмный, питательный и вкусный хлеб. Однако этот эффект наблюдается не всегда. В статье приведены данные показывающие зависимость качества хлеба от качества смешиваемых компонентов. Необходимо учитывать эффект комплементарности сортов твердой и мягкой пшениц в улучшении технологических

свойств, который определяется методом пробной выпечки хлеба из смеси муки образцов этих видов пшеницы.

Ключевые слова: пшеница, сорт, мука, клейковина, качество хлеба.

Твердая пшеница в России издавна славилась прекрасным качеством зерна: стекловидностью, большим содержанием белка, высокими технологическими достоинствами. Именно за эти качества ее называли жемчужиной пшениц России и на мировом рынке оценивали значительно выше, чем мягкую [1].

Потенциал качества зерна сортов твердой пшеницы и продуктов его переработки зависит от эффективности селекционного процесса и направлений, которые выбирает и реализует селекционер, предлагая производителям сорта с улучшенными параметрами.

Высокое отношение глиадина и глютенина – основных белков, образующих клейковину, обеспечивает не только высокую технологичность макаронного производства, но и более высокую питательность, и усвояемость белка. Крахмал кристаллической формы и повышенная доля в его структуре амилозного компонента положительно влияют на пищеварение и гликемический индекс продуктов из твердой пшеницы.

В Европе, особенно в Италии, традиционно основным продуктом из твердой пшеницы является паста (макароны). Для хлебопечения мука из твердой пшеницы в чистом виде малопригодна. Слишком упругая, малоэластичная и короткорвущаяся клейковина не обеспечивает получения пышного, с достаточной пористостью хлеба. Выпеченные хлебные изделия имеют небольшой объем, грубые поры и специфический привкус [2]. Тем не менее, хлеб, приготовленный из муки твердой пшеницы, популярен в южной Италии, где традиционно хлеб является одним из основных продуктов питания [3].

Выпеченный из муки твердой пшеницы хлеб имеет специфические свойства – желтый цвет, характерный запах и вкус, высокую плотность и небольшой объем, мелкую структуру и длительное время сохраняет свежесть (медленное черствение). Для клейковины твердой пшеницы характерна низкая токсичность и лучшая усваиваемость в процессе пищеварения, что привлекает людей с повышенной чувствительностью к клейковине. Эти свойства, присущие хлебу из твердой пшеницы, пользуются спросом у части потребителей и формируют соответствующий сегмент рынка, который имеет тенденцию к расширению в Средиземноморском регионе [4, 5]. Однако производство хлеба из твердой пшеницы пока ещё не является крупной индустрией и остается уделом мелких мануфактур и ремесленников, поэтому оно более дорогое [5].

Более широко используют муку из зерна твердой пшеницы в смеси с мукой из мягкой пшеницы при различном соотношении и подходящей рецептуре. Высокая газообразующая способность твердой пшеницы позволяет использовать ее как улучшитель. При добавлении к муке из зерна мягкой пшеницы с хорошей газоудерживающей способностью 20-30 % муки из твердой пшеницы, хлеб получается более питательный и вкусный, лучше сохраняется [1, 6, 7].

Селекцию твердой пшеницы можно вести по двум направлениям: на создание высококачественных сортов для макаронной промышленности и для хлебопечения. Такие программы осуществляются в Италии и Канаде [7]. Проводились работы по этим направлениям и в СССР [6].

Целью исследований на протяжении многих лет в Самарском НИИСХ является изучение технологических показателей качества современных сортов яровой твердой пшеницы и их смесей с яровой и озимой мягкой пшеницами, оценка перспективы селекции твердой пшеницы хлебопекарного направления.

Материалы и методы

Исследования проводились на экспериментальной базе Самарского НИИСХ. В качестве экспериментального материала в 2006 году были взяты образцы зерна 4-х сортов яровой твердой пшеницы Безенчукская 182, Марина, Безенчукская 209, Безенчукская нива (улучшители) и сорт яровой мягкой пшеницы Тулайковская 5. Исследуемые образцы зерна были получены на опытных делянках (конкурсное сортоиспытание) лаборатории селекции

яровой твердой пшеницы, выращенной по чистому пару и по рекомендованной зональной технологии возделывания. Смеси муки готовили по массе в соотношении 1:2.

В 2008 году в качестве исходного материала использовали образцы зерна 4-х сортов яровой твердой пшеницы Безенчукская 182, Безенчукская 209, Безенчукская нива, линия 653д – 58 (улучшители) и сорт озимой мягкой пшеницы Безенчукская 616. Смеси муки готовили по массе в соотношении 30:70 и 20:80 (%).

В 2015 году провели исследования физических и реологических свойств теста 29 сортов яровой твердой пшеницы, созданных в различных селекционных учреждениях России и лабораторную выпечку хлеба из муки этих сортов яровой твердой пшеницы в смеси с мукой яровой мягкой пшеницей Тулайковской 108. Смеси муки готовили по массе 30:70 (%).

Оценку качества зерна проводили в соответствии с методиками национальных стандартов Российской Федерации и методов ИСО: содержание белка в зерне по ГОСТ 10846-91; определение количества и качества клейковины в зерне по ГОСТ 13586. 1-68; физические характеристики теста – на фаринографе по ГОСТ Р 51404 – 99 (ИСО 5530-1-97). Пробные лабораторные выпечки были выполнены с использованием безопарного метода с интенсивным замесом теста из пшеничной муки [8, 9]. Оценивали объемный выход хлеба, внешний вид и состояние корки, пористость, структуру, цвет и вкус мякиша. В готовых изделиях определяли влажность мякиша и процесс черствения хлеба (ГОСТ 21094-75).

Результаты

В связи с функциональными различиями компонентов глиадина и глютенина возможно моделирование свойств макаронной и хлебопекарной муки как при составлении смесей, так и в селекции. По данным В.Г. Конорева (1980), улучшение хлебопекарных качеств муки в смесях возможно за счет взаимной компенсации недостающих компонентов.

Эффективность смешивания яровых твердых пшениц с яровой мягкой пшеницей, зависит от свойств улучшителя, погодных условий в период налива и созревания зерна, а также от рецептуры и методов тестоведения. Метеорологические условия вегетационного периода в 2006 году характеризовались неустойчивым температурным режимом (продолжительная засуха в период налива и формирования зерна), что способствовало накоплению белка в зерне от 12,5 % (Безенчукская нива) до 13,3 % (Безенчукская 209) и клейковины от 36,2 % (Безенчукская нива) до 45,4 % (Безенчукская 209). Сорт яровой мягкой пшеницы содержал 13,2 % белка и 36,9 % клейковины. Качество клейковины всех сортов, в том числе и мягкой пшеницы (Тулайковская 5) по индексу деформации соответствовало третьей группе.

Таким образом, погодные условия способствовали накоплению достаточного количества белка в зерне и формированию большого количества, но низкого качества клейковины. Обычно из такой муки выпекают хлеб с удовлетворительной хлебопекарной оценкой, даже при добавлении сахаров для улучшения газообразующей способности.

Эффект улучшения в смесях, приготовленных в соотношении 1:2 был, но невысокий. При оценке физических свойств теста по сопротивляемости и тестообразующей способности существенных отличий смесей от сорта яровой мягкой пшеницы Тулайковская 5 не отмечено (табл.1).

Пробная выпечка хлеба, непосредственно оценивающая хлебопекарные достоинства пшеницы, показала, что он в смесях он повысился на 20-30 $см^3$, а общая хлебопекарная оценка изменялась незначительно.

Относительно высокие хлебопекарные свойства были отмечены в варианте, где в качестве улучшителя использовался сорт твердой пшеницы Безенчукская 182 (объем хлеба – 570 $см^3$, общая хлебопекарная оценка – 4,2 балла). Использование в смесях сортов твердой пшеницы Безенчукская 182, Марина и Безенчукская нива улучшило внешние качественные показатели хлеба: поверхность (гладкая), цвет корки (золотистый), структура мякиша (эластичная и хорошо восстанавливающаяся).

Таблица 1

Технологические показатели качества муки сортов яровой твердой пшеницы в смеси с яровой мягкой пшеницей, 2006 год

№ п/п	Сорт	Фариограф			Объем хлеба, $см^3$	Общая хлебопек. оценка, балл
		Стойкость теста, мин	Разжиже-ние, е.ф.	Валори-метрическая оценка, е.вал.		
0	Тулайковская 5	6,5	110	66	540	4,1
Смеси 1 : 2						
1	Безенчукская 182+ Тулайковская 5	5,0	110	60	570	4,2
2	Марина + Тулайковская 5	4,5	140	56	560	4,1
3	Безенчукская 209 + Тулайковская 5	6,0	50	68	540	4,0
4	Безенчукская нива + Тулайковская 5	4,0	100	56	560	4,1

О черствении хлеба судили по изменению структурно-механических свойств мякиша через 24 ч хранения. Исследования показали, что в процессе черствения происходит изменение реологических свойств мякиша, исчезает его приятный вкус. В контрольном варианте у сорта яровой мягкой пшеницы Тулайковская 5 интенсивно снижалась эластичность мякиша и возрастала крошковатость, ухудшался вкус. Хлеб выпеченный из смеси муки мягкой и твердой пшеницы более длительное время сохранял свежесть, т.е. процесс черствения замедлялся на 0,7-1,9 % относительно контроля. Погодные условия в 2008 году характеризовались крайне нестабильным температурным режимом и неравномерным выпадением осадков. Все изучаемые сорта твердой пшеницы сформировали зерно с высоким содержанием белка и клейковины, но низким качеством, кроме линии 653д – 58 (2 группа). Это повлияло на эффективность смешивания яровых твердых пшениц с яровой мягкой пшеницей. Эффекта улучшения хлебопекарного качества в смесях от внесения твердой пшеницы как улучшителя в соотношении 20:80 % не было, качество хлеба ухудшилось (мякиш неэластичный, заминался и пористость неравномерная, толстостенная). Увеличение содержания в смеси муки из твердой пшеницы до 30 % улучшило физические и реологические свойства теста: увеличилась тестообразующая способность и устойчивость теста к замесу (т.е. стойкость) на 0,5-1,0 минуту и валориметрическая оценка (табл. 2).

Лучшие показатели фариограммы наблюдались при смешивании яровой мягкой пшеницы с линией твердой пшеницы 653д–58. Данный образец твердой пшеницы независимо от метеорологических условий вегетационного периода стабильно формирует высококачественную клейковину. В крайне нестабильный по погодным условиям год эта линия имела лучшие показатели: ИДК – 96 ус.ед. (2 группа), SDS седиментация – 42 мл и в смеси с яровой мягкой пшеницей – 55 мл. Тем не менее, в отдельные годы (в наших экспериментах это 2008 г.) при добавлении муки из твердой пшеницы в смесь эффекта улучшения объёма хлеба не было.

Таким образом, использование муки из твердой пшеницы в смесях не всегда ведет к увеличению объемного выхода хлеба. Для повышения вероятности получения эффекта улучшения большое значение имеет не только качество зерна используемой твердой пшеницы, но и комплементарный подбор сорта улучшителя и улучшаемого сорта мягкой пшеницы.

В 2015 году большое количество осадков в апреле-мае способствовали хорошему развитию растений в начальный период. В тоже время высокие температуры и недостаток влаги в июне в значительной степени повлияли на качество зерна и клейковины яровой твердой пшеницы. Индекс деформации клейковины большинства сортов соответствовал третьей группе. Только сорт Безенчукская 209 и линии 1389ДА-1 и Д2098 относились по

этому показателю ко второй группе. Оценка физических и реологических свойств теста с помощью фаринографа выявила ряд сортов твердой пшеницы с отличными показателями и подтвердила результаты, полученные при отмывке клейковины: Безенчукская 209, линии 1389ДА-1 и Д2098 (стойкость теста – 8,5-12,0 мин, разжижение теста – 20-80 е.ф., валориметрическая оценка – 78-86 е.вал.).

Таблица 2.

Технологические показатели качества муки сортов яровой твердой пшеницы в смеси с озимой мягкой пшеницей, 2008 год

№ п/п	Сорт	Фариограф			Объем хлеба, $см^3$	Общая хлебопек. оценка, балл
		Стойкость теста, мин	Разжиже-ние, е.ф.	Валори-метрическая оценка, е.вал.		
0	Безенчукская 616	3,0	100	46	890	4,5
Смеси 30 : 70						
1	Безенчукская 182 + Безенчукская 616	4,0	140	50	725	4,1
2	Безенчукская 209 + Безенчукская 616	2,0	150	40	610	4,0
3	Безенчукская нива + Безенчукская 616	3,5	150	48	720	4,1
4	Линия 653д – 58 + Безенчукская 616	3,5	120	52	720	4,0
Смеси 20 : 80						
1	Безенчукская 182 + Безенчукская 616	3,0	170	44	615	3,8
2	Безенчукская 209 + Безенчукская 616	2,0	120	40	705	3,9
3	Безенчукская нива + Безенчукская 616	2,0	180	38	590	3,8
4	Линия 653д – 58 + Безенчукская 616	2,0	170	40	680	3,9

Яровая мягкая пшеница Тулайковская 108 сформировала сильное зерно: качество клейковины – 2 группа, стойкость теста – 7,0 мин, разжижение теста – 30 е.ф., валориметрическая оценка – 80 е.вал. В данном случае сорт яровой мягкой пшеницы не нуждался в улучшении технологических свойств, но объемный выход хлеба при проведении лабораторной выпечки был недостаточным (табл. 3).

Согласно литературным данным, некоторые сильные высокобелковые сорта при проведении лабораторной выпечки дают пониженный объем хлеба [1, 10]. Небольшой выход хлеба с плотным мякишем объясняется недостаточной сахаробразующей, но хорошей газоудерживающей способностью мягкой пшеницы. Добавка муки из твердой пшеницы с высокой сахаробразующей способностью ведет к значительному росту объемного выхода хлеба.

Бебякин В.М., Винокурова Л.Т. отмечают необходимость учета компенсационной способности, смесительной силы пшеницы и соблюдение оптимального количественного соотношения компонентов в смесях [11]. При смешивании муки твердой и мягкой пшеницы в 2015 году отчетливо прослеживается эффект компенсации недостающих компонентов. Объемный выход хлеба из смесей муки при проведении лабораторной выпечки намного превышал (на 305 $см^3$) исходный объем хлеба из муки яровой мягкой пшеницы Тулайковская 108. Общая хлебопекарная оценка показывает высокий эффект улучшения хлебопекарного качества в смесях при внесении твердой пшеницы в соотношении 30:70 %.

Таблица 3

Технологические показатели качества муки сортов яровой твердой пшеницы в смеси с яровой мягкой пшеницей, 2015 год

№ п/п	Сорт	Фаринограф			Хлебопекарная оценка смеси 30:70	
		Стойкость теста, мин	Разжиже-ние, е.ф.	Валори-метрическая оценка, е.вал.	Объем хлеба, $см^3$	Общая хлебопекар. оценка,балл
0	Тулайковская 108	7,0	30	80	675	4,5
1	Харьковская 46	5,0	120	58	775	4,43
2	Безенчукская 139	3,5	160	50	860	4,50
3	Безенчукская 182	2,5	110	46	920	4,43
4	Саратов. золотистая	5,0	100	58	830	4,36
5	Безенчук. степная	6,0	130	58	925	4,50
6	Жемчужина Сибири	4,5	80	60	850	4,50
7	Безенчукская 205	4,5	90	54	980	4,57
8	Краснокутка 13	3,5	110	50	950	4,57
9	Донская элегия	1,5	230	32	800	4,36
10	Безенчукская Нива	5,0	130	56	825	4,36
11	Безенчукская 209	12,0	20	86	805	4,43
12	Безенчукская 210	1,5	100	44	775	4,43
13	Безенчук.золотистая	3,0	90	52	865	4,50
14	Луч 25	3,0	140	52	865	4,43
15	Д2098	8,5	80	78	870	4,50
16	98с-08	6,0	80	66	870	4,50
17	Омский изумруд	5,5	110	62	815	4,43
18	Гордеиф. 677	3,5	120	54	750	4,29
19	Безенчук. крепость	3,5	90	56	795	4,43
20	1389ДА-1	11,5	30	84	825	4,50
21	1368Д-18	3,5	110	54	725	4,21
22	1477Д-4	3,0	80	54	815	4,57
23	Салют Алтая	4,5	40	62	800	4,36
24	Солнечное 573	3,5	40	56	780	4,29
25	Памяти Янченко	3,0	60	54	835	4,71
26	Алтайская Нива	2,0	80	46	775	4,43
27	Алтайский янтарь	2,0	140	42	905	4,57
28	Омский корунд	3,0	120	48	875	4,50
29	Гордеиф.616 (Оазис)	2,5	120	48	830	4,43

Результаты исследований показали, что наибольший объем хлеба (> 900 $см^3$) был получен при смешивании яровой мягкой пшеницы Тулайковская 108 с сортами твердой пшеницы, которые в крайне нестабильных погодных условиях 2015 года сформировали зерно не лучшего качества (валориметрическая оценка – 42-58 е.вал.). Максимальный объемный выход хлеба при смешивании мягкой и твердой пшеницы, по данным хлебопекарного анализа, составил 980 $см^3$. Хлеб, выпеченный безопарным методом лабораторной выпечки с интенсивным замесом теста из пшеничной муки имел приятный вкус и аромат. Поверхность выпеченных хлебцев была ровной, цвет корки золотисто-коричневый, мякиш не заминался и характеризовался мелкой равномерно развитой пористостью (рис. 1.).

Сорта твердой пшеницы, которые отличались прекрасным качеством и имели очень низкий показатель «разжижение теста» (20-40 е.ф.), при проведении лабораторной выпечки из смеси муки давали объемный выход хлеба всего лишь 780-825 $см^3$. В данном случае

улучшение хлебопекарного качества при смешивании муки двух сильных сортов не наблюдалось из-за отсутствия эффекта компенсации.

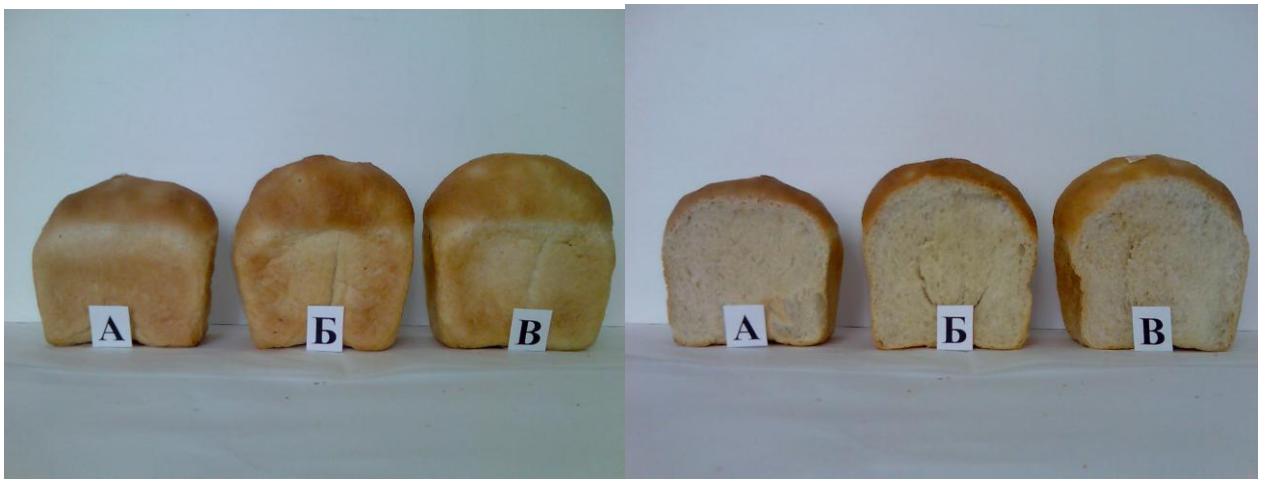


Рис. 1. Хлебопекарные достоинства изделий, выпеченных из смеси муки яровой твердой и мягкой пшеницы
***А –** Тулайковская 108; **Б** – Безенчукская степная + Тулайковская 108 (30:70 %);*
***В** – Безенчукская 205 + Тулайковская 108 (30:70 %)*

Рациональное использование муки из твердых сортов пшеницы при выпечки хлебных изделий уменьшает черствение полученного хлеба. В процессе хранения крошковатость, показатели структурно-механических свойств мякиша хлеба, приготовленного из смеси муки изменялись менее интенсивно, чем в контрольном варианте (Тулайковская 108). Черствение хлеба, выпеченного с добавлением муки яровой твердой пшеницы в соотношении 30:70 % замедлялось до 6,9 % относительно контроля.

Выводы

Использование до 30 % муки из твердой пшеницы в хлебопечении дает положительный результат. Однако этот эффект наблюдается не всегда. Необходимо учитывать эффект комплементарности сортов твердой и мягкой пшеницы в улучшении технологических свойств, который определяется методом пробной выпечки хлеба из смеси муки образцов этих видов пшениц.

Литература

1. Братухин А.М. Твердая пшеница и ее технологические свойства // Земледелие. - 1963. - № 2. – С.11-15.
2. Созинов А., Обод И. Сила пшеницы. - Одесса, - 1970. – С. 10-18.
3. Quaglia G.B. Other durum wheat products // In: Durum Chemistry and Technology.- AACC International. - St.Paul. - 1988. - MN. – P 263-282.
4. Troncone R., Auricchio S. Gluten – sensitive enterophathy (celiac disease). // Food Review International. – 1991. - 7. - P. 205.
5. Liu C.Y. Shepherd K.W., Rathjen A.J. Impovement of durum wheat pasnamaking and bredmaking qulities. // Cereal Chemistry. - 1978. - 55. – P. 598-618.
6. Голик В.С., Аладьин В.С., Кучумова Л.П., Кравец Л.П., Пархоменко Р.Г. Создание сортов твердой пшеницы двухстороннего использования // Доклады ВАСХНИЛ. - 1985. - № 2. – С.12-14.
7. Hareland G.A., Puhr D.P. Baking performance of durum and soft wheat flour in a sponge-dough breaddmaking procedure // Cereal Chemistry. – 1998. - 75. – P.830-835.
8. Пшенишнюк Г.Ф., Рыбак А.И., Лялина И.А. Оценка макаронных свойств зерна твердой и мягкой пшеницы // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. - 1987. - № 9. – С. 41-44.
9. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.-1988. - Вып.3. - 248с.
10. Мартьянова, А.И., Пищугина Е.П. Пробная лабораторная выпечка хлеба - прямой и надежный способ оценки качества зерна пшеницы. // Зерновые культуры. - 2001. № 2. – С. 28-30.
11. Бебякин В.М., Винокурова Л.Т. Смесительная ценность высококачественных сортов яровой мягкой пшеницы для целей селекции // Доклады РАСХН. – 2003. - № 4. – С. 3-5.

OPPORTUNITIES USE OF GRAIN DURUM WHEAT IN THE BAKING INDUSTRY

E. N. Shabolkina, M. G. Myasnikova, P. N. Malchikov, L. V. Pronovich
FGBNU «SAMARA RESEARCH SCIENTIFIC INSTITUTE OF AGRICULTURE»

Abstract: *Durum wheat bread baked from flour has specific properties – yellow color, characteristic smell and taste, high density and small volume, small structure and long lasting freshness. These properties are in demand on the part of consumers and form the corresponding segment of the market, but the production of bread from durum wheat is not yet a major industry. More commonly used in bread making grain flour from durum wheat flour in admixture with soft wheat at various ratios and a suitable formulation. Research opportunities for streamlining the process carried out in «Samara Agricultural Research Institute», which carried out the breeding program to create high-quality cultivars of pasta not only directions, but also for baking. In many years of experiments we explored the technological characteristics of modern quality spring durum wheat and their mixtures with spring and winter wheat. High blowing capacity carbohydrate complex durum wheat allows its use in baking as an improver wheat. When added to the flour from grain wheat with a good gas-retaining ability, and usually with strong gluten flour 30 % of the durum wheat is a more voluminous, nutritious and tasty bread. However, this effect is not always observed. The article presents data showing the dependence of the quality of bread on the quality of components to be mixed. It is necessary to take into account the effect of complementarity the cultivars durum and soft wheat to improve the technological properties, which is determined by a test batch of bread from a mixture of flour samples of these species of wheat.*

Keywords: Durum wheat, soft, cultivar, flour mixture, gluten strength, the quality of bread.

УДК 633.13

НОВЫЙ СОРТ ОВСА УРАН КРУПЯНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

З. Г. КОРШУНОВА, старший научный сотрудник,
Ю. П. ГРИГОРЬЕВ, С. В. ВАСЮКЕВИЧ, А. И. МАНСАПОВА,
кандидаты сельскохозяйственных наук,
Ю. В. КОЛМАКОВ, доктор сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «СИБИРСКИЙ НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»

В статье представлены морфологические, биологические и хозяйственные показатели нового сорта овса крупяного назначения Уран и рекомендованного для возделывания в зонах Западной Сибири в 2014 году. Новый сорт характеризуется повышенным потенциалом продуктивности, высоким крупяным качеством зерна, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды.

Ключевые слова: *овёс, селекция, сорт, урожайность, качество зерна, устойчивость к болезням.*

Овёс – ценная зерновая культура, которая имеет немаловажное значение не только в фуражном, но и в продовольственном направлении. Зерно овса, прежде всего ценных по качеству сортов, является сырьём для производства овсяной крупы различных видов, толокна. Овсяная крупа – весьма ценный продукт по своей питательности и калорийности. Овсяные хлопья являются высококачественными продуктами в диетическом и детском питании [1].

Овсяная крупа богата белками, которые хорошо усваиваются, в них содержатся незаменимые аминокислоты. Белки содержат много лизина, аргинина и триптофана, а также цистина и тирозина. В овсяной крупе содержится большое количество кальция, фосфора и железа – минеральных веществ, имеющих существенное положительное значение в оценке питательности продуктов. Содержание кальция и фосфора в овсяной крупе выше, чем в пшене и гречневой крупе [2].

Создание сортов, обеспечивающих формирование качественного зерна и обладающих высокой продуктивностью, является актуальным направлением исследований в нечернозёмной полосе Западной Сибири [3]. Проблема создания сортов продовольственного назначения является актуальной и для севера Омской области, её решению подчинена селекционно-экологическая работа, которая ведётся в подтаёжной зоне в отделе северного земледелия СибНИИСХ.

Цель настоящей работы – представить биологические, хозяйственные и технологические показатели нового сорта овса Уран.

Место проведения и методика исследования

Исследования проведены на полях отдела северного земледелия СибНИИСХ в подтаёжной зоне Омской области. Работа с селекционным материалом проводилась по общепринятой схеме на основе Методики государственного сортоиспытания [4]. Оценку на устойчивость к болезням определяли в лаборатории иммунитета, а качество зерна в лаборатории физиологии и биохимии растений и лаборатории качества зерна института.

В качестве исходного материала служили образцы овса коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова, а также селекционный материал, полученный из других научно-исследовательских учреждений страны и созданный в институте.

Результаты и их обсуждение

Новый сорт овса Уран выведен путём индивидуального отбора из гибридной популяции (Мутика 860 х Мутика 810). Разновидность – мутика. Куст полупрямостоячий. Растение среднерослое – 79-88 см. Стебель средней толщины, прочный, без опушения верхнего узла. Соломина полая, светло-жёлтая. Листья зелёные средней длины и ширины. Опушение краёв листа ниже флагового отсутствует. Флаговый лист слегка наклонённый. Метёлка с полуодносторонним направлением ветвей, длиной 11-15 см, с полуприподнятым расположением ветвей и пониклыми колосками. Среднеплотная – 2,2-2,4 зерна на 1 см длины метёлки. Колосовая чешуя широкая – 7 мм и короткая – 18-21 см, с отчётливой параллельной нервацией и слабым восковым налётом.

Зерно белое, полуудлинённое, плотно заключено в цветковые чешуи. Опушение основания у первой зерновки отсутствует. Остистость зерна от средней до сильной. Ость окрашенная, длиной – 19-22 мм, слегка изогнута, коленчатость отсутствует. Масса 1000 зёрен 36,8 г. Натура зерна в среднем составила 504 г/л, что выше, чем у сорта-стандарта Орион на 25 г/л и лучшего реестрового сорта Тарский 2 на 18 г/л (табл. 1).

Таблица 1

Показатели качества сортов овса, КСИ (в среднем за 2008 – 2014 гг.)

Сорт	Белок, %	Масса 1000 зёрен, г.	Натура, г/л	Плёнчатость, %	Выравненность, %	Выход крупы, %
Орион	10,34	36,5	479	28,5	90,9	59,6
Тарский 2	10,64	40,3	486	28,0	91,8	58,2
Уран	10,77	36,8	504	27,0	91,4	61,1

Биохимический анализ зерна овса из КСИ свидетельствует о том, что содержание белка в новом сорте Уран составляло 10,77 %, что находится на уровне Тарский 2 и превышает Орион. Зерно у Урана низкоплёнчатое (27,0 %), хорошо выровненное (91,4 %), высоконатурное, что показывает на его достаточно высокие потенциальные возможности по урожайности и качеству зерна. Выход крупы у нового сорта Уран в среднем составил 60,2 %, что на 1,5 % выше, чем у сорта Орион, и на 2,9 %, чем у Тарского 2 [5].

Сорт Уран раннеспелый, созревает раньше Ориона на 7 суток и Тарского 2 – на 4 суток. По продуктивности Уран относится к высокоурожайным в условиях Западной Сибири. Максимальная урожайность 6,35 т/га получена в 2008 году в КСИ, прибавка к

стандарту Орион составила 0,5 т/га. В среднем за годы испытания при урожайности 4,98 т/га прибавка к стандарту Орион составила 0,18 т/га, к Тарскому 2-0,22 т/га. Высота растений у сорта Уран находится на уровне с Орионом – 74 см. (табл. 2) [6].

Таблица 2

Урожайность и полевая оценка сортов овса, КСИ (в среднем за 2008 – 2014 гг.)

Сорт	Вегетационный период, суток	Урожайность, т/га	Высота растений, см.
Орион	76	4,80	74
Тарский 2	73	4,76	78
Уран	69	4,98	74

За годы изучения сорт Уран показал себя высокоустойчивым к неблагоприятным факторам среды. В конкурсном сортоиспытании поражение корончатой ржавчиной, пыльной и твёрдой головнёй не отмечено. На искусственном инфекционном фоне восприимчив к корончатой ржавчине (65-80 %), но в меньшей степени, чем Орион и Нарымский 943 (80-100 %), к пыльной головне имеет высокий иммунитет, к покрытой – практически устойчив. Сорт высокоустойчив к полеганию и осыпанию. При определении оптимального срока посева и нормы высева установлено, что наивысшая урожайность зерна овса сорта Уран 3,77 т/га получена при посеве 20 мая при норме высева 5 млн. всхожих семян на 1 гектар. Этому способствовали оптимальные погодные условия в период вегетации растений, наибольшее количество продуктивных стеблей перед уборкой и наивысшая масса 1000 семян [7, 8]. Наибольшая урожайность получена при посеве по ячменю – 3,5 т/га, при посеве по пшенице, идущей по пласту многолетних трав, урожайность составила 2,9 т/га [1].

Таким образом, новый сорт овса крупяного направления Уран благодаря повышенному потенциалу продуктивности и высоким крупяным качествам зерна, устойчивости к неблагоприятным факторам среды и болезням, может успешно конкурировать с сортами аналогичной группы спелости. По результатам госсортоиспытания Уран включён в Госреестр селекционных достижений РФ по 10-му региону и рекомендован для возделывания в Омской области с 2014 года.

Литература

1. Григорьев Ю.П., Коршунова З.Г., Банкрутенко А.В. Элементы технологии возделывания овса в подтаёжной зоне // Научная жизнь. – 2015. – № 3. – С. 67 – 73.
2. Колмаков Ю.В. Васюкевич С.В., Игнатьева Е.Ю., Рыкалин Е.В., Нагибин М.И., Коршунова З.Г. Вопросы выявления ценных крупяных форм овса и ячменя: методические рекомендации – Омск: ООО ИПЦ «Сфера», 2012. – 56 с.
3. Храмцов И.Ф. Ресурсосберегающие технологии производства зерна в Западной Сибири // Земледелие, 2009. – № 4. – С. 5 – 6.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур / Под ред. М.А. Федина. – М, 1985. – 263 с.
5. Колмаков Ю.В., Васюкевич С.В., Пыко Т.Ю., Коршунова З.Г., Игнатьева Е.Ю. Качество крупяных форм овса // Земледелие. – 2015. – № 4. – С. 35 – 36.
6. Григорьев Ю.П., Коршунова З.Г., Пыко Т.Ю., Белан И.А., Колмаков Ю.В., Васюкевич С.В. Изучение яровых зерновых культур в подтаёжной зоне // Научная жизнь. – 2016. – № 1. – С. 63 – 70.
7. Григорьев Ю.П., Казанцев В.П. Оптимизация срока посева зерновых культур в нечернозёмной полосе Западной Сибири // Аграрная Россия. – 2013. – № 3. – С. 2 – 4.
8. Казанцев В.П., Григорьев Ю.П. Совершенствование нормы высева зерновых культур в нечернозёмной полосе Западной Сибири // Аграрная наука. – 2013. – № 10. – С. 20 – 21.

THE NEW OAT VARIETY URAN MILL DIRECTION

Z. G. Korshunova, Yu. P. Grigoryev, S. V. Vasiukevich, A. I. Mansapova, Yu.V. Kolmakov
FGBNU «SIBERIAN RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

***Abstract**: The paper presents the morphological, biological and economic indicators of the new varieties of oat groats destination Uran and recommended for cultivation in the areas of West*

Siberia in 2014. The new variety is characterized by high productivity potential, high cereal grain quality, resistance to adverse environmental factors.

Keywords: oats, selection, variety, yield, grain quality, resistance to diseases.

УДК 631.52.11+633.15

НОВЫЙ СОРТ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ ДЛЯ ДИВЕРСИФИКАЦИИ КОРМОПРОИЗВОДСТВА

С. Е. СКАТОВА, А. М. ТЫСЛЕНКО[*], кандидаты сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ВЛАДИМИРСКИЙ НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»
[*]ФГБНУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И ТОРФА»

В статье представлен метод создания, хозяйственно-биологическая характеристика и морфологические особенности нового сорта ярового тритикале Норманн, включенного в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию с 2013 года. Новый сорт характеризуется высокой урожайностью, устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам.

***Ключевые слова*:** яровая тритикале, сорт, продуктивность, устойчивость к болезням, полегание, качество зерна.

Биоразнообразие растительных организмов увеличивает устойчивость агроценозов к негативному влиянию биотических и абиотических факторов среды, улучшает экологию. Яровая тритикале, включенная в сельскохозяйственное использование Нечерноземной зоны менее четверти века назад, удачно дополняет набор культивируемых злаков. Она конкурирует по урожайности с другими яровыми зерновыми культурами на дерново-подзолистых и серых лесных почвах зоны, обеспечивая стабильные и высокие урожаи благодаря своей стрессоустойчивости, способности произрастать в менее благоприятных почвенных условиях, чем яровые пшеница и ячмень. Тритикале, занимая определенную нишу в структуре посевных площадей, обеспечивает не только увеличение сборов зерна, но и рост производства животноводческой продукции благодаря большей питательной ценности зерна [1, 2]. Яровая тритикале, не зависит от погоды зимы, по сравнению с озимой которая достаточно часто изреживается в Нечерноземной зоне при перезимовке.

Владимирский НИИСХ и ВНИИ органических удобрений и торфа начали селекцию яровой тритикале с изучения коллекции Международного питомника испытания (CIMMYT) в 2003 году. Была показана возможность прямого отбора ценных форм из этого материала [3, 4]. В результате селекционной работы, проводимой параллельно в этих учреждениях, в 2010 году на Государственное испытание был передан сорт яровой тритикале Амиго, районированный с 2012 г. по Центральному региону. С 2013 года по Центральному и Северо-Западному регионам допущен к использованию новый сорт яровой тритикале **Норманн.** Оба сорта принадлежат к интенсивному агротипу, отзывчивы на удобрения. Первый сорт выделяется кислотоустойчивостью, второй лучше противостоит засухе и созревает на 2-5 дней позднее.

Метод выведения сорта Норманн – индивидуальный отбор по растению из мексиканского образца № 10 Международного питомника испытания 36 ITSN, полученного из Международного центра улучшения пшеницы и кукурузы (CIMMYT) в 2004 году. Образец имел сложную родословную – ARDI_1/TOPO 1419//ERIZO_9/3/LIRON_1_1/4/FAHAD_4/ FARAS_1. В первый же год он изучался в контрольном питомнике, использовалась норма посева 4 млн/га.

В год получения образца №10 36 ITSN была выявлена его неоднородность по устойчивости к бурой ржавчине. По высоте растения и другим морфологическим показателям исходный образец визуально был однороден. Во Владимирском НИИСХ в 2004

году был проведен отбор устойчивых растений. Условия года благоприятствовали кущению яровой тритикале, что позволило отбирать растения. При отборе уделялось внимание кроме устойчивости к патогену еще и продуктивности растения.

Эталонами для сравнения образцов Международного питомника испытания в период 2003-2010 гг. служили 4 сорта яровой тритикале (в порядке возрастания интенсивности): BEAGLE_1, ERONGA 83, FAHAD_5 и POLLMER_2.1.1. Среди них наилучшими параметрами, в первую очередь продуктивностью выделялся египетский сорт FAHAD_5. Первые 2 сорта отставали от него из-за большей склонности к полеганию. Низкорослый, интенсивный сорт POLLMER_2.1.1 не обладал достаточной стрессоустойчивостью (засуховыносливостью) и показывал повышенную потребность в обеспечении элементами минерального питания. Он, несмотря на интенсивный габитус, по продуктивности постоянно занимал последние место среди названных стандартов.

В год отбора образец ARDI_1/TOPO1419//ERIZO_9/3/LIRON_ 1_1/4/FAHAD_4/ FARAS_1 питомника 36 ITSN имел высоту 81 см и был ниже, по сравнению с египетским сортом-стандартом FAHAD_5 на 8 см. В 2005 году высота растений в селекционном питомнике была 80 см, уступая FAHAD_5 на 9 см. Одна из 48 отобранных линий, которой в последствии был присвоен номер Т-20, имела высоту 88 см, т. е. была выше исходного образца и приравнивалась к сорту FAHAD_5. Кроме того, она была продуктивнее № 10 36 ITYN на 19,4 %.

С 2006 г. исходная форма № 10 36 ITSN не высевалась и для получения сравнимых данных оценка проводилась, наряду с районированными сортами, с сортом FAHAD_5. В среднем за 2006-2009 гг. высота FAHAD_5 и линии Т-20 была одинакова – 84 см.

В 2005 и 2007 гг. ржавчинных болезней на посевах яровой тритикале не было. В 2006 г. FAHAD_5 был устойчив к бурой ржавчине, поражение Т-20 этим патогенном составило 25 %. В 2008 году египетский сорт этим видом ржавчины не поражался. Растения линии Т-20, несмотря на проведенный индивидуальный отбор, демонстрировали различную устойчивость с диапазоном от иммунности до 25 % поражения, причем доля устойчивых растений в новой линии составляла более 75-80 %. Сильно восприимчивых генотипов у линии Т-20 не обнаружено. Вероятнее всего в посевах яровой тритикале работали разные расы патогена, а отобранная линия гетерогенна по устойчивости к ним.

Таким образом, выделенная линия Т-20 по сравнению с исходным мексиканским образцом № 10 36 ITSN, была более продуктивная и высокорослая, лучше противостояла бурой ржавчине. В 2007-2009 годах линия Т-20 проходила во Владимирском НИИСХ конкурсное сортоиспытание, урожайность в среднем за эти годы составила 54,1 ц/га, на 5,5 ц/га выше стандарта белорусского сорта Ульяна. В 2008 и 2009 годах селекционный номер Т-20 изучался в экологическом испытании в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Средняя урожайность составила 70,1 ц/га, прибавка к стандарту сорту Узор – 7,5 ц/га.

В 2009 г. сорт Норманн (Т-20) передан на государственное испытание РФ Владимирским НИИ сельского хозяйства совместно с ВНИИ органических удобрений и торфа и РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию».

Сорт Норманн превзошел по урожайности новый, внесенный в Государственный реестр с 2009 г. по Центральному региону РФ сорт Лотас (Беларусь) и районированный с 2010 г. сорт Гребешок (ВИР, Владимирский НИИСХ, Э.Ф. Ионов), который до 2013 года включительно являлся стандартом во Владимирском НИИСХ. За 5 лет Норманн превысил этот стандарт на 5,6 ц/га (таблица).

Условия вегетации всего рассматриваемого периода не позволили яровой тритикале реализовать потенциал продуктивности. Основной причиной недобора урожайности являлись временные дефициты влаги в почве, которые наблюдались все годы. Получить высокую урожайность яровой тритикале в этих условиях позволила более высокая, по сравнению с другими яровыми зерновыми культурами, стрессовыносливость. Наиболее благоприятным для яровых колосовых культур был 2009 г., средняя урожайность яровой

тритикале в конкурсном сортоиспытании составила 57,2 ц/га, стандарт Гребешок сформировал 58,1 ц/га, Норманн превысил его на 5,1 ц/га (НСР $_{05}$ = 3,3 ц/га).

Таблица

Характеристика сорта яровой тритикале Норманн по сравнению с стандартом Гребешок (среднее за 2009-2013 гг., Владимирский НИИСХ)

Показатели	Ед. измерения	Гребешок	Норманн
Урожайность зерна	ц/га	44,0	49,6
Вегетационный период (от всходов до хозяйственной спелости)	дней	99	102
Высота растения	см	97	86
Устойчивость к полеганию по пятибалльной шкале*	балл	4,4	4,4
Продуктивная кустистость	стеблей	2,1	2,3
Число зерен в колосе	шт.	36,8	44,2
Масса 1000 зерен	г	44,0	39,8
Осыпаемость	балл	1	1
Ломкость колоса	балл	1	1
Вымолачиваемость зерна	балл	4,7	5,0
Степень поникания колоса и метелки	балл	5	4
Устойчивость к прорастанию на корню*	балл	4	3
Степень засухоустойчивости*	балл	4	5
Пригодность к механизированной уборке	балл	4,5	4,7
Натура зерна	г/л	754	750
Стекловидность	%	86	84
Содержание сырого протеина	%	13,5	13,3

*в годы с максимальной нагрузкой фактора среды.

В аномально засушливом 2010 году благодаря устойчивости яровой тритикале к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды средняя урожайность в конкурсном испытании равнялась 50,7 ц/га. Сорт Норманн сформировал 51,2 ц/га, превзойдя стандарт на 3,9 ц/га (НСР $_{05}$ = 2,7 ц/га), в размножении получено 40,0 ц/га, что в 2 и более раза выше сортов яровой пшеницы.

Наиболее губительной для яровых зерновых культур в том числе и для яровой тритикале, была продолжительная, с начала мая по 8 июля, засуха 2011 года. В дополнении к ней уборка урожая проходила в условиях постоянных ливневых дождей и теплой погоды, что вызвало поражение стебля сапрофитными микроорганизмами и полегание, а также прорастание зерна на корню. Средняя урожайность яровой тритикале в конкурсном сортоиспытании составила всего 30,6 ц/га, но была выше всех прочих яровых зерновых культур. Урожайность зерна сорта Гребешок равнялась 30,6 ц/га, сорта Норманн – 35,1 ц/га (НСР $_{05}$ = 2,3 ц/га).

В 2012 и 2013 годах урожайность яровой тритикале в конкурсном сортоиспытании достигла у сорта Гребешок соответственно 40,2 и 43,7 ц/га, у сорта Норманн – 42,7 и 45,8 ц/га (НСР $_{05}$ = 3,1 и 2,0 ц/га). Урожайность в размножении все эти годы была на 23-28 % ниже, чем в конкурсном сортоиспытании, но ранжирование сортов сохранялось.

Сорт Норманн среднеспелый, продолжительность вегетации соответствует требованиям сельскохозяйственного производства зоны. В зависимости от условий года она колеблется от 90 до 108 дней, на 2-4 дня превышая сорт Гребешок.

Норманн низкорослый, высота растения в среднем 86 см (по годам от 80 – до 92 см), стеблестой густой, высоко устойчивый к полеганию, не полегает до урожайности 70 ц/га. Полегание посевов в 2011 г. было сильным, вызванным поражением стебля сапрофитами, в 2012 г. – слабым, в 2009 и 2013 г. – выражено в средней степени. В 2010 г. полегание не отмечено. Сорт Норманн на высоком агрофоне, при урожайности зерна свыше 60 ц/га, противостоит полеганию несколько лучше высоко устойчивого к полеганию сорта Гребешок.

Однако, он уступает последнему по устойчивости к полеганию при перестое на корню. Другим недостатком сорта Норманн, по сравнению с сортом Гребешок, является его более высокая склонность к прорастанию зерна на корню. В связи с этим уборку желательно проводить в сжатые сроки при наступлении уборочной спелости зерна.

Засухоустойчивость Норманна несколько выше сорта Гребешок, по всей вероятности за счет более высокого коэффициента хозяйственного использования, более рационального использования влаги.

Сорт Норманн более технологичен при возделывании, чем Гребешок. Наряду с более коротким стеблем и высокой устойчивостью к полеганию, он обеспечивает легкий, по сравнению с сортом Гребешок, вымолот зерна. Стандарту присущ затрудненный, равный твердой пшенице, вымолот зерна, что увеличивает потери при уборке зерна с повышенной влажностью.

Качество зерна сорта Норманн высокое, на уровне сорта Гребешок. Натура зерна – одного порядка с пшеничной, в среднем 752 г/л (от 717 до 771 г/л), она ниже, чем у сорта Гребешок всего на 5-12 г/л. Зерно средней крупности. Масса 1000 семян 38-44 г. Среднее содержание белка в зерне 13,3 % (12,5-14,2 %).

Новый сорт устойчив к мучнистой росе, стеблевой ржавчине, видам головни, незначительно, в среднем по биотипам до 7 %, поражается на инфекционном фоне бурой ржавчиной. Он толерантен к септориозу, но в годы избыточного увлажнения защита от септориоза оправдана.

Норманн преимущественно зернокормового использования. Он относится к интенсивному типу, отзывчив на агрофон, хорошо реагирует на высокие дозы азотных удобрений. Кроме того, он выделяется высокой экологической пластичностью и большей стабильностью урожаев, менее подвержен действию засухи. При высоком урожайном потенциале сорт не уступает по урожайности на бедных песчаных почвах районированному короткостебельному сорту Амиго. Так, на легких почвах ВНИИ органических удобрений и торфа в среднем за 2011-2013 гг. в конкурсном сортоиспытании получена урожайность зерна сорта Амиго 34,7 ц/га, сорта Норманн – 35,4 ц/га. Сорт хорошо произрастает на разных типах почв, в том числе и легкого механического состава, но наибольшую выгоду дает выращивании на высоком агрофоне и (или) высокоплодородных почвах, когда можно получать урожайность за 55-60 ц/га.

Новый сорт можно эффективно использовать в качестве компонента однолетних бобово-злаковых травосмесей. Так, на лёгких дерново-подзолистых почвах урожайность зелёной массы смешанных посевов сорта Норманн и люпина узколистного Кристалл составляла 250-280 ц/га.

Разновидность эритроспермум: имеет белый остистый неопушенный колос и красное зерно. Колос средней плотности, 22-24 колоска на 10 см стержня колоса. Колосковая чешуя средней длины, ланцетная, со слабой нервацией, плечо отсутствует. Зубец колосковой чешуи коротко-средний, острый. Киль сильно выражен по всей длине чешуи. Ости средней длины, расходящиеся, над кончиком колоса – короткие.

Зерно полуудлиненное, средней крупности, в основании его имеются редкие волоски. Окраска зерна фенолом – средняя. Норманн относится к сортам гладкозерной группы, как и Гребешок, Амиго, Ровня. Зерно выполненное и стекловидное.

Сорт Норманн – типичный самоопылитель, не требует пространственной изоляции, за исключением первичного семеноводства, где требования общепринятые для пшеницы.

Выводы

В результате экологической селекции творческими коллективами селекционеров создан новый сорт яровой тртикале Норманн, допущенный для возделывания в производстве по Центральному и Северо-Западному регионам РФ с 2013 года. Сорт зернокормового использования, интенсивного типа, способный формировать урожайность до 70 ц/га. Он устойчив к полеганию и наиболее распространенным вредоносным болезням, успешно конкурирует по продуктивности с яровой пшеницей и ячменем даже на серых лесных

почвах, на легких почвах по сравнению с этими культурами идет вне конкуренции. Внедрение нового сорта позволит повысить адаптивные возможности растениеводства в Нечерноземной зоне, улучшить экологию за счет снижения применения пестицидов.

Литература

1. Гриб С.И., Буштевич В.Н., Булавина Т.М. Яровое тритикале: основные преимущества и особенности технологии возделывания. // Сб. научных материалов «Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси». Минск, «ИВЦ Минфина», 2007. – С. 116-128.

2. Мережко А.Ф., Скатова С.Е., Васильев В.В., Экологическая селекция яровой тритикале для Центральных районов Нечерноземной зоны. // «Нива Урала», 2010. № 7. – С. 4-5.

3.Скатова С.Е., Васильев В. В. Экологическая селекция зерновых культур во Владимирском НИИСХ // Владимирский земледелец. 2011. № 1. – С. 13-15.

4. Тысленко А.М., Скатова С. Е., Васильев В.В. Агроэкологическое испытание генофонда яровой тритикале Международного центра по улучшению пшеницы и кукурузы СИММИТ в подзоне южной тайги РФ // Сб. Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути повышения устойчивости зернового производства в степных регионах. Астана – Шортанды, 2006. – С.107-114.

A NEW VARIETY OF SPRING TRITICALE TO DIVERSIFY FODDER

S. E. Skatova, A. M. Tyslenko*

FGBNU «VLADIMIR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

*FGBNU «ALL- RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF ORGANIC FERTILIZERS AND PEAT»

Abstract: *This article presents the method of creating, economic and biological characteristics and morphological features of the new varieties of spring triticale Norman, included in the State Register of Breeding achievements approved for use in 2013. The new variety characterized by high yield, resistance to biotic and abiotic stressor.*

Key words: spring triticale, varieties, productivity, disease resistance, lodging resistance, grain quality.

УДК 631.52:633.16(470.32)

СЕЛЕКЦИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ

Т. Г. ГОЛОВА, Л. А. ЕРШОВА, кандидаты сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП ИМ. В.В. ДОКУЧАЕВА»

E-mail: niishlc@mail.ru

В условиях Центрального Черноземья апробированы методики оценки селекционного материала ячменя на засухоустойчивость, жаростойкость и солеустойчивость. Перспективные линии селекции института характеризуются высокой жаростойкостью, прибавка урожайности отборов на засухоустойчивость составляет 4,1-12,1 %. Новый сорт Хопер устойчив к комплексу стрессовых факторов.

Ключевые слова: селекция, ячмень, урожайность, сорт, стрессовые факторы.

Создание сортов, приспособленных к определённым экологическим факторам, – важнейшее и необходимое условие дальнейшего роста урожайности сельскохозяйственных культур и её стабильности. Юго-восток Центрально-Черноземной зоны, где находится НИИСХ ЦЧП, характеризуется резко континентальным климатом и крайне неустойчивым и недостаточным увлажнением по годам и в течение вегетационного периода. Основные стрессовые факторы – дефицит влаги в почве и высокая температура воздуха. В последние годы отмечено еще более значительное повышение температур и снижение количества осадков в период вегетации ярового ячменя, что приводит к снижению урожайности и ее стабильности по годам. Анализ декадного температурного режима Каменной Степи за

период с 1968 по 2014 гг. указывает на рост его средних значений в апреле и мае в пределах от 1,5…2,4 до 3,2…4,1^{o}C, при этом коэффициент простой регрессии составил 0,25* [1].

Цели и задачи

Повышение напряженности неблагоприятных факторов внешней среды определяет актуальность селекции на повышенную засухоустойчивость и жаростойкость в условиях юго-востока Центрально-Черноземного региона. Засухоустойчивость – свойство очень сложное из-за многообразия форм засухи и характера устойчивости растений в пределах онтогенеза. Степень устойчивости к дефициту влаги в почве не всегда совпадает с устойчивостью к повышенным температурам, что предполагает разделение оценок по этим важным в физиологическом отношении показателям. Целью наших исследований являлась апробация методик по оценке образцов на засухоустойчивость, жаростойкость и солеустойчивость на местном селекционном материале. Понимая, что абсолютно точных аналитических методов определения степени устойчивости сортов к неблагоприятным условиям произрастания нет, мы исходили из того, что если методы оценки имеют под собой реальную физиологическую основу, то, не претендуя на полную характеристику устойчивости, они отражают важную часть этих сложнейших свойств растений.

Условия и методы исследований

Оценка перспективного селекционного материала и отбор по показателям засухо- и солеустойчивости, жаростойкости проводились в 2009-2014 гг. по методикам ВИР [2, 3, 4]. Ежегодно оценивались по предложенным методикам 10-12 перспективных линий, проростки после проращивания в концентрированных растворах высаживались в полевых условиях и изучались по элементам продуктивности и урожайности.

Оценка засухоустойчивости сортов зерновых культур основана на физиологической способности прорастания семян в растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением. Семена различных сортов не одинаково реагируют на степень концентрации раствора. Прорастающие семена развивают сосущую силу большую, чем сосущая сила внешнего раствора. Высокий процент проросших семян отражает хорошую способность сорта использовать скудные запасы влаги в почве, что говорит о его засухоустойчивости. К прямым методам диагностики жаростойкости относится метод прогревания семян в термостате при заданной температуре (для ячменя 52ºС) в течение 20 минут, всхожесть семян выражают в процентах от контроля. Также для получения более точной информации о биологических особенностях селекционного материала, был применен метод проращивания семян в концентрированных растворах соли NaCl. При этом мы учитывали мнение авторов методик, что абсолютная величина устойчивости в разных опытах может существенно меняться даже у одного образца, но относительные различия уровней устойчивости сортов между собой при этом сохраняются.

Погодные условия 2008-2014 гг. характеризовались не равномерными значениями показателей количества осадков и температурного режима по годам. Засушливые в различные фазы роста и развития ячменя 2008, 2009, 2010, 2012, 2013 годы сменялись более благоприятными для роста и развития растений ячменя годами (2011, 2014). Условия вегетации 2010 и 2012 годов характеризовались резкой засухой всего периода вегетации, наиболее жесткие условия сложились в 2010 году. Практически за весь указанный период наблюдался в той или иной степени дефицит влаги с одновременным воздействием ростингибирующих температур на первых этапах онтогенеза, что позволило дать объективную оценку селекционному материалу по устойчивости к неблагоприятным условиям.

Результаты

Результаты анализа различных методик, примененных на перспективных селекционных линиях, варьируют по годам и между образцами. Обращает на себя внимание факт о достоверно более высокой всхожести, по сравнению с контролем, в вариантах с прогревом семян в термошкафу: между линиями в опыте – от 75,7 до 112,9 %, в среднем по годам –

69,7-97,7 % (табл.), что может указывать, на повышенную жаростойкость изучаемого селекционного материала.

Таблица

Эффективность методов оценки на устойчивость к неблагоприятным факторам среды, 2009-2014 гг.

Варианты, годы	Всхожесть, % к контролю	Продуктивная кустистость, шт.	Масса зерна с растения, г	Масса зерна с колоса, г	Урожайность, % к стандарту	
1 опыт – 2009 г.		2010 г.			2011 г.	2012 г.
прогрев	97,0	1,37	0,60	0,42	90,8	78,0
сахароза	62,6	2,03	0,77	0,35	113,6	94,8
соль	60,7	1,70	0,72	0,42	81,7	53,2
контроль	79,1				103,6	94,0
$НСР_{05}$	*6,0*	*0,39*	*0,16*	*0,05*	*12,6*	*15,0*
2 опыт – 2010 г.		2011 г.			2012 г.	2013 г.
прогрев	97,7	6,5	5,21	0,87	91,2	126,3
сахароза	62,0	5,1	3,80	0,76	106,1	141,7
соль	45,7	6,2	4,67	0,75	96,1	136,4
контроль	85,3				102,0	95,0
$НСР_{05}$	*11,8*	*0,74*	*0,49*	*0,07*	*8,3*	*22,2*
3 опыт – 2011 г.		2012 г.			2013 г.	2014 г.
прогрев	69,7	5,1	4,6	0,64	72,6	171,4
сахароза	57,9	3,1	3,0	0,56	110,7	177,5
соль	29,1	4,5	3,9	0,58	66,4	132,7
контроль	66,6				98,6	115,0
$НСР_{05}$	*12,0*	*0,58*	*0,26*	*0,06*	*10,6*	*23,1*

На более высокие значения показателей в варианте с прогревом указывает также анализ элементов продуктивности полученных из проростков растений (продуктивная кустистость, масса зерна с растения и колоса) во 2 и 3 серии опытов. Исключение составил первый опыт, когда при резкой засухе всего периода вегетации (2010 год) лучшее развитие получили растения, пророщенные в растворе сахарозы. Это позволяет подтвердить эффективность отборов растений пророщенных на растворе сахарозы рекомендуемой концентрации.

Показатели всхожести на растворе сахарозы у селекционного материала варьировали в опыте от 20,7 до 77,6 %, а по годам – 57,9-62,6 %, т.е. образцы характеризовались засухоустойчивостью от слабой до сильной степени, что указывает на значительные резервы селекционного материала в повышении засухоустойчивости. Проращивание в солевом растворе NaCl не дало положительных результатов при отборах. В этом варианте отмечена наиболее низкая всхожесть как между селекционными образцами (4,8-71,0 %), так и по годам (29,1-60,7 %), что позволяет сделать вывод о слабой и средней солеустойчивости перспективного селекционного материала. Высокая реальная урожайность в полноценных делянках (% к стандарту) однозначно за все годы изучения получена у вариантов после проращивания в растворе сахарозы: 1 опыт – 113,6-94,8 %, 2 опыт – 106,1-141,7 %, 3 опыт – 110,7-177,5 %, что значительно выше или на уровне контрольных вариантов.

У перспективных линий первой серии опытов, проведенной в 2009 году, получены высоко достоверные результаты наличия сильной положительной корреляционной зависимости (r=0,85***) между величиной всхожести во всех вариантах и полученной величиной урожайности в экстремально засушливом 2010 году, в последующий год высокая урожайность была получена только в варианте с сахарозой. Во 2-й и 3-й сериях опытов корреляционная связь была более слабая и недостоверная. Однако в целом по всем сериям опыта прослеживается тенденция: высокая среднестатистическая величина всхожести отдельной линии при проращивании по всем вариантам впоследствии гарантирует более высокий урожай зерна в полевых условиях. Так, в первом опыте при средней по вариантам

всхожести 80,5 % (максимальное значение) получена урожайность от 111,2 до 121,8 %, при 60,0 % (минимальное значение) – соответственно 53,2-68,9 %. Выделившаяся линия с высокой среднестатистической всхожестью (Неполегающий х Докучаевский 1) х Рейд при высоком потенциале урожайности характеризовалась высоким стеблестоем и не достаточно крупным зерном, в результате чего была выбракована. Во втором опыте наиболее высокая средняя всхожесть у линии Казер х Дера составила 54,9 %, последующая урожайность – 164,9-233,8 %. В третьей серии опыта в результате очень низкой всхожести семян урожая 2010 года как в контрольном, так и в опытном вариантах, результаты не подлежат обсуждению.

Перспективная линия Казер х Дера, изученная в опыте и оцененная как высокоустойчивая к комплексу стрессовых факторов, была передана в 2012 году в Государственное сортоиспытание как сорт Хопер. Это сорт ярового ячменя кормового направления полуинтенсивного типа, адаптированный к местным агроэкологическим условиям. Достоверные прибавки урожайности к стандартам получены в условиях Каменной Степи от 0,6 до 2,6 ц/га и Курска – от 6,4 до 8,5 ц/га. На юге Воронежской области прибавка урожая зерна к стандартному сорту Приазовский 9 составила 0,04-0,1 т/га, в Тамбовской области в засушливых условиях – от 0,46 до 0,86 т/га. Новый сорт обладает повышенной устойчивостью к полеганию, групповой устойчивостью к двум видам головни и выносливостью к корневым гнилям. Максимальная урожайность (4,59 т/га) получена в экологическом сортоиспытании в условиях Тамбовской области. Технологические показатели сорта дают основание говорить о создании нового кормового сорта, с повышенным содержанием белка до 14,5 %. Зерно с уборочной массой 41,0-47,4 г, от средней крупности до высокой, высокой выравненности (86,6-95,0 %).

Выводы

Использование различных методов оценки селекционного материала к неблагоприятным факторам внешней среды показало их результативность и позволило в целом охарактеризовать полученный селекционный материал.

Перспективные линии селекции НИИСХ ЦЧП характеризуются высокой жаростойкостью, однако отборы проросших после прогревания растений, по сравнению с контрольным вариантом, впоследствии не способствуют формированию высокой урожайности. Слабая солеустойчивость перспективного селекционного материала указывает на отсутствие естественного фона засоления и необходимости создания сортов ячменя для соответствующих условий. Засухоустойчивость изученного селекционного материала находится на среднем и высоком уровнях, прибавка урожайности у отборов, по сравнению с контролем, составляет 4,1-12,1 %, что указывает на значительные резервы селекционного материала и апробированного метода в повышении засухоустойчивости. По комплексу устойчивости к стрессовым факторам выделен сорт Хопер, переданный в Государственное сортоиспытание.

Литература

1. Голова Т.Г., Ершова Л.А. Особенности метеоусловий и эффективность селекции ячменя в Каменной Степи. /Достижения науки и техники АПК». 2014.- № 7.- Т. 28. – С. 14- 18.

2. Олейникова Т.В., Осипов Ю.Ф. Определение засухоустойчивости сортов пшеницы и ячменя, линий и гибридов кукурузы по прорастанию семян на растворах сахарозы с высоким осмотическим давлением. Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды // Научные труды. Л, 1976. – С. 23- 32

3. Волкова А. М., Перепадя Ю.Г. Диагностика пшеницы, ячменя и огурцов по всхожести семян после прогревания. / Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды // Научные труды. Л, 1976. – С. 77- 83

4. Удовенко Г.В., Семушина Л.А., Синельникова В.Н. Особенности различных методов оценки солеустойчивости растений. / Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды // Научные труды. – Л, 1976. – С. 228-238

SELECTION OF SPRING BARLEY ON STABILITY TO THE UNFAVORABLE FACTORS OF ENVIRONMENT IN THE CENTRAL BLACK EARTH REGION

FSBSI «V.V. DOKUCHAEV RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE OF CENTRAL-CHERNOZEM ZONE»
T. G. Golova, L. A. Ershova

Abstract: *In the conditions of southeast of methodologies of Black Centrally-earth stripe estimation of plant-breeding material are approved on drought-resistingness, heat-tolerance and salt-endurance. The perspective lines of selection of research institute of agriculture of Black Centrally-earth stripe are characterized by high heat-tolerance, an increase of the productivity of selections on drought-resistingness is 4,1-12,1 %. The New variety Hoper is steady to the complex of stress factors.*

Keywords: selection, barley, productivity, sort, stress factors.

УДК 631.87; 631.58

ЛЕТНИЕ ПОСЕВЫ СРЕДООБРАЗУЮЩИХ КУЛЬТУР, ИХ ЗНАЧЕНИЕ И МЕСТО В СЕВООБОРОТАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. И. БУЯНКИН, **А. Г. КРАСНОПЁРОВ**, доктора сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «КАЛИНИНГРАДСКИЙ НИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»
E-mail: kaliningradniish@yandex.ru

В работе представлены результаты многолетних исследований по летним посевам однолетних культур. В условиях Калининградской области летние посевы должны занимать значительное место в севооборотах в производстве качественных зеленых кормов в поздний осенний период, в предотвращении деградации почвы и повышении почвенного плодородия. В качестве перспективы на будущее - летние посевы способны воспроизводить зеленую массу, которую можно использовать как биотопливо для получения возобновляемой энергии.

Ключевые слова: летний посев, однолетние культуры, зеленый корм, плодородие почвы, биотопливо, севооборот.

В результате исследований по повышению эффективности чистых паров в разных областях Северного Казахстана в 70-х годах прошлого века, неожиданно выяснилось, что летние посевы овса не только защищают почву от эрозии, но и в поздне-осенний период формируют значительно больший урожай зелёной массы, чем весенние. Так, в среднем за годы исследований (1974-1991) для весенних посевов её урожайность по годам составляла 5-7 т/га, для летних – 11-25 т/га (при среднемноголетней сумме осадков, выпадающих за год в этом регионе 280-320 мм). В связи с этим, начиная с 1993 года по настоящее время, в условиях уже Калининградской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой средне-окультуренной почве мы продолжили научные исследования по сравнительному изучению летних и весенних посевов однолетних культур длинного дня с целью определения значения и места их в севооборотах.

Обьект и методы исследований

Объектом исследования явились весенние и летние посевы однолетних культур длинного дня, такие как овес, узколистный люпин, кормовые бобы, вика яровая, горох кормовой и яровой рапс. Полевые опыты проводили в 1993-2016 гг. на опытном поле Калининградского НИИСХ. Почва опытного поля характеризуется как среднеокультуренная, дерново-слабоподзолистая по механическому составу среднесуглинистая на моренном суглинке, слабоглееватая, среднемощная, остаточно-карбонатная с низким содержанием гумуса (1,9-2,1). Реакция почвенного раствора слабокислая (pH 5,1-5,3). Содержание подвижных форм фосфора и калия в течение лет исследований изменялось незначительно. Почва обеспечена фосфором – 20,5-22,2 мг/г и калием – 25,0-29,5 мг/г на 100 г почвы. Чистые и смешанные посевы бобовых и зерновых культур возделывали по общепринятой

технологии без применения средств защиты растений и минеральных удобрений. Семена были протравлены. В полевых опытах изучались следующие культуры: овёс, яровой рапс, пшеница, ячмень, люпин, кормовые бобы, бобово-злаковая и люпино-гороховая смеси.

Обсуждение результатов

Установлено, что оптимальным сроком посева люпина узколистного летом является посев 1-5 июля. Развитие растений на первых этапах проходит ускоренно в условиях длинного дня и сравнительно высоком солнцестоянии, а последующие замедленно в условиях короткого дня и сравнительно низкого солнцестояния. Вегетационный период их увеличивается на 15-20 дней по сравнению с весенним сроком посева и на 20-25 дней – с раннелетним, за счёт сильного удлинения межфазного интервала после выхода растения в трубку и бутонизацию (табл. 1).

Таблица 1

Влияние срока посева люпина узколистного на продолжительность вегетативного периода (2002-2010 гг.)

Срок посева	Количество дней от посева до бутонизации	Продолжительность вегетационного периода, дни
5-10 апреля	50	110 – до созревания
1-5 июня	39	95 – до созревания
1-5 июля	38	125-135 – вегетирует до холодов
1-3 августа	23 (до фазы стеблевания)	Вегетирует до холодов с небольшим урожаем зеленой массы

При весеннем посеве узколистного люпина габитус растения – компактный по форме, ветви и листья расположены близко друг к другу. При этом плодоношение наступает в нормальные сроки и протекает до созревания семян без отклонений. При летнем же его посеве растение получается с вытянутыми как центральными, так и боковыми ветвями, которые направлены в разные стороны. При этом побеги сильно облиственны (если при весеннем сроке посева площадь листьев узколистного люпина составляет 38,5-40,4 тыс. $м^2$/га, то при летнем – 66,0-67,5 тыс. $м^2$/га). Попыток начать плодоношение у растений летнего посева происходит несколько, но ни одна не заканчивается созреванием семян.

На основании многочисленных исследований выявлено, что при летних посевах однолетних культур длинного дня в позднеосенний период формируется значительно больший урожай зеленой массы, чем при весенних. В частности, люпин узколистный, если его посеять весной, дает урожай зеленой массы 30-40 т/га, но, если его посеять летом (в начале июля), то он уже дает урожай 50-60 т/га. При этом питательность зеленой массы летнего посева выше (табл. 2).

Таблица 2

Питательная ценность зеленой массы люпина при различных сроках посева, 2014 г.

Показатели (в переводе на абсолютно сухое вещество)	Весенний посев (3-4 апреля)	Летний посев (5-7 июля)
Протеин сырой, %	17,5	19,4
Сырой жир, %	2,3	3,6
Сырая клетчатка, %	30,5	20,6
Каротин, мг/кг	120,6	165,5
Переваримый протеин, г/кг	125,0	138,0

За счет чего при летнем посеве урожай зеленой массы получается выше и лучшего качества? Мы полагаем, что положительное влияние на продуктивность однолетних культур длинного дня при высеве их летом оказывает экологический фактор и его географическое расположение [1]. Дело в том, что в летне-осенний период в северных и южных широтах умеренного пояса угол между положением Солнца в верхней точке (кульминации) относительно горизонта меньше, чем в первую половину лета. От этого зависит

продолжительность дня и ночи, спектральный состав солнечного излучения и интенсивность освещения. На все эти изменения растения чутко реагируют. Если мы однолетние растения длинного дня высеваем весной, то они будут развиваться в естественной для них среде. Если же эти однолетние культуры посеять в июле, то в естественных условиях мы создаем для них неестественную среду обитания: где свет как главный экологический фактор для этих культур оказывается в относительном минимуме [2]. С другой стороны, влагой однолетние растения при летнем посеве в большинстве случаев обеспечены лучше, по сравнению с весенним периодом (рис. 1).

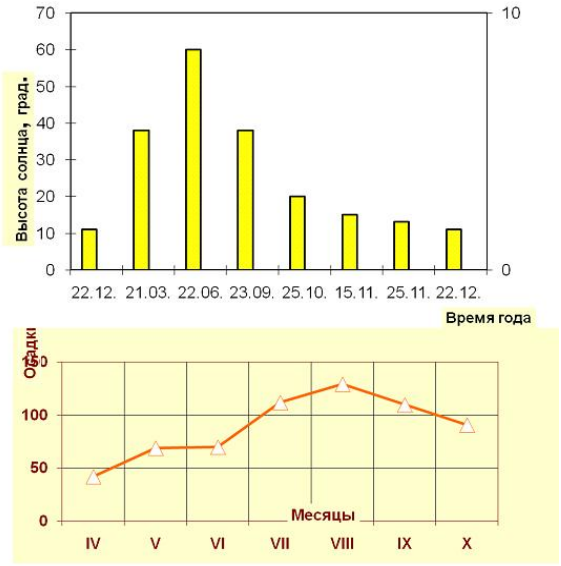


Рис. 1. Годовое солнцестояние и среднемноголетнее количество осадков, выпадающих за период вегетации в условиях Калининградской области

Известно, что сравнительно слабое солнечное освещение в конце лета и осени не только не замедляет процесс фотосинтеза в растениях, а наоборот, усиливает его. В подтверждение этого факта, мы в условиях Калининградской области на высоту солнцестояния наложили вегетативную продуктивность однолетних растений длинного дня. В результате получилось, что урожайность зелёной массы обратно пропорционально высоте солнцестояния (рис. 2).

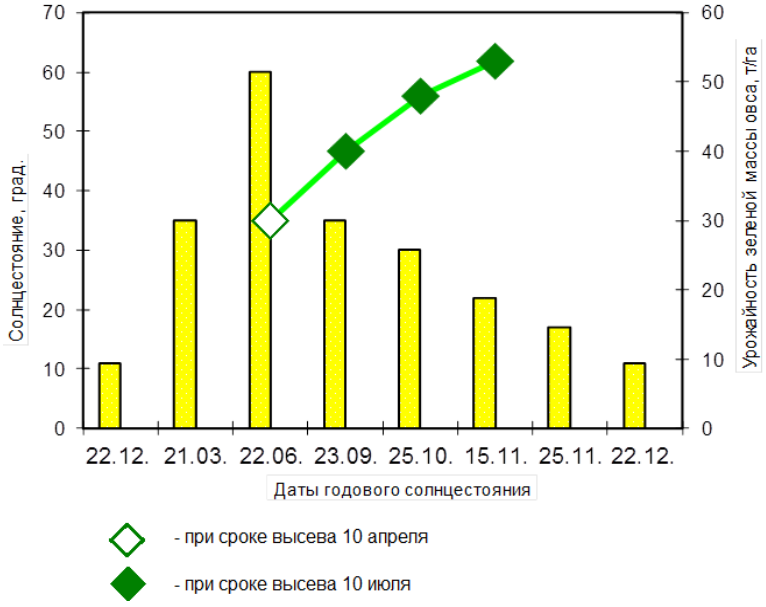


Рис. 2. Влияние солнцестояния на вегетативную продуктивность овса при разных сроках посева (среднее за 2008-2012 гг.)

Измерение листовой поверхности показало, что при весеннем сроке посева общая площадь листьев овса к фазе цветения составляет 41-43 тыс. м^2/га, при летнем – 65-67 тыс. м^2/га (рис. 3).

Рис. 3. Влияние срока посева овса на величину флагового листа(а) высоту и толщину стебля (б), (слева – летний посев, справа – весенний); в – вид флагового листа на растении овса летнего посева

Кроме того, если коэффициент общей кустистости у овса, посеянного весной, составляет 1,2…1,5 (реже 2,0), то у растений летнего посева – 10…15 и более (рис. 4).

Рис. 4. Влияние летнего срока посева на общую кустистость овса, 2010 г.

Особенно следует отметить, что в избыточно увлажнённые годы у овса летнего срока посева выявилось необычное биологическое свойство – образовывать опорно-воздушные корни из нижних междоузлий стебля (рис. 5).

Рис. 5. Наличие опорно-воздушных корней в нижних междоузлиях стебля летнего посева овса, 2010 г.

На наш взгляд наличие опорно-воздушных корней у овса при летнем посеве, позволяет увеличить устойчивость его большой массы.

Известно, что у клубеньковых бактерий за период вегетации люпина продолжительность жизни составляет 50-60 дней. Как только начинается процесс созревания семян люпина, они высыхают и рассыпаются. Если при весеннем посеве клубеньковые бактерии размещаются в основном на главном стебле, то при летнем сроке посева – как на главном, так и на боковых корнях и количество клубеньковых бактерий на корнях летнего посева узколистного люпина превосходит весенний посев в 1,5-2,0 раза. При летнем посеве клубеньковые бактерии функционируют 110-130 дней до наступления устойчивых холодов. Некоторые из симбиотических бляшек достигают размера 1 см (рис. 6).

Рис. 6. Симбиотические бляшки на корнях узколистного люпина летнего посева, 2010 г.

В наших исследованиях, помимо овса, люпина, рапса, испытывались и другие однолетние культуры длинного дня – яровые пшеница и ячмень. Они также при летнем высеве в условиях короткого дня образовывали множество широких листьев, толстый стебель и обильно кустились. Однако, наиболее целесообразными, в практическом плане (более урожайными и устойчивыми к снижению температурного режима в осенний период) в регионах, где проводились исследования, из изучаемых культур были – овёс, яровой рапс, люпин, кормовые бобы и горох. Особенно урожайными по зелёной массе были смешанные бобово-злаковые посевы (кормовые бобы + вика + овёс + люпин) и посевы бобовых культур (люпин +горох). Урожайность зелёной массы таких смесей достигала в отдельные по увлажнению годы 80 т/га (рис. 7).

Рис. 7. Бобово-злаковая смесь летнего посева (злаковый компонент в нижнем ярусе) перед уборкой 03 октября 2009 года

Наличие у растений летнего посева более мощного листового аппарата, на наш взгляд, создают предпосылки для большего количества синтеза питательных веществ. Так, в опытах с овсом количество абсолютно сухого вещества в фазу колошения у растений весеннего посева составляет 17,5 %, то у растений летнего посева, в эту же фазу, – 28,7 %. В опытах с узколистным люпином в фазу бутонизации соответственно – 19,0 % и 32,4 %. Таким образом, при выращивании во второй половине лета однолетние культуры содержат больше органических веществ, чем при выращивании их в первой половине лета [3].

Изменения в содержании органических веществ в растениях при различных сроках посева отразились и на качественных показателях зелёного корма. Так, например, по питательности зелёный корм с летнего посева значительно богаче, чем с весеннего посева (табл. 3).

Таблица 3

Питательная ценность зеленой массы в фазу цветения люпина при разных сроках посева, 2008 г.

Показатель (в переводе на абсолютно сухое вещество)	Весенний (3…4) апреля	Летний (5…7) июля
Сырой протеин, %	17,5	19,4
Сырой жир, %	2,3	3,6
Сырая клетчатка,%	30,5	20,6
Каротин, мг/кг	120,6	165,5
Переваримый протеин, г/кг	125, 0	138,0

При этом необходимо отметить, что овёс при летнем посеве по запасу белка стал в один ряд с бобовыми культурами (табл. 4).

Несмотря на положительные результаты, полученные в многочисленных исследованиях, летним однолетним культурам до сих пор не отведено достойное место в сельскохозяйственном производстве. Зачастую летние посевы однолетних культур используют в производстве как «страховые» при массовой гибели весенних посевов или при их неудовлетворительном развитии из-за отсутствия осадков или других причин. В лучшем случае им отводят второстепенное значение и рекомендуют использовать как поукосные, пожнивные, почвопокровные или другие посевы.

Таблица 4

Качество зелёной массы овса в фазу цветения, полученной при летнем посеве в сравнении с люцерной 3-го укоса (в расчёте на сухое вещество, 2006 г.

Показатель	Летний посев овса (12 июля)	Люцерна 3-го укоса (25 августа)
Сырой протеин, %	18,8	20,3
Сырой жир, %	4,2	3,3
Каротин, мг/к	191,2	134,0
Сырая клетчатка,%	26,0	23,9
Переваримый протеин, г/кг	136,0	147,0

В условиях Калининградской области, благоприятной по увлажнению, летние посевы однолетних культур можно практиковать после уборки рано убираемых озимых культур (рапс, ячмень) или после уборки озимых и яровых на зелёный корм. Здесь для этих целей лучше всего подходит узколистный люпин, который без внесения удобрений позволяет в осенний период получать зелёную массу в размере от 50 до 70 т/га, а вместе с корневыми остатками до 60-80 т/га (рис. 8).

Рис. 8. Запашка зелёной массы люпина узколистного летнего посева в качестве сидерального удобрения, октябрь 2007 г.

Запаханная в этом случае зелёная масса будет способствовать увеличению мобильной части свежего органического вещества в почве. Ведь основная опасность от деятельности человека на Земле кроется не в масштабах снижения общего гумуса в почве (за исключением потерь от эрозии), а в том, что при недостаточном поступлении в почву источников гумуса (послеуборочных остатков, сидератов, органических удобрений) снижается содержание в ней наиболее мобильной части органического вещества, которая определяет жизнь почвы, её важнейшие агрономические свойства и эффективное плодородие.

В регионах, сходных по климатическим условиям с Сибирью летние посевы однолетних культур позволят создавать зимние пастбища для овец и лошадей путем консервации зеленых растений естественным холодом.

В засушливых регионах умеренного пояса летний посев однолетних засухоустойчивых культур позволит защитить почву от эрозии и повысить влагозапасы почвы. В регионах с переувлажненным осенним периодом летний посев однолетнего люпина позволит предотвратить избыточное переувлажнение почв.

Таким образом, учитывая перспективный широкий спектр применения летних посевов однолетних культур, их внедрение в сельскохозяйственное производство Калининградской области лишь вопрос времени.

Выводы

1. Летние посевы однолетних культур в земледелии, растениеводстве и кормопроизводстве Калининградской области следует отводить не второстепенную роль, а самостоятельный раздел агрономической науки с научным обоснованием и агротехнологиями по их возделыванию в зависимости от поставленных производством целей и задач.

2. В условиях Калининградской области, благоприятной по увлажнению, летние посевы однолетних культур рекомендуется применять в севооборотах после уборки рано убираемых озимых культур (рапс, ячмень) или после уборки озимых и яровых на зелёный корм.

3. Самое перспективное направление в использовании летних посевов – производство качественных зеленых кормов в позднеосенний период. Наиболее урожайными по зелёной массе были смешанные бобово-злаковые посевы (кормовые бобы + вика + овёс + люпин) и посевы бобовых культур (люпин +горох). Урожайность зелёной массы таких смесей достигала в отдельные по увлажнению годы 80 т/га.

4. Летний посев однолетних культур – эффективный в борьбе с деградацией почв агроприем, а поэтому его необходимо практиковать как в севооборотах, так и вне их. В Калининградской области летний посев способен предотвратить водную и воздушную эрозию почвы, а также исключить избыточное переувлажнение в осенне-зимний период.

5. Осенняя сидерация почвы из высокоалкалоидных сортов люпина, высеянных летом - наиболее эффективный прием повышения плодородия почвы в Калининградской области, позволяющий в условиях благоприятных по увлажнению заделывать в почву зеленую массу в размере 50-80 т/га, а вместе с корневыми остатками – до 90 т/га. Повышенная зеленая масса летних посевов однолетних культур может быть использована для получения биологического газа как возобновляемого источника энергии.

Литература

1. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. В 3-х томах. Том 1. Проблемы адаптации в сельском хозяйстве 21 века. Значение адаптивного потенциала культурных видов растений. Стратегия адаптивной интенсификации растениеводства. – Агрорус, 2008. – 816 с.

2. Буянкин Н.И., Красноперов А.Г., Федорова З.Н. Оптимальные сроки летних посевов средообразующих культур в зависимости от высоты солнцестояния и количества осадков. АгроЭкоИнфо. 2015. № 3. – 2 с.

3. Зотиков В.И., Нечаев Л.А., Буянкин Н.И., Краснопёров А.Г. Способ получения зеленого корма и сохранения плодородия почвы. Патент РФ на изобретение № 2478301, 2013.

SUMMER CROPS OF HABITAT-FORMING CULTURES, THEIR IMPORTANCE AND PLACE IN THE CROP ROTATION OF THE KALININGRAD REGION

N. I. Buyankin, A. G. Krasnoperov

FGBNU «KALININGRAD RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE»

Abstract: *In work results of long-term researches on summer crops of one-year cultures are presented. In the conditions of the Kaliningrad region summer crops are worthy to occupy the significant role in crop rotations by production of qualitative green forages during the late autumn period, to prevent degradation of the soil and to increase soil fertility. As prospect on the future,*

summer crops are capable to make the raised green material which can be used as biofuel for obtaining renewable energy.

Keywords: summer crops, one-year cultures, green forage, fertility of the soil, biofuel.

УДК 631.5:631.46:551.5:635.65:633.12:633.172

ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЁМОВ И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ТЁМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

В. М. НОВИКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Интенсивность разложения целлюлозы в почве усиливается на 12 % при достаточной увлажнённости (по ГТК) и тепла, в сравнении с сухими условиями. При поверхностной обработке почвы отмечена более высокая биологическая активность, за счёт наибольшего процента разложения льняной ткани в верхнем 0-10 см слое, в сравнении с отвальной. При послойном определении целлюлозоразлагающей активности почвы установлено снижение её показателей с глубиной. При применении минеральных удобрений совместно с соломой интенсифицируется степень разложения целлюлозы на 9,4 %, в сравнении с вариантом соломы без удобрений. Приводятся данные урожайности культур севооборота, которые обеспечиваются на 10 % зависимостью от целлюлозоразлагающей активности 0-30 см слоя почвы.

***Ключевые слова*:** целлюлозоразлагающая активность почвы, погодные условия, обработка почвы, удобрения, культуры севооборота.

Важнейшей проблемой сельского хозяйства является разработка технологических приемов повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур. При разработке эффективных приёмов повышения плодородия почв первостепенное значение имеет изучение и целенаправленное регулирование биохимических процессов почв с целью создания управляемых почвенных режимов, обеспечивающих оптимальные условия для роста продуктивности сельскохозяйственных культур.

При отмирании растений, а также после уборки полевых культур в почву попадает огромная масса соломы и растительных остатков, все они содержат целлюлозу и углерод в органической форме.

Процессы разложения клетчатки в почве позволяют судить об интенсивности биохимических процессов, биологическом круговороте элементов питания и обеспечения ими культурных растений, а, следовательно, о биологической активности почвы на уровне её плодородия. Следует отметить, что условия жизнедеятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов близки к оптимальным для произрастания полевых культур. Поэтому биологическая активность, определяемая по скорости распада клетчатки, достаточно точно отражает тот комплекс почвенных условий, который действует на важнейший интегральный показатель – урожай [1-3]. Установлено, что интенсивность разложения целлюлозы изменяется в течение вегетационного периода под действием влажности и температуры почвы, условий погоды, почвенно-экологических факторов, возделываемых культур. Важнейшее значение имеют агротехнические приёмы, применяемые при возделывании полевых культур [4-8]. Имеются данные о том, что целлюлозоразлагающая активность прямо пропорциональна количеству поступающего растительного материала и положительное влияние растительных остатков на почву продолжается в течение всего следующего вегетационного периода [9, 3, 10].

Несмотря на то, что многими исследователями в различных научных учреждениях изучены факторы, влияющие на интенсивность разложения целллюлозы, на тёмно-серых

лесных почвах в полевых севооборотах с зернобобовыми и крупяными культурами и их звеньях эти факторы и приёмы регулирования целлюлозоразлагающей активности до настоящего времени изучались фрагментально и оставались недостаточно установлены и обобщены.

Целью настоящей работы является оценка интенсивности разложения целлюлозы в пахотном (0-30 см) слое на тёмно-серых лесных почвах при различных погодных условиях, способах обработки почвы, под разными культурами севооборота. Сравнить целлюлозоразлагающую активность почвы в чистом пару и залежи, при разложении соломы без удобрений и при внесении минеральных удобрений.

Условия и методы исследований

Целлюлозоразлагающую активность определяли по степени разложения в почве льняной ткани (метод аппликаций) [11]. На каждом варианте в 3-х кратной повторности закладывали вертикально на глубину 0-30 см полиэтиленовые пластины с прикреплёнными льняными полотнами, размеченными послойно по 10 см. Пластины закладывали после появления всходов на изучаемых культурах на 60 суток. По истечении срока экспозиции пластины извлекали, полотна тщательно очищали, высушивали и взвешивали. По разнице в весе определяли количество разложившейся клетчатки.

Проведён анализ целлюлозоразлагающей активности в почве за 27 опытолет: при изучении в звеньях севооборотов гороха и кормовых бобов за 1972-1977 годы, гречихи за 1978-1983 годы, размещаемых после озимой пшеницы; при изучении системы отвальной и поверхностной обработки почвы в севообороте: пар чистый – озимая пшеница – просо – картофель – горох – озимая пшеница – гречиха – ячмень за 1984-2009 годы; при изучении параметров интенсификации растениеводства на основе биологических процессов и средообразующей роли культур звеньев севооборотов за 2012-2014 годы [5].

Результаты и осуждения

Анализ полученных показал, что интенсивность разрушения целлюлозы в пахотном 0-30 см слое тёмно-серой лесной почвы за годы и по вариантам наблюдений была различной: от слабой 10,4 % до сильной 70,8 %. Степень разложения льняной ткани в почве зависела от ряда факторов: условий увлажнённости, обработки почвы, удобренности почвы, культур, под которыми проводились наблюдения. В среднем за 27 опытолет, согласно соответствующей шкалы [12], она характеризовалась как средняя и составила 36 %. Более сильно разлагалось органическое вещество при оптимальных условиях жизнедеятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов. Сухие условия и высокая температура в почве, а также холодные снижали их рабочую активность (табл. 1).

Таблица 1

Изменение целлюлозоразлагающей активности почвы (%) в зависимости от условий увлажнённости (по ГТК), температуры воздуха и разной обработки почвы.

Обработка почвы	% разложения ткани		Среднесут. тем-ра воздуха, °С, за период экспозиции		ГТК	
	средний	диапазон	средняя	диапазон	средний	диапазон
Сухие годы – 12 опытолет						
Отвальная	28,5	10,4-44,6	19,0	16,7-20,2	0,95	0,52-1,24
Поверхностная	29,9	11,2-47,9				
Влажные годы – 15 опытолет						
Отвальная	40,0	18,9-63,5	16,9	13,3-19,5	2,04	1,31-4,59
Поверхностная	42,5	17,6-70,8				
В среднем за 27 опытолет						
Отвальная	34,9	10,4-63,5	17,8	13,3-20,2	1,56	0,52-4,59
Поверхностная	36,9	11,2-70,8				

Средние результаты определений разложения льняной ткани в почве за 27 опытолет показали, что более интенсивное разложение целлюлозы происходило при хорошо

увлажнённых условиях в почве и не высокой температуре воздуха. При этом корреляционным анализом была установлена слабая зависимость снижения средней температуры воздуха и повышения ГТК (гидротермического коэффициента) на интенсивность разложения целлюлозы.

Анализ результатов разложения ткани по слоям почвы показал, что целлюлозоразлагающая актитвность снижалась в отдельные годы с глубиной, от 43-72 % в верхнем (0-10 см) слое до 9-19 % в минеральном слое почвы 20-30 см. Этому способствовало ежегодное накопление органического материала растений в верхнем обрабатываемом слое почвы и формировало низкую её активность нижележащего необрабатываемого слоя почвы.

Исследованиями отдельных авторов установлено, что способы обработки почвы, воздействуя на сложение, строение, водный режим почвы оказывают определённое влияние на её биологическую активность и её один из показателей – целлюлозоразлагающую способность [13, 3, 8]. Определение этого показателя свидетельствует о том, что наибольшей интенсивностью разложения целлюлёзы, как во влажные, так и в сухие годы, отличались варианты с ежегодной поверхностной обработкой почвы на 10-12 см. В среднем в слое 0-30 см убыль льняного полотна по отвальной обработке составила 34,9 %, по поверхностной – 36,9 %. Сохранение соломы и растительных остатков, являющихся энергетическим материалом, в верхнем слое почвы при поверхностной обработке стимулировало интенсивность минерализации клетчатки. Анализируя результаты исследований, интенсивности распада клетчатки по 10 см слоям почвы под разными культурами и способам обработки следует отметить, что она неодинакова (табл. 2).

Таблица 2

Послойная интенсивность распада льняной ткани (%) в зависимости от обработки почвы под отдельными культурами севооборота, в среднем по 6 опытогодам (1984-2009 гг.)

Слой почвы, см	Просо	Горох	Гречиха	Ячмень	Пар чистый	Залежь
Отвальная обработка почвы						
0-10	39,4	28,5	35,3	40,5	44,7	41,5
10-20	40,2	37,0	30,9	38,4	49,8	51,4
20-30	35,4	36,0	30,8	34,5	48,9	47,6
0-30	38,3	34,0	32,3	37,8	47,8	46,8
Урожайность культур в з.ед., т/га	2,91	2,67	1,07	4,02		
Поверхностная обработка почвы						
0-10	52,4	41,9	44,9	48,3		
10-20	45,3	38,6	41,9	38,9		
20-30	34,9	28,2	29,2	28,5		
0-30	44,2	36,2	38,7	38,6		
Урожайность культур в з.ед., т/га	2,63	2,52	1,13	3,86		
$НСР_{05}$ для слоя 0-30 см	4,9	3,1	5,0	3,2		

Данные таблицы 2 показывают, что под разными культурами в целом в слое 0-30 см тёмно-серой лесной почвы, также сохраняется тенденция того, что, распад льняного полотна выше по поверхностной обработке почвы, в сравнении с отвальной. Слой почвы 0-10 см при поверхностной обработке почвы характеризовался большей биологической активностью, чем по отвальной вспашке и её резким падением , вглубь лежащего слоя, в котором проявлялось преимущество отвальной вспашки. Отвальная система обработки почвы, создавая более рыхлый пахотный слой, способствовала небольшому усилению разложения клетчатки по всему пахотному слою, по сравнению с поверхностной обработкой. По поверхностной обработке усиливалась активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов в целом в слое 0-30 см, благодаря верхнему слою. Этим поверхностная обработка почвы становится

предпочтительнее отвальной. Общая закономерность послойной степени разложения клетчатки сохраняется в зависимости от способов обработки почвы под всеми изучаемыми культурами. В целом в слое 0-30 см под разными культурами интенсивность разложения клетчатки характеризовалась средней степенью.

При анализе степени разложения льняной ткани под исследуемыми культурами севооборота следует учесть разное количество поступающих растительных остатков при их возделывании от предшественников. Так, просо и гречиха возделывались после озимой пшеницы, от которой в почву поступало 5,5-6,0 т/га растительного материала, под горох после картофеля – 2,3-2,5 т/га побочной продукции, под ячмень после гречихи – 2,9-3,0 т/га.

Под просом отмечена наибольшая интенсивность разложения льняной ткани – 41,3 %. Тут могло сказываться влияние того, что предшественник озимая пшеница возделывалась второй культурой после удобренного навозом чистого пара. Однако после такого же предшественника, но идущего после гороха, под гречихой она оказалась слабее на 5,8 %. Наименьший распад ткани отмечен под горохом, где составлял 35,1 % (табл. 2).

Проведённый анализ зависимости урожайности отдельных культур от целлюлозоразлагающей активности 0-30 см слоя почвы под ними показал слабую корреляцию, то есть только на 10 % урожайность, в наших условиях, зависела от степени разложения льняной ткани. Изучалась активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов почвы в чистом пару, вспаханном на глубину 22-25 см, и залежи. Установлено, что в чистом пару и залежи клетчатка разлагалась значительно интенсивнее, чем под полевыми культурами. Так, в пару степень разложения ткани в слое 0-30 см составила 47,8 %, под залежью 46,8 %. Кроме этого, было изучено разложение клетчатки под гречихой – третьей культурой звена севооборота: горох – озимая пшеница – гречиха, при ежегодном запахивании в почву на глубину 22-25 см соломы с растительными остатками в среднем в количестве 6,6 т/га и запахивании соломы с минеральными удобрениями, в средней дозе за год N_{65} P_{60} K_{80}. Результаты исследований показали, что при применении минеральных удобрений общая биологическая активность, то есть разложение целлюлозы значительно интенсифицируется. По-видимому, этому способствует усиление жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, в том числе разлагающих клетчатку (табл. 3).

Таблица 3

Влияние внесения соломы и минеральных удобрений на интенсивность разложения целлюлозы, % (2012-2014 гг.).

Удобрения	Слои почвы, см			
	0-10	10-20	20-30	0-30
Солома	29,4	32,0	25,0	28,8
Солома + N_{65} P_{60} K_{80}	41,7	42,5	30,4	38,2

На варианте с соломой разложение целлюлозы в слое 0-30 см составило 28,8 % от общего веса льняной ткани, при внесении с соломой минеральных удобрений этот показатель увеличился на 9,4 % и составил 38,2 %. При этом интенсивность разложения целлюлозы за период наблюдений по слоям почвы на фоне с соломой аналогична степени разложения на удобренном минеральными удобрениями, но при более высоких значениях этого показателя.

Заключение

Определение биологической активности почвы в наших условиях в общем подтвердило результаты исследований в других научных учреждениях. Исследования показали, что биологическая активность тёмно-серых лесных почв по степени разложения целлюлозы характеризуется как средней интенсивности и способствует благоприятным условиям сохранения плодородия почвы и произрастания полевых культур. Значительно усиливается степень разложения клетчатки при достаточной влажности почвы и тепла. Поверхностная обработка почвы, за счёт высокой интенсивности разложения ткани в верхнем слое почвы, характеризуется большей биологической активностью, в сравнении с отвальной.

Целлюлозоразлагающая активность почвы с глубиной падает. При применении минеральных удобрений с соломой значительно интенсифицируется разложение целлюлозы, в сравнении с использованием соломы с растительными остатками без удобрений. Отмечена тенденция повышения урожайности культур севооборота в зависимости от более высокой степени разложения целлюлозы.

Литература

1. Корягина Л.А. Микробиологические основы повышения плодородия почв. Минск: Наука и техника. – 1983. – 181 с.
2. Баздырев Г.И. Земледелие. – М.: Изд-во КолоСС. – 2008. – 606 с.
3. Валько В.П. Щур А.В. Особенности биотехнологического земледелия. Минск. – БГАТУ, 2011. – 196 с.
4. Гончаров Н.Ф., Попов А.В., Митина Н.Г. Способы использования и биологическая активность почвы. / Совершенствование технологических средств и технологий возделывания сельскохозяйственных культур: Материалы н-практ. конф., Курск, 1995. – С. 48-51.
5. Исаев А.П., Платонов А.М., Новиков В.М. Основная обработка серых лесных почв и приёмы её минимизации. / Сб. науч. трудов «Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур (40 лет ВНИИ ЗБК)». – Орёл, 2004. – С.103-106.
6. Щанова Л.Н. Влияние удобрений и извести на микробиологическую активность почвы /Агрохимия.-2005. №2. – С.11-21.
7. Безменко А.А. Оптимизация основной обработки почвы под яровую пшеницу в условиях Владимирского ополья. / Автореферат дисс. … канд. с.-х наук. – М.:, 2014. – 20 с.
8. Кузнецова Л.Н. Целлюлозоразлагающая способность микроорганизмов при «нулевой» технологии. / Вестник Курской ГСА. – Курск, 2014. № 7. – С.49-51.
9. Поддымкина Л.М. Целлюлозоразлагающая активность микробов почвы в полевом опыте. / Плодородие. – 2004. № 5. – С.26-27.
10. Лицуков С.Д., Титовская А.И., Акинчин А.В., Сегидин А.Н. Микробиологическая активность почвы при различных системах земледелия. / Вестник Курской ГСА. – Курск, 2013. № 8. – С.57-60.
11. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте. // Под науч. ред профессора Б.М. Смирнова НИИСХ Юго-Востока / Приволжск. кн. изд-во. – Саратов, 1973. – 224 с.
12. Звягинцев Д.Г. Основы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Изд-во МГУ. – 1961. – 304 с.
13. Зинченко С.И. Основы обработки чернозёмов. – М.: РАСХН, 2006. – 248 с.

EFFECT OF AGROTECHNOLOGICAL TECHNIQUES AND WEATHER CONDITIONS ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF A DARK GRAY FOREST SOIL IN THE CULTIVATION OF LEGUMES AND CEREALS

V. M. Novikov
FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The intensity of the cellulose decomposition in soil is enhanced by 12% when sufficiently moisturized and heat compared with dry conditions. With the surface treatment of soil there was registered a higher biological activity, due to the largest percentage of degradation of linen in the upper 0-10 cm layer, in comparison with the moldboard. In stratified definition of cellulose decomposing activity of soil found to decrease its performance with depth. In the application of mineral fertilizers in conjunction with straw intensified degree of cellulose decomposition on 9,4 % as compared to variant of straw without fertilizers. The data yield crop rotation, which provided 10 % dependent on cellulose decomposing activity of 0-30 cm of topsoil.*

Keywords: cellulose decomposing activity of soil, weather conditions, soil tillage, fertilizer, crop rotation culture.

УДК 633.12:631.526.32:631.8

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ И СПОСОБОВ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА ГРЕЧИХЕ

З. И. ГЛАЗОВА, кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБНУ «ВНИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР»

Изучено влияние комплексных минеральных удобрений (Террафлекс 17:17:17, Террафлекс Старт, Террафлекс Финал, Спидфол Амино Старт, Интермаг Профи Олеистые и Биостим зерновой) при листовых подкормках и сложного удобрения (азофоска 17:17:17) при внесении в рядки на урожайность гречихи. Установлено, что применение некорневых подкормок на гречихе экономически целесообразно, так как каждый килограмм комплексных удобрений окупается от 23,3 до 102,4 кг зерна. Наиболее эффективна двукратная обработка посевов бинарной смесью Террафлекс: прибавка урожая зерна в 11,1-19,2 раза больше, чем при внесении азофоски в рядки.

Ключевые слова: комплексные удобрения, некорневые подкормки, урожайность, эффективность, окупаемость, прибавка.

На современном этапе развития сельского хозяйства большой проблемой аграрного производства является высокая затратность сложившихся традиционных технологий возделывания полевых культур в т.ч. и гречихи. Производственные затраты по таким технологиям в настоящее время варьируют от 4,5 до 6,8 тыс.руб/га и более. Основным энергоемким приемом в технологии возделывания гречихи являются удобрения, на долю которых в структуре затрат приходится от 42 до 60 % [1-3].

В сложившихся зональных и региональных агротехнологиях система удобрения гречихи включала применение основного, рядкового удобрения и прикорневых подкормок в период вегетации, в основном на широкорядных посевах. Однако, эффективность использования питательных веществ при этих способах внесения несколько занижена и составляет: для азотных удобрений – 50 %, для фосфорных – 25 % и для калийных – 40%. К тому же следует признать, что широко применяемые способы частично физиологически неоправданны, так как не могут достаточно обеспечить растения элементами питания на протяжении всего периода вегетации. Следовательно, особенности развития растений гречихи определяют потребность её в элементах питания, характер усвоения и их метаболизм [4]. Поэтому, наряду с традиционными способами внесения удобрений, существенное значение приобретают некорневые подкормки, которые позволяют в кратчайшие сроки устранить дефицит элементов питания в так называемые «критические периоды» формирования будущего урожая.

В настоящее время создан широкий спектр комплексных минеральных удобрений сбалансированных по соотношению элементов питания (для каждой культуры), с полным набором микроэлементов в хелатной форме, а некоторые из них содержат еще и ростовые вещества, аминокислоты, гуминовые и фульвокислоты и др. [5, 6]. Поэтому они идеально подходят для листовых подкормок, при этом коэффициент усвоения питательных веществ из них составляет 80-90 %. Безусловно это и экономически целесообразно для уменьшения производственных затрат и себестоимости продукции, в том числе и для гречихи [7, 8]. Однако, в производственных условиях из-за ряда причин этот агроприем все еще не находит широкого применения в технологическом процессе выращивания гречихи.

Целью наших исследований было - определить эффективность применения различных удобрений и способов их внесения на урожайность и окупаемость затрат при выращивании гречихи.

Методика и условия проведения исследований

Полевые опыты проводили в 2013…2015 гг. в шестпольном севообороте лаборатории агротехнологий и защиты растений института.

Почва опытного участка темно – серая лесная, содержащая в пахотном слое 4,5 % гумуса, 15,2-18,0 мг/100г подвижного фосфора и 10,6-12,5 мг/100г обменного калия по Кирсанову, $pH_{сол}$ – 5,0-5,2. В исследовании использовали сорт гречихи Дружина, которую размещали по яровой пшенице. Основная и предпосевная обработка почвы – рекомендованная для условий Орловской области. Сеяли гречиху 20-22 мая обычным рядовым способом (при ширине междурядий 15 см) сеялкой СКС-6-10, с нормой высева – 3,0 млн. всхожих семян на 1 га. Учетная площадь делянки – 13,0 $м^2$, повторность – пятикратная, размещение делянок рендомизированное. Предпосевную обработку семян гречихи проводили за пять дней до посева микроудобрением Рексолин АВС-200 г/т (Нидерланды). Листовые подкормки осуществляли в фазу бутонизации и в период плодообразования, то есть в третью декаду от начала цветения.

Баковую смесь комплексных удобрений вносили с помощью ранцевого опрыскивателя из расчета 250 л/га рабочего раствора. Убирали гречиху раздельным способом при побурении 75 % плодов. Результаты исследований обрабатывали методами корреляционного и дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

Схема опыта: 1 – Контроль (без удобрений), 2 – $N_{19}P_{19}K_{19}$ (азофоска 100 кг/га) – внесение в рядки; 3 – баковая смесь: Террафлекс 17:17:17 – 1 кг/га + Террафлекс Финал 4-8-36- 1 кг/га, подкормка в фазу бутонизации; 4 – баковая смесь (вар.3), подкормка в фазу бутонизации и Террафлекс 11-40-11 – 2 кг/га в начале налива плодов; 5 – Спидфол Амино Старт 16-18-19- 2 кг/га, подкормка в фазу бутнизации; 6 – (вар.5) в фазу бутонизации и в начале налива плодов; 7 – баковая смесь: Биостим зерновой – 2 л/га + Интермаг Профи Олеистые – 1 л/га подкормка в фазу бутонизации; 8 – (вар. 7) – в фазу бутонизации и в начале налива плодов.

Результаты и обсуждение

Так как гречиха относится к числу культур, уровень урожая которых в значительной степени (> 50 %) зависит от погодных условий в период вегетации, то они вносят соответствующие коррективы в эффективность агротехнических приемов [1, 2, 4]. Чередование контрастных метеорологических показателей по фазам развития растений гречихи в пределах вегетационных периодов в годы проведения исследований способствовали выявлению значимости испытанных приемов.

Метеорологические условия весенне-летнего периода 2013 года характеризовались наличием как кризисных, так и экстремальных условий. Так, с конца третьей декады мая и до середины июня температура воздуха превышала биологический минимум гречихи на 2 - 5 °С, при неудовлетворительном запасе продуктивной влаги. Аналогичная ситуация имела место и в первой половине июля, что совпало с периодом массовое цветение - плодообразование. В связи с этим урожайность варьировала от 18,4 до 24,5 ц/га. Применение удобрений, как при внесении в рядки, так и при листовых подкормках было эффективно и обеспечило прибавку от 1,6 до 5,6 ц/га, что математически достоверно ($НСР_{05}$ = 1,04 ц/га).

Погодные условия 2014…2015 гг. были более благоприятны для формирования урожая зерна гречихи, величина которого составила по вариантам опыта: в 2014 г от 26,0 до 30,5 ц/га, а в 2015 г от 25,2 до 30,6 ц/га. В среднем за три года прибавка от удобрений, внесённых в рядки, составила 5,3 ц/га, а при листовых подкормках – от 1,0 до 4,3 ц/га (таблица).

Следует отметить более высокую эффективность двукратных некорневых подкормок бинарной смесью комплексных удобрений Террафлекс (вариант 4). Прибавка составила 4,3 ц/га, что практически равнозначно внесению в рядки азофоски 17:17:17 ($НСР_{05}$ = 1,07 ц/га). Обработка посевов Спидфолом Амино Старт, а также Интермаг Профи Олеистые и Биостим зерновой менее эффективно. Однако затраты питательных веществ на прибавку урожая зерна гречихи в этих вариантах в 6,3-14,2 раза меньше, чем при внесении $N_{17}P_{17}K_{17}$ в рядки (табл.) Окупаемость каждого килограмма комплексных удобрений зерном при подкормках варьировала от 23,3 до 102,4 кг, что в 2,6-12,8 раза выше нормативной (6-8 кг на 1 кг д.в.).

Таблица

Экономический анализ способов применения различных удобрений на гречихе, ц/га (среднее за 2013…2015 гг.)

№ п/п	Варианты	Способ применения	Урожайность, ц/га	Затраты удобрений, кг		Окупаемость удобрений прибавкой урожая, кг/кг
				на 1 ц урожая	на 1 ц прибавки	
1	Без удобрений	–	23,7	–	–	–
2	$N_{19}P_{19}K_{19}$ (100 кг/га)	Внесение в рядки	29,0	3,44	18,9	5,3
3	Терафлекс 17-17-17 – 1 кг/га + Терафлекс 4-8-36 – 1 кг/га	Подкормка в фазу бутонизации	25,5	0,09	1,69	59,0
4	Терафлекс 17-17-17 – 1 кг/га + Терафлекс 4-8-36 – 1 кг/га	Подкормка в фазу бутонизации	28,0	0,15	0,93	102,4
	Терафлекс 11-40-11 – 2 кг/га	Подкормка в начале налива плодов				
5	Спидфол Амино Старт 16-18-19 – 2 кг/га	Подкормка в фазу бутонизации	25,2	0,08	1,33	75,0
6	Спидфол Амино Старт 16-18-19 – 2 кг/га	Подкормка в фазу бутонизации	26,2	0,15	1,60	62,5
		Подкормка в начале налива плодов				
7	Биостим зерновой – 2,0 л/га Интермаг Профи Олеистые – 1,0 л/га	Подкормка в фазу бутонизации	24,7	0,12	3,0	33,3
8	Биостим зерновой – 2,0 л/га Интермаг Профи Олеистые – 1,0 л/га	Подкормка в фазу бутонизации	25,4	0,24	4,3	23,3
		Подкормка в начале налива плодов				

•*Терафлекс (Бельгия); Спидфол Амино (ЮАР); Биостим зерновой и Интермаг Профи Олеистые (ЗАО «Щёлково-Агрохим»).*

Таким образом, в результате изучения эффективности различных удобрений и способов их применения на гречихе установлено, что двукратные листовые подкормки гречихи бинарной смесью комплексных удобрений Терафлекс повышают урожайность на 4,3 ц/га или на 18 % к контролю, что практически равнозначно (5,3 ц/га) внесению в рядки 100 кг азофоски ($N_{19}P_{19}K_{19}$). Одновременно отмечено, что каждый килограмм этих комплексных удобрений окупается прибавкой урожая зерна гречихи от 59,0 до 102,4 кг, что в 11,1-19,2 раза больше, чем при рядковом внесении сложных удобрений. При этом окупаемость 1 руб. затрат на комплексные удобрения для обработки посевов гречихи составляет от 9,6 до 15,3 руб. прибыли, то есть внекорневые подкормки гречихи экономически выгодны.

Литература

1. Козил В.Н. Агротехнические приемы возделывания гречихи посевной в средней лесостепи Алтая // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 11. – С. 8-11.
2. Глазова З.И., Новиков В.М. Оценка, некоторых элементов агротехники гречихи // Земледелие. 2012. № 5. – С. 17-21.
3. Чернов А.Я. Проблемы энергосбережения. Основы системы земледелия Ставрополья. – Ставрополь: АГРУС, 2015. – С. 192-201.
4. Соколов О.А. Минеральное питание растений в почвенных условиях (на примере гречихи). М.; Наука, 1980. – 192 с.
5. Специальные удобрения. М.: Агропром-МДТ, 2012. – 34 с.
6. Адаптивные технологии листовых подкормок. М.: Полидон Агро, 2012. – 31 с.
7. Глазова З.И. О возможности применения комплексных минеральных удобрений на гречихе // Информационно-технологическое обеспечение адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Курск: ВНИИЗ и ЗПЭ, 2012. – С. 65-68.
8. Бажов В.М. Эффективность подкормок и опыления гречихи в лесостепи Алтая // Земледелие. 2013. № 1. – С. 35-36.

EFFICIENCY OF FERTILIZERS AND THEIR USE ON BUCKWHEAT

Z. I. Glazova
FGBNU «THE ALL-RUSSIA RESEARCH INSTITUTE OF LEGUMES AND GROAT CROPS»

Abstract: *The effect of complex mineral fertilizers (Terrafleks 17:17:17, Terrafleks Start, Terrafleks Final, Spidfol Amino Start, Intermag Profi Oleistye and Biostim zernovoj) at foliar applications and of complex fertiliser (Azofoska 17:17:17) at application into rows on buckwheat yield was studied. It was found that the use of spray dressings on buckwheat is economically feasible, as each kilogram of compound fertilizer pays from 23,3 to 102,4 kg of grain. The most effective is twice treatment of plantings with binary mixture Terrafleks: increase in grain yield in 11,1-19,2 times more than after application of Azofoska into rows.*

Keywords: complex fertilizers, foliar feeding, productivity, efficiency, return on investment, increase.

УДК 631.527:633.87

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФИЛЬТРАТА СПИРТОВОЙ БАРДЫ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО УДОБРЕНИЯ НА ПОСЕВАХ ГРЕЧИХИ

А. Г. ГУРИН, доктор сельскохозяйственных наук
С. В. РЕЗВЯКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук
ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им Н.В. ПАРАХИНА»
E-mail: lana8545@yandex.ru

Статья посвящена вопросу использования нетрадиционных видов органических удобрений, которые являются отходами спиртового производства. В результате трехлетних исследований выявлено влияние разных доз фильтрата спиртовой барды на содержание общего азота, подвижного фосфора и обменного калия в почве. В вариантах с внесением фильтрата урожайность гречихи увеличилась на 19,7-26,8 %.

Ключевые слова: фильтрат спиртовой барды, общий азот, подвижный фосфор, обменный калий, урожайность гречихи.

К настоящему времени проведено достаточно большое количество исследований по изучению роли минеральных удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур [1, 2, 3]. Данные исследователей показывают, что из общей прибавки урожая

примерно 50 % её обеспечивается удобрениями, 25 % достоинством сорта и 25 % технологией возделывания. Минеральные удобрения – источник различных питательных элементов для растений, в первую очередь это азот, фосфор и калий, а затем кальций, магний, сера, железо. Все эти элементы относятся к группе микроэлементов, так как они поглощаются растениями в значительных количествах. При полном отсутствии любого элемента в почве растение не может расти и развиваться нормально. Все минеральные элементы участвуют в сложных преобразованиях органических веществ, образующихся в процессе фотосинтеза. Растения для образования своих органов – стеблей, листьев, цветков, плодов, клубней - используют минеральные питательные элементы в разных соотношениях.

В последние годы наметился рост стоимости минеральных удобрений, который существенно увеличивает стоимость производимой продукции. Следовательно, необходим поиск альтернативных видов удобрений.

Практика экономически развитых стран показывает, что отходы спиртовой промышленности с успехом используются в качестве органно-минерального удобрения на разных видах почвы. Барду, а также композиции на ее основе можно вносить под картофель, рапс, кукурузу, ячмень, рожь, многолетние травы. Новое нетрадиционное удобрение улучшает пищевой режим растений, способствует их линейному росту, формированию большей продуктивности [4, 5].

Исследования проводили в двух лабораторно-полевых опытах. Почва опытного участка темно-серая лесная. Объект исследования – гречиха сорта Деметра.

Опыт 1 – Определение оптимальной дозы спиртовой барды при возделывании гречихи.

Варианты:

1. Без внесения фильтрата барды (контроль);
2. 20 м^3 фильтрата барды;
3. 40 м^3 фильтрата барды;
4. 60 м^3 фильтрата барды.

Повторность четырехкратная, размещение делянок рендомезированное, площадь делянки 90 м^2. В 10 м^3 барды содержится 39 кг азота,16 кг фосфора и 8 кг калия. Спиртовую барду вносили осенью под основную обработку почвы переоборудованным бардовозом (объем цистерны 3м^3) с регулированием нормы внесения. Предшественник гречихи – люпин узколистный. Солому предшественника убирали с поля и проводили вспашку на 22-24 см. Весной поле бороновали,проводили предпосевное дискование на 6-8 см и послепосевное прикатывание. На контрольном варианте фильтрат спиртовой барды не вносили.

Опыт 2 – Определение оптимальной дозы нейтрализованной аммиаком спиртовой барды при возделывании гречихи.

Варианты:

1. Без внесения фильтрата барды (контроль)
2. 20 м^3 нейтрализованного фильтрата барды
3. 40 м^3 нейтрализованного фильтрата барды
4. 60 м^3 нейтрализованного фильтрата барды

Повторность четырехкратная, размещение делянок рендомезированное, площадь делянки 90 м^2. В 10 м^3 барды содержится 39 кг азота,16 кг фосфора и 8 кг калия. Технология внесения спиртовой барды аналогична опыту1. На контрольном варианте нейтрализованный аммиаком фильтрат спиртовой барды не вносили. Барду нейтрализовали 40 %-м водным раствором аммиака.

Общий азот в почве определяли согласно ГОСТ 26107-84В. В образцах почвы определяли содержание фосфора и калия по методу Чирикова в модернизации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91).

Проведенные нами исследования показали, что внесение фильтрата спиртовой барды способствовало некоторому увеличению кислотности почвы. Так, в опыте 1 в контрольном варианте кислотность почвы составила 5,60. В вариантах с внесением фильтрата спиртовой

барды в дозе 20 м^3/га – 5,52; в третьем варианте, где вносили 40 м^3/га фильтрата барды – 5,50 и в четвертои варианте при дозе 60 м^3/га кислотность была наибольшая – 5,42.

Внесение фильтрата спиртовой барды существенно повысило содержание общего азота в почве (табл. 1).

Так, в первом опыте содержание общего азота в слое почвы 0-10 см в контрольном варианте составило в период посева – 0,22 %, тогда как во втором варианте, где вносили 20 м^3/га фильтрата барды (78 кг азота) было 0,26 %, в третьем варианте (40 м^3/га фильтрата барды, содержащей 156 кг азота) количество азота составило 0,33 %; в четвертом варианте (60 м^3/га фильтрата барды, содержащей 234 кг азота) – 0,36 %. Внесение высоких доз спиртовой барды обусловлено тем, что существенная часть азота содержащегося в ней, в осенне-зимний период вымывается осадками.

Таблица 1

Динамика содержания общего азота в почве, %, 2013-2015 гг.

Варианты (доза фильтрата барды)	Дата и глубина отбора образцов почвы					
	посев		цветение		уборка	
	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см
Опыт 1						
Контроль	0,22 ± 0,002	0,18 ± 0,003	0,24 ± 0,004	0,20 ± 0,002	0,20 ± 0,002	0,14 ± 0,003
20 м^3/га	0,26 ± 0,003	0,21 ± 0,004	0,29 ± 0,003	0,24 ± 0,004	0,21 ± 0,004	0,17 ± 0,4402
40 м^3/га	0,33 ± 0,003	0,25 ± 0,003	0,32 ± 0,004	0,26 ± 0,003	0,23 ± 0,003	0,22 ± 0,003
60 м^3/га	0,36 ± 0,005	0,29 ± 0,002	0,36 ± 0,002	0,30 ± 0,004	0,23 ± 0,003	0,21 ± 0,003
Опыт 2						
Контроль	0,23 ± 0,003	0,21 ± 0,002	0,27 ± 0,004	0,22 ± 0,004	0,22 ± 0,002	0,18 ± 0,002
20 м^3/га	0,33 ± 0,003	0,24 ± 0,003	0,33 ± 0,002	0,29 ± 0,002	0,25 ± 0,002	0,17 ± 0,002
40 м^3/га	0,38 ± 0,003	0,29 ± 0,003	0,34 ± 0,003	0,27 ± 0,003	0,24 ± 0,003	0,22 ± 0,002
60 м^3/га	0,38 ± 0,004	0,31 ± 0,0043	0,36 ± 0,004	0,33 ± 0,002	0,25 ± 0,003	0,20 ± 0,002

В начале цветения количество общего азота в почве было несколько больше по всем вариантам. Так, в контрольном варианте содержание общего азота в слое почвы 0-10 см составило 0,24 %, в варианте с внесением 20 м^3/га – 0,29 %, в варианте с внесением 40 м^3/га – 0,32 % и варианте с внесением 60 м^3/га – 0,36 %. Увеличение содержания общего азота в почве в данный период объясняется активизацией микробиологических процессов.

Перед уборкой урожая содержание азота снизилось и составило в слое почвы 0-10 см контрольного варианта 0,20 %. В варианте с внесением фильтрата спиртовой барды в дозе 20 м^3/га количество азота составило 0,21 %, в варианте с внесением 40 м^3/га фильтрата барды – 0,23 % и в варианте с внесением 60 м^3/га фильтрата барды – 0,23 %.

В слое почвы 10-20 см содержание общего азота было ниже, чем в слое почвы 0-10 см.

Во втором опыте использовали в качестве альтернативного удобрения нейтрализованный аммиаком фильтрат спиртовой барды. В результате происходило обогащение фильтрата азотом. Так, содержание азота в слое почвы 0-10 см в вариантах с внесением фильтрата весной составило 0,33-0,38 %, тогда как в первом опыте в аналогичных вариантах содержание азота было 0,26-0,36 %. Несколько выше содержание азота во втором опыте было в слое почвы 10-20 см.

С динамикой содержания азота тесно связана динамика содержания подвижного фосфора. В наших исследованиях по содержанию подвижного фосфора также отмечено увеличение его содержания в вариантах с внесением фильтрата спиртовой барды. Это объясняется тем, что фильтрат спиртовой барды также содержит и фосфор, хотя в меньшем количестве, чем азот (табл. 2).

Так, в начале цветения содержание подвижного фосфора в слое 0-10 см составило в контрольном варианте 136 мг/кг почвы, в варианте с внесением 20 м^3/га фильтрата

количество фосфора составило 139 мг/кг почвы, в варианте с внесением 40 м^3/га фильтрата – 141 мг/кг почвы и в варианте с внесением 60 м^3/га – 141 мг/кг почвы. Данная закономерность наблюдалась во все периоды отбора проб почвы для анализа. Наибольшее содержание подвижного фосфора отмечено в вариантах с внесением 40 м^3/га и 60 м^3/га фильтрата барды.

В отличие от содержания азота, существенных различий по содержанию в почве подвижного фосфора между первым и вторым опытами не выявлено. В первом опыте перед посевом в вариантах с внесением фильтрата спиртовой барды в слое почвы 0-10 см содержание подвижного фосфора было 142-144 мг/кг почвы, а во втором исследовании в аналогичных вариантах – 139-143 мг/кг почвы.

Таблица 2

Динамика содержания подвижного фосфора в почве %, 2013-2015 гг.

Варианты (доза фильтрата барды)	Дата и глубина отбора образцов почвы					
	посев		цветение		уборка	
	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см
Опыт 1						
Контроль	101± 0,54	100 ± 0,49	127 ±0,61	116 ± 0,52	114 ± 0,51	102 ± 0,49
20 м^3/га	104 ± 0,48	101 ± 0,67	135 ± 0,59	121 ± 0,5	128 ± 0,61	108 ± 0,48
40 м^3/га	122 ± 0,57	113± 0,51	138 ± 0,62	123 ± 0,53	132 ±0, 57	117 ± 0,51
60 м^3/га	124 ± 0,58	111 ± 0,53	133 ± 0,61	124 ± 0,53	135 ± 0,62	119 ± 0,50
Опыт 2						
Контроль	104 ± 0,46	101 ± 0,41	128 ± 0,57	120 ± 0,53	124 ± 0,52	110 ± 0,47
20 м^3/га	111 ± 0,43	104 ± 0,31	137 ± 0,59	128 ± 0,51	139 ± 0,60	124 ± 0,51
40 м^3/га	126 ± 0,47	109 ± 0,39	137 ± 0,57	124 ± 0,57	138 ± 0,61	129 ± 0,52
60 м^3/га	127 ± 0,47	110 ± 0,42	139 ± 0,64	125 ± 0,56	143 ±0,67	132 ± 0,52

Почвы опытных участков характеризуются повышенным содержанием калия. Это сказалось на отсутствии закономерностей в содержании обменного калия в почве между вариантами (табл. 3).

Таблица 3

Динамика содержания обменного калия в почве, %, 2013-2015 гг.

Варианты (доза фильтрата барды)	Дата и глубина отбора образцов почвы					
	посев		цветение		уборка	
	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см
Опыт 1						
Контроль	137±0,62	132±0,60	136±0,67	130±0,60	138±0,61	132±0,57
20 м^3/га	144±0,64	136±0,64	139±0,62	133±0,60	139±0,64	127±0,54
40 м^3/га	144±0,61	132±0,61	141±0,65	133±0,61	135±0,61	134±0,56
60 м^3/га	142±0,64	133±0,60	141±0,65	131±0,60	133±0,60	12±0,57
Опыт 2						
Контроль	136±0,60	133±0,58	142±0,62	135±0,58	137±0,59	129±0,52
20 м^3/га	139±0,61	132±0,59	140±0,60	133±0,59	135±0,58	133±0,56
40 м^3/га	142±0,63	132±0,57	143±0,61	134±0,54	131±0,57	131±0,54
60 м^3/га	143±0,60	131±0,54	142±0,59	136±0,59	134±0,59	132±0,54

Так, в фазу цветения содержание обменного калия в контрольном варианте первого опыта в слое почвы 0-10 см составило 136 мг/кг почвы, в вариантах с внесением фильтрата спиртовой барды – 139-141 мг/кг почвы. Различий по содержанию обменного калия между двумя опытами также не выявлено. Улучшение агрохимических свойств серой лесной почвы под воздействием фильтрата спиртовой барды оказало положительное влияние на развитие растений гречихи и ее продуктивность. В вариантах с внесением фильтрата средняя за 3 года урожайность увеличилась на 19,7-26,8 %. Наибольшая урожайность отмечена в варианте с дозой внесения 40-60 м^3/га, которая составила 21,7 ц/га.

Таким образом, анализ содержания основных элементов питания в почве показал, что внесение фильтрата спиртовой барды оказывает положительное влияние на содержание в

почве общего азота, причем использование нейтрализованного аммиаком фильтрата спиртовой барды, способствует большему накоплению азота в почве. Содержание подвижного фосфора в почве так же, как и общего азота, находится в прямой зависимости от дозы вносимого фильтрата спиртовой барды. Максимальное содержание фосфора отмечено в вариантах с внесением фильтрата в дозе 40-60 $м^3$/га. Внесение фильтрата спиртовой барды не оказало практически никакого влияния на содержание в почве обменного калия. Закономерностей по содержанию в почве данного элемента не выявлено.

Литература

1. Завьялова Н.Е., Косолапова А.И., Ямалтдинова В.Р. Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений на трансформацию органического вещества дерново-подзолистой почвы // Агрохимия, 2005. – № 6. – С. 5-10.
2. Мязин Н.Г. Агроэкологическое обоснование интенсивного применения агрохимических средств в севооборотах ЦЧЗ: Автореф. дисс. на соиск. уч. степени д. с.-х. наук – Воронеж. – 1994. – 44 с.
3. Травникова Л.С.,Титова Н.А., Шахмухаметов М.И. Роль продуктов взаимодействия органической и минеральной составляющих в генезисе и плодородии почв // Почвоведение, 1992. – № 10. – С. 81-94.
4. Ненайденко Г.Н., Судакова Л.П. Удобрение зерновых в интенсивных технологиях – Иваново, «Талка», 1991. – С. 132-134.
5. Ненайденко Г.Н., Журба О.С., Шереверов В.Д. Послеспиртовая барда в качестве органического удобрения // Ликероводочное производство и виноделие, 2008. – № 7 (103). – С. 12-15.

AGROCHEMICAL PROPERTIES OF SOIL BY USING THE FILTRATE OF ALCOHOL STILLAGE AS ALTERNATIVE FERTILIZER ON CROPS OF BUCKWHEAT

A. G. Gurin, S. V. Rezvyakova
RUSSIAN HE OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER N.V. PARAKHIN

Abstract: *The article is devoted to the use of nontraditional types of organic fertilizers, which are the waste of alcohol production. In the three-year research revealed the influence of different doses of distillery stillage filtrate at a content of total nitrogen, mobile phosphorus and exchange potassium in the soil. In the variants with the introduction of the filtrate, the yield of buckwheat increased by 19,7 and 26,8 per cent.*

Keywords: the filtrate of alcohol stillage, general nitrogen, mobile phosphorus, exchange potassium, productivity of buckwheat.