РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

СИБИРСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
СИБИРСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАСТЕНИЕВОДСТВА И СЕЛЕКЦИИ**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГЕНЕТИКИ, ЭПИГЕНЕТИКИ, СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Доклады и сообщения XI Международной генетико-селекционной школы-семинара

9-13 апреля 2012 г.

Новосибирск 2013

УДК 631.52:[633+635] (06)
ББК 42.1-3+42.34-3я431
С 56

Редакционная коллегия:
И.Е. Лихенко, д-р с.-х. наук (гл. редактор),
Г.В. Артемова, канд. биол. наук,
В.В. Пискарев, канд. с.-х. наук

Материалы утверждены ученым советом ГНУ СибНИИРС (протокол № 1 от 08.02.2013 г.).

С 56 **Современное состояние и приоритетные направления развития генетики, эпигенетики, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур:** докл. и сообщ. XI Междунар. генетико-селекц. шк.-семинара (пос. Краснообск, 9-13 апреля 2013 г.) / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние. Сиб. науч.-исслед. ин-т растениеводства и селекции. – Новосибирск, 2013. – 331 с.

ISBN 978-5-906143-11-2

В докладах и сообщениях XI Международной генетико-селекционной школы-семинара освещается современное состояние научных исследований в области генетики, эпигенетики, селекции и семеноводства полевых и овощных сельскохозяйственных культур в Российской Федерации и Республике Казахстан.

Статьи участников опубликованы в авторской редакции.

УДК 631.52:[633+635] (06)
ББК 42.1-3+42.34-3я431

ISBN 978-5-906143-11-2

© СибНИИРС
Россельхозакадемии, 2013

УДК 633.11:632.4 (574.2)

С.А. Бабкенова
ТОО «НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева»

Изучение яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана на групповую устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине

В настоящее время наиболее распространенными и вредоносными заболеваниями на посевах зерновых культур Казахстана и других стран мира, являются ржавчинные грибы. Популяции этих видов охватывают обширные территории стран Западной и Восточной Европы, Северной и Южной Америки, Азии, Австралии и Африки, где возделывается пшеница. Интенсивное развитие болезни в разных климатических зонах обусловлено пластичностью, высокой репродуктивной и миграционной способностью возбудителей.

Успех селекции на иммунитет, как и другие хозяйственно-ценные признаки и свойства, определяется исходным материалом. Н.И. Вавилов [1] указывал, что, приступая к работе по иммунитету, наряду с разработкой биологии, экологии и дифференциального состава паразитов, следует, прежде всего, сосредоточить исследования на явлениях так называемого группового иммунитета. Им было установлено, что групповой иммунитет является широко распространённым явлением среди сортов и видов пшеницы в отношении видов ржавчины, головни и мучнистой росы, что значительно облегчает селекцию на иммунитет.

Наибольший интерес для селекции на иммунитет представляют образцы, обладающие групповой устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчине. В исследованиях ряда авторов [2,3] среди пшениц различного эколого-географического происхождения выделяются устойчивые формы, обладающие групповым иммунитетом.

Целью данного исследования является выявление источников групповой устойчивости у образцов яровой мягкой пшеницы к бурой и стеблевой ржавчине и их дальнейшее использование в селекционном процессе.

Инфекционные питомники бурой и стеблевой ржавчины закладывались на значительном расстоянии от селекционных питомников и изолированы от посевов пшеницы лесополосами.

Изучение устойчивости образцов к бурой и стеблевой ржавчине проводилось в условиях искусственного заражения. Закладка питомника проводилась в оптимальные для зоны сроки (20-25 мая), сеялкой СКС-6-10. Площадь делянки 2,0 погонных метра, с шириной междурядий 22 см. Для контроля качества инокуляции, через 20 образцов изучаемого материала, высевали восприимчивый стандартный сорт – Акмола 2.

Для инокуляции использовали синтетические популяции, полученные из НИСХИ. Реакцию образцов на возбудителей заболеваний оценивали в баллах: 0 – иммунный, R – устойчивый, MR – умеренно устойчивый, MS – умеренно воспримчивый, S – воспримчивый и в процентах, визуально, по общепринятой методике [4]. Объектом исследований служили 617 образцов из различных стран: США, России, Аргентины, Канады и др.

По результатам эколого-географической дифференциации, наибольшее количество устойчивых форм выделено из Соединенных Штатов Америки. Всего в изучении находилось 53 образца, из которых групповой устойчивостью характеризовались 30, что составляет 56,6%: Amidon, Butte, Stoa, Wheaton, SD 3113 и др. (табл. 1).

Особого внимания в поисках источников устойчивости для нашей зоны заслуживают пшеницы международного центра CIMMYT. К лучшим образцам, которые можно широко использовать в селекции на иммунитет к бурой и стеблевой ржавчине, относятся: SKAUZ/2*STAR, TANIPEW//SAR, PARUS/PASTOR, YACO/BORL95, V7632312, CROC 1/AE, BOW/PRL//BUC и др. Наличие устойчивых форм объясняется успешной селекцией в этом центре.

Таблица 1

Поражаемость сортообразцов яровой мягкой пшеницы бурой и стеблевой ржавчиной в зависимости от эколого-географического происхождения (2007-2009 гг.)

Происхождение	Изучено образцов, шт.	Количество устойчивых образцов, шт.	Процент устойчивых образцов
Казахстан	294	0	0,0
Россия	50	0	0,0
CIMMYT	172	49	28,4
США	53	30	56,6
Китай	14	2	14,2
Аргентина	5	1	20,0
Канада	9	3	33,3
Австралия	20	8	40,0
Итого:	617	93	15,0

Значительное количество устойчивых образцов яровой пшеницы выделено из сортимента Австралии. В изучении находилось 20 образцов, выделено 8, что составляет 40,0%: Dollarbird, Tasman, Worrakata, Janz и др. Это объясняется тем, что в этой стране существует национальная программа по защите пшеницы от ржавчинных заболеваний. Одним из основных её направлений является использование чужеродных генов, в частности Sr24, которое стало широко использоваться в этой стране. Другое направление – применение длительной неспецифической устойчивости с использованием генов, резистентных к стеблевой ржавчине – Sr2, Sr26.

Таблица 2

Образцы, выделенные по продуктивности и устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине, 2007-2009 гг.

Образец	Происхождение	Реакция на ржавчину						Масса зерна с колоса, среднее за 3 года, г
		2007 г.		2008 г.		2009 г.		
		бурая	стеблевая	бурая	стеблевая	бурая	стеблевая	
Акмола 2, st.	Казахстан	S	S	S	S	S	S	1,24
SKAUZ/2*STAR	CIMMYT	R	R	R	R	MR	MR	0,75
TANIPEW//SAR	CIMMYT	R	R	R	R	R	R	0,94
PARUS/PASTOR	CIMMYT	R	R	R	R	R	R	0,73
YACO/BORL95	CIMMYT	R	MR	R	MR	MR	MR	0,87
V7632312	CIMMYT	MR	R	MR	R	MR	MR	0,99
CROC 1/AE	CIMMYT	R	R	R	R	R	R	1,05
BOW/PRL//BUC	CIMMYT	MR	R	MR	R	MR	MR	0,69
Amidon	США	R	R	R	R	R	MR	1,12
Butte	США	R	MR	R	MR	MR	MR	0,77
Stoa	США	R	R	R	R	R	R	1,02
Wheaton	США	R	R	R	MR	R	R	0,67
SD 3113	США	-	-	R	MR	R	R	0,74
SD 3390	США	R	R	MR	R	R	R	0,84
SD 8067	США	R	R	R	R	R	R	0,77
Keene	США	R	R	R	MR	MR	MR	0,94
AC Barrie	Канада	MR	MR	MR	MR	MR	MR	0,85
Dollarbird	Австралия	R	R	R	R	MR	R	0,65
Tasman	Австралия	R	R	R	R	R	R	0,78
Worrakata	Австралия	R	R	R	R	R	R	0,88
Janz	Австралия	R	R	R	R	R	R	0,67

Сортимент из Канады представлен 9 сортами, из которых выделено 3 образца, обладающих групповой устойчивостью, что составляет 33,3%. Большой интерес для селекции на иммунитет к бурой и стеблевой ржавчине представляют следующие образцы: AC Barrie, AC Taber, AC Splendov. Китайские образцы представлены 14 сортообразцами и лишь два сорта проявили резистентность к двум видам ржавчины: Long 98 – 5501, Long 98 – 5582.

Основной проблемой селекционной работы является получение высокого урожая. Поэтому желательно, чтобы наряду с групповой устойчивостью к болезням образец, включаемый в скрещивание, обладал и высокой продуктивностью. Лучшие по групповой устойчивости к двум видам ржавчины и продуктивности сортообразцы представлены в табл. 2. Высокой продуктивностью и устойчивостью к двум заболеваниям характеризовались 6 образцов: Amidon, Keene, Stoa (США), TANIPEW//SAR, V7632312, CROC 1/AE (CIMMYT).

В 2007-2009 гг. на инфекционном фоне изучено 617 образцов яровой мягкой пшеницы. По результатам изучения коллекции пшеницы выделены 92 образца, обладающих групповой устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчине. Наибольшее количество устойчивых образцов выделено из США, Австралии, Канады, международного центра CIMMYT. По комплексу хозяйственно-ценных признаков выделено шесть образцов, которые могут служить ценным исходным материалом для селекции на иммунитет к ржавчинным заболеваниям в условиях Северного Казахстана.

Библиографический список

1. *Вавилов Н.И.* Ботанико-географические основы селекции. – Избр. соч. – М.: Колос, 1966. – С. 176-225.
2. *Плахотник В.В., Троицкая Л.В.* Распределение устойчивости к некоторым инфекционным болезням среди культурных видов пшениц // Селекция на иммунитет к болезням и вредителям в Северном Казахстане. – Целиноград, 1983. – С. 3-15.
3. *Рсалиев Ш.С.* Иммунно-генетические особенности исходного материала для селекции пшеницы на групповую устойчивость к видам ржавчины: автореф. дис. … канд. биол. наук. – п. Алмалыбак, 1992. – 23 с.
4. *McIntosh et al.,* Wheat Rusts / An Atlas of Resistance Genes. CSIRO. – Australia, 1995. – 200 p.

УДК 631.145

В.Ю. Березин
ГНУ Кемеровский НИИСХ Россельхозакадемии

Проблемы и перспективы развития оригинального семеноводства зерновых и зернобобовых культур в Кемеровской области

Селекционерами Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства в сотрудничестве с другими НИИ созданы уникальные сорта зерновых и зернобобовых культур, отвечающие требованиям товаропроизводителей, с потенциально высокой урожайностью и качеством, адаптированные к современным ресурсосберегающим технологиям и устойчивые к неблагоприятным абиотическим факторам.

Основной культурой, возделываемой в Кемеровской области, является яровая мягкая пшеница, на долю которой приходится 50-55% посевной площади. Оригинальное семеноводство этой культуры ведется по сортам инорайонной селекции, из общего объема производства семян 67-70% приходится на два сорта Ирень и Новосибирская 29.

Результатом селекционной работы коллектива авторов Кемеровского НИИСХ и Алтайского НИИСХ является сорт Сибирский Альянс, включен в Государственный реестр по 10 региону в 2012 г.

Производство семян из группы «серых» хлебов в Кемеровской области основано на сортах селекции института. По яровому ячменю сорта Тулеевский, Никита и Симон занимают 59-62% в объеме производства семенного материала, а по сортам овса пленчатых (Ровесник, Фобос, Креол) и голозерных (Левша, Помор, Тайдон) форм до 84-90% всего производства семян.

Чрезвычайно важным источником получения растительного белка являются высокопродуктивные сорта зерноукосного гороха Кузбасс, Виктория и Дружная. В общем объеме производства семян они занимают 36-40%.

Таким образом, в условиях Кемеровской области оригинальное семеноводство ведется по сортам, созданным и приспособленным к местным условиям.

Производство семян в Кемеровской области и распределение по культурам представлено в табл. 1.

Таблица 1

Объем производства семян зерновых и зернобобовых культур в Кемеровской области, %

Культура	Оригинальные семена	Элитные семена	Репродукционные семена	Несортовые
Яровая пшеница	2,0	5,2	39,4	53,4
Яровой ячмень	1,9	9,8	22,4	65,9
Овес	2,1	3,8	14,3	79,8
Горох	1,4	5,1	25,8	67,7

Таким образом, из данных таблицы доля оригинальных семян по культурам не превышает 2,1%, а в большинстве хозяйств области основная масса производимых семян не имеет принадлежности к сорту и репродукции от 53,4 до 79,8% от общего объема семян, предназначенных для посева.

Эти результаты являются последствиями кризиса 90-х годов XX века, проходившего во всех сферах экономики, и глобальных изменений в агропромышленном комплексе, которые отодвинули на второй план проблемы всего семеноводства и оригинального в частности. Система семеноводства подверглась варварскому уничтожению. Прекратили своё существование опытно-производственные хозяйства области, призванные обеспечивать качественным семенным материалом семенные хозяйства. Остатки морально устаревшей зерноочистительной техники распределили вновь образованные частные предприятия.

Стимулирование сельского хозяйства государственными программами позволило заменить некоторым товаропроизводителям свою материально-техническую базу на более современные образцы отечественной и зарубежной техники. В решение проблемы активно включился отдел механизации Кемеровского НИИСХ, в котором проводится работа по модернизации устаревших комплексов с заменой машин на более производительные и энергосберегающие. Для комплексного решения проблемы модернизации устаревшего парка руководителями субъекта разработана программа дотации на приобретение сушильных и зерноочистительных комплексов.

С приходом на село частной собственности полностью деградировалась роль районных Управлений сельского хозяйства.

На сегодняшний день районные Управления сельским хозяйством области отошли от регулирования рынка семян. Отсутствует система согласования и закупа хозяйствами районов семенного материала для сортообновления и сортосмены, предлагаемого НИИ и семеноводческими хозяйствами области.

Создание и внедрение системы мониторинга рынка семян в Кемеровской области позволит производить востребованный семенной материал необходимый товаропроизводителям.

Стимулирование хозяйств на приобретение оригинальных семян носит выборочный характер. Так, из категории оригинальных семян дотируется только питомник суперэлиты, что заведомо приводит к снижению категории сортовой чистоты в рядовых хозяйствах. Необходимо на региональном уровне возвращения статуса элитхозов и семхозов хозяйствам, способным производить качественные семена. С определением для них дифференциальных дотаций на приобретение оригинальных семян питомников размножения 1-го и 2-го года. А селекционные научно-исследовательские учреждения в условиях рынка должны устанавливать долгосрочные связи с семеноводческими предприятиями при производстве оригинальных и элитных семян на договорных условиях.

В настоящее время оригинальное семеноводство в Кемеровском НИИСХ включено в единый селекционно-семеноводческий и технологический процесс, где создаются сорта, разрабатывается сортовая технология их возделывания, ведется размножение сортов и их реализация.

Нашими расчетами установлено, что при производстве оригинальных семян внутри области силами института с соблюдением сортообновления в рядовых хозяйствах возможно выращивание культур с сортовой чистотой не более 3-й репродукции.

Таким образом, внедрение в производство результатов научно-исследовательских институтов в области производства семян, мониторинг рынка семян районными Управлениями сельского хозяйства и материальное стимулирование хозяйств на региональном уровне, имеющих статус элитхозов и семхозов уже в ближайшем будущем позволит сократить долю несортовых семян и, как следствие, повысить урожайность культур.

УДК 633.14:631.523 (571.16-17)

П.Н. Бражников
ГНУ Сибирский НИИСХиТ Россельхозакадемии

Изучение и использование отечественного и мирового генофонда озимой ржи для селекции в условиях севера Томской области

Основным направлением селекции озимой ржи во всех природно-климатических зонах страны и, в частности, в условиях северной таёжной зоны Томской области является создание сортов высокопродуктивных, зимостойких, устойчивых к полеганию, болезням и вредителям, характеризующихся адаптивностью, толерантностью к неблагоприятным природно-климатическим условиям. В связи с этим изучение и использование отечественного и мирового генофонда озимой ржи является важным этапом в селекции культуры ржи.

В настоящее время придаётся большое значение созданию сортов озимой ржи, адаптированных к местным условиям. Успех создания таких сортов должен основываться, прежде всего, на привлечении исходного материала, источником которого служит мировая коллекция ВИР.

Устойчивость растений к стрессам характеризует способность растительных организмов полноценно осуществлять свои жизненные функции в неблагоприятных условиях внешней среды [1]. Высокая зимостойкость ржи, её способность произрастать на малоплодородных почвах делают её особенно привлекательной среди других злаков в условиях северной таёжной зоны Томской области [2].

Целью наших исследований является изучение сортов озимой ржи, представляющих интерес как исходный материал для привлечения его в селекционный процесс.

Каждый конкретный сорт является результатом взаимодействия исходного материала с такими селектирующими факторами, как почвенно-климатические условия, водно-воздушно-пищевой режимы, взаимодействие растений между собой и воздействие на них различных стрессов (биотических, абиотических, эдафических) [3]. Задача селекционера – подобрать или создать подходящий исходный материал, подвергнуть его необходимой проработке.

На современном этапе в задачу исследований входит выявление генетического потенциала, количественных и качественных характеристик изучаемых сортов.

Условия, материал и методика исследований

В зоне исследований преобладают кислые (pH 4,5-4,9), дерново-подзолистые почвы супесчаного механического состава. Пахотный горизонт (22-25см) характеризуется низким (1,5-2,0%) содержанием гумуса, слабой (0,2-0,22 мг) обеспеченностью нитратным азотом, средней (7,5-11,0) подвижным фосфором и обменным калием, высоким (7,0-11,0) содержанием подвижного алюминия [3].

Тяжелейшие погодные условия за период исследований позволили оценить изучаемый материал на его адаптивность к стрессовым факторам среды. Вегетация ржи заканчивалась в III декаде сентября. Снеговой покров установился в 2009 г. 14 октября, в 2010 г. – 9 ноября. Агроклиматические условия 2009-2011 гг. в зоне исследований характеризовались суровой (до –50^0 С) продолжительной зимой, снеговым покровом (до 40…60 см), залегающим в течение 213… 155 дней. Разрушение снегового покрова произошло 23 и 12 апреля, а вегетация возобновилась 11 мая, 17 апреля соответственно по годам.

Таблица 1

Метеорологические условия вегетационного периода 2010…2011 гг.

Месяцы	Средняя многолетняя	2010 г.	+, – к многолетней	2011 г.	+, – к многолетней
Температура, град. С					
Май	7,3	5,4	– 1,9	9,2	+ 1,9
Июнь	15,0	14,3	– 0,7	19,5	+ 4,5
Июль	17,9	16,1	– 1,8	14,6	– 3,3
Август	14,7	15,3	+ 0,6	13,7	– 1,0
Сентябрь	9,0	7,8	– 1,2	9,8	+ 0,8
Сумма за вегетацию	1956,9	1803,8	– 153,1	2041,5	+ 84,6
Осадки, мм					
Май	49,0	45,7	- 3,3	35,4	– 13,6
Июнь	55,0	41,9	- 13,1	26,4	–28,6
Июль	70,0	167,9	+ 97,9	76,4	+ 6,4
Август	80,0	114,1	+ 34,1	59,4	– 20,6
Сентябрь	52,0	51,9	- 0,1	7,5	– 44,5
Сумма за вегетацию	306	421,5	+ 115,5	205,1	– 100,9

Погодные условия в период активной вегетации (май-июль) различались как температурным режимом, так и количеством осадков и их распределением (табл. 1).

Недостаток тепла и влаги 2010 г. в период активной вегетации сдерживали рост и развитие растений. Цветение озимой ржи началось 3 июля, что значительно позднее средних многолетних дат.

Высокая температура и недостаточное количество осадков в мае-июне 2011 г. способствовали быстрому прохождению фенофаз озимой рожью. Цветение ржи началось в очень ранние сроки – на 1,5-2 недели (с 6 июня) от средних многолетних дат. Пришедшие на смену засухе осадки, особенно в 2010 г., когда в июле и августе выпало 239 и 142% осадков, и похолодание второй половины вегетации отодвинули сроки созревания озимой ржи на сентябрь.

Таким образом, и эдафический почвенный стресс, и агроклиматические условия в нашей зоне являются лимитирующим фактором в получении высоких урожаев озимой ржи, что позволяет наиболее полно оценить исходный материал и выделить адаптивные сорта для дальнейшего использования в селекционной работе.

В 2010-2011 гг. в изучении находилось 40 сортов озимой ржи из коллекции ВИР по основным селектируемым признакам: зимостойкости, устойчивости к болезням, урожайности. В качестве стандарта был взят районированный сорт Петровна, который высевали через 10 номеров. Посев ручной, площадь делянки 1 м^2, расстояние между растениями 4 см, между рядами 15 см. Опыты закладывали на изолированном участке по пару после озимой ржи.

Фенологические наблюдения и учеты проводили согласно методическим указаниям по изучению мировой коллекции ржи (Л., 1981). Зимостойкость оценивали по пятибалльной шкале. В лабораторных условиях растения анализировали по элементам структуры урожая.

Результаты исследований

Основным фактором, лимитирующим урожайность озимой ржи в северной таёжной зоне, является зимостойкость, которая обусловлена степенью развития снежной плесени при очень продолжительном залегании снегового покрова, а также действие низких температур при его недостатке. Наблюдения показали, что зимостойкость у коллекционных образцов колебалась от 1 до 5 баллов. По зимостойкости не уступили стандарту сорта Имериг, Мининская, Восход 1, Малыш 72-2, Метелица (4,5-5 баллов). Очень низкую зимостойкость (1-2 балла) показали сорта: Ильмень, Ленинградский карлик, Волжанка 2, И 125/79, Валдай, Lukas.

Не поразились снежной плесенью Иммунная 6, Малыш 72-2, Эсцепан 415, Восход 1, И-125/79, СКП (суперкороткостебельная популяция), Нарымчанка и Петровна. А такие сорта, как Фаленская 4, Новозыбковская 2, Снежана, Гетера 3, оказались толерантными к этому заболеванию и сформировали достаточно хороший урожай. Следовательно, эти сорта могут служить источниками указанных признаков при селекции.

Для создания сортов, устойчивых к полеганию, необходимо иметь короткостебельные формы. Анализ коллекционных образцов по длине стебля показал, что изучаемый материал был представлен в основном короткостебельными образцами высотой 85-135 см. Самыми низкорослыми оказались сорта И-125/79, СКП, Гибридная 8, Ленинградский карлик, Ор. гибрид (85-115 см). Более высокорослыми (120-135см) были Саним, Волжанка, Петровна, Нарымчанка, Kuckuks и другие. А такие сорта, как Madar, Заречанская 2, Заречанская 3, Куспан 145/24, Ильмень, достигали в высоту 140-170 см.

Длина колоса относится к слабо варьирующим признакам. В зависимости от года она менялась незначительно. Так, наиболее длинный колос за годы изучения имели сорта Мининская, Гетера 3, Малыш 72-2, Метелица (13 см), Отелло 2, Россул (14 см), Новозыбковская 2 (15 см). Число колосков в колосе изменялось по годам от 28 до 50, число цветков от 56 до 100, что говорит о большой потенциальной продуктивности изучаемых образцов. По числу цветков в колосе в среднем за два года выделяются сорта Новозыбковская 2 (84), Россул (78), Mutante 530 (76), Мининская (74), а также Восход 1, Нарымчанка, Снежана (72). Больше всего зерен завязалось у сортов Петровна, Мининская (57), Новозыбковская 2, Madar (54), Нарымчанка (52) (табл.2).

Масса зерна с колоса является интегральным показателем продуктивности колоса и зависит от наследственных особенностей сорта и факторов внешней среды. В 2010 г. масса зерна с колоса варьировала от 1,4 до 3,1 г. Самый полновесный колос сформировали Восход 1 (3,10 г) Mutante 530 (2,81), Снежана (2,68), Россул (2,57), Петровна (2,51), Ор. гибрид, Гетера 3 (2,39), Фаленская 4 (2,30). В 2011 г. этот показатель варьировал в пределах 1,0-2,0 г. Более продуктивными оказались сорта Мининская (1,5), Сарумрос 5 (1,8), Новозыбковская 2 (2,0 г).

На массу 1000 зёрен также повлияли условия внешней среды. Так, в 2010 г. она была выше, чем в 2011. Однако некоторые сорта смогли сформировать достаточно полновесное зерно при любых условиях. По этому признаку выделились сорта Сарумрос 5 (49,0...40,0 г),

Новозыбковская 2 (37,8...41,7 г), Петровна (38,6...39,2 г), Волхова 2 (41,9…35,1 г), Гибридная 8 (40,4…36,8 г), Россул (40,1…35,1 г), Нарымчанка (35,0…37,5 г), Иммунная 6 (36,6…38,5 г).

Таблица 2

Характеристика лучших сортов озимой ржи по элементам продуктивности (коллекция 2010…2011гг.)

Сорт	Масса зерна с 1 м^2, г	Структура колоса			Масса 1000 зерен, г
		число цветков в колосе, шт.	Число зерен в колосе, шт.	масса зерна с колоса, г	
Петровна, st	200,5	60	57	1,80	38,90
Восход 1	193,8	72	53	2,05	36,30
Новозыбковская 2	173,1	84	54	2,13	39,75
Имериг	164,9	64	48	1,52	32,80
Волхова 2	161,0	66	46	1,76	38,50
Нарымчанка	159.2	72	52	1,62	36,25
Madar	151,3	68	54	1,79	33,25
Снежана	151,0	72	48	1,79	35,30
Мининская	145,8	74	57	1,65	30,80
Россул	145,1	78	51	1,93	37,60
$НСР_{05}$	68,8	26,3	31,4	1,47	11,90

Урожайность является главным показателем селекционной ценности сорта. Размах варьирования по этому признаку был значительным и составил в 2010 г. от 92,4 (Заречанская 3) до 258,8 г/м^2 (Восход 1). Наибольшую массу зерна с 1 м^2 также имели Петровна, Фаленская 4, Новозыбковская 2, Имериг, Валдай (246,6…216,4…12,0 …187,9…187,4 г/м^2 соответственно). Остальные сорта оказались менее продуктивными. В 2011 г. варьирование признака наблюдалось от 89,9 (Ленинградский карлик) до 188,0 г/м^2 (Сарумрос 5). Более урожайными были Нарымчанка, Иммунная 6, Крупнозерная 2, Петровна (169,1…165,6…161,3…154,4 г/м^2).

Превосходство некоторых сортов коллекции над стандартом за 2 года исследований в экстремальных условиях севера Томской области говорит о высокой их адаптивности, толерантности, что повышает их ценность для использования в селекции не только как источников устойчивости к болезням, но и стабильной продуктивности.

Выводы

1. В результате изучения коллекции ВИР в условиях северной таёжной зоны Томской области выделены сорта:

- по зимостойкости кроме стандарта – Имериг, Мининская, Метелица, Восход 1, Малыш 72-2, Нарымчанка.
- по устойчивости к снежной плесени – Иммунная 6, Малыш 72-2, Эсцепан 415, Восход 1, И-125/79, СКП, Нарымчанка, Петровна.
- по элементам продуктивности – Сарумрос 5, Восход 1, Ор. гибрид, Снежана, Иммунер 76, Волхова 2, Гибридная 8, Новозыбковская 2.

2. По комплексу хозяйственно-ценных признаков (продуктивности, зимостойкости, устойчивости к полеганию и болезням) можно использовать в селекционной работе такие сорта, как Сарумрос 5, Восход 1, Ор. гибрид, Снежана, Иммунер 76, Волхова 2, Гибридная 8, Иммунная 6, Эсцепан 415, Малыш 72-2, Новозыбковская 2.

Библиографический список

1. *Тиунов А.Н.* Рожь / А. Н. Тиунов и др. – М.: Колос, 1972. – 352 с.
2. *Бражников П.Н.* Селекция озимой ржи на высокую продуктивность и устойчивость к стрессам в условиях северной таёжной зоны Томского Приобья: автореф. канд. дис. – Новосибирск, 2005. – 28 с.
3. *Гончаров П.Л.* Методические основы селекции растений / П.Л. Гончаров, Н.П. Гончаров. – Новосибирск, 1993. – С. 121-136.
4. *Бугрий З.В.* Результаты многолетнего изучения действия извести на урожай яровой пшеницы и зеленой массы клевера в таёжной зоне Западной Сибири / З.В. Бугрий, О.Д. Вервайн // Селекция и семеноводство на севере Западной Сибири: сб. науч. тр. – Новосибирск, 1985. – С. 82-88.

УДК 633.16.631.527

Б.Л. Ганичев, О.А. Исачкова
ГНУ Кемеровский НИИСХ Россельхозакадемии

О простом и сложном в селекции голозерного ячменя

Возделывание человеком голозерного ячменя теряется в глубине тысячелетий. Широкий ареал возделывания в разнообразных почвенно-климатических условиях, агробиоценозах вызвал к жизни ог-

ромное число форм, обладающих уникальным размахом проявления признаков и свойств. Постепенно культура голозерного ячменя была вытеснена на периферию мирового сельского хозяйства. Сегодня наблюдается возрождение этой культуры, имеющей высокое содержание белка, масла, сахара, крахмала; содержащей клейковину, в-D-глюканы и многое другое.

Вместе с тем открытость цветковых чешуй, незащищенность зародыша, высокое содержание питательных веществ требуют от селекционера тщательного, кропотливого труда в деле создания сорта. Включенные в Госреестр сорта голозерного ячменя (Омский голозерный 1, Омский голозерный 2, Оскар) являются промежуточными формами между пленчатыми и чисто голозерными – полуголозерными. Отсюда и промежуточные показатели по содержанию питательных веществ в зерне (белок 15-16%) и неполная вымолачиваемость.

Решающие признаки, которые дадут возможность создать настоящий сорт голозерного ячменя, можно условно разделить на простые и сложные.

Простые признаки:

• *Синхронное продуктивное кущение*, являющееся фундаментом будущего урожая. Оно обеспечивает достаточный стеблестой, уменьшает вредоносность вредителей.

• *Устойчивость к полеганию* создает предпосылки для формирования полноценного зерна, снижает риск прорастания.

• *Высота растений*. Оптимальная высота растений (70-90 см), с одной стороны, снижает вероятность полегания, с другой – возможность прорастания, поражения болезнями.

• *Выход колоса из влагалища листа* предупреждает нарушение фотосинтеза, заражение болезнями, скопление вредителей.

• *Нарушения в колосе* (череззерница, рассыпающийся колосовой стержень, ветвистость и др.) вызывающие потерю части урожая.

Эти признаки можно достаточно легко собрать в одном геноме в результате гибридизации и отбора.

К сложным можно отнести признаки зерновки:

• *Цветковая чешуя*. Для зерновки голозерного ячменя важно, в каком состоянии находятся цветковые чешуи: закрытом или открытом. При открытых цветковых чешуях возможно перекрестное опыление, более легкое заражение болезнями, нарушение однородности окраски зерна, прорастание. Закрытость чешуй может быть достигнута за счет соответствия их размеров размерам зерновки в процессе ее формиро-

вания за счет жесткости каркаса. Отбор, мутагенез, гибридизация с *tritordium* позволят это сделать.

• *Форма зерна*. Зерно голозерного ячменя может быть ромбовидным, эллипсоидным, семечковидным и другим. Предпочтительно эллипсоидное зерно, со смещенным на эндосперм зародышем и мелкой бороздкой, без морщин и вмятин.

• *Зародыш зерновки*. Смещенность зародыша на эндосперм снизит вероятность его травмирования и обрушения.

• *Бороздка зерновки*. В бороздке обычно скапливается инфекция, наблюдается потемнение зерновки. Мелкая бороздка или даже ее след уменьшат эти проявления.

• *Окраска зерна* определяет, в определенной мере, устойчивость к болезням, прорастание, потребительские свойства. Зерновка с зеленой, зелено-бурой, фиолетовой (синей) окраской неустойчивы к прорастанию, восприимчивы к заболеваниям. Черные, чернильные зерна не воспринимаются потребителем. Лучшим будет зерно с кремовой, желтой окраской. Красноватая окраска присуща недозревшему зерну. Значима и однородность окраски зерна в колосе, так как часто наблюдается различная окраска зерен при возможном перекрестном опылении.

• *Биохимические показатели* зерна определяют его ценность. В настоящее время изучаются недостаточно. Мы не определяем фракционный и аминокислотный состав белков, в то время как высокое содержание гордеинов определяет качество клейковины. Сбалансированность аминокислот – питательную ценность зерна. В литературе есть данные, что зерновка с морщинистым эндоспермом содержит больше лизина [1]. Для зерновки голозерного ячменя этот признак скорее отрицателен. Мало знаем состав масла, хотя более высокое содержание липидов, а значит и витаминов A, E, F, улучшит защиту зерна от болезней. Высокое содержание слизеобразующего полисахарида в-D-глюкана создает предпосылки для использования ячменя в фармацевтике, обеспечивает защиту зерновки от болезней. Вследствие приоткрытости цветковых чешуй, отсутствия пленки, внешние проявления болезни на зародыше, эндосперме привлекают к себе внимание. Легче поражение, легче отбор.

• *Устойчивость к болезням.* Более низкая устойчивость голозерного ячменя к ряду болезней (головневым грибам, корневым гнилям, бактериальным заболеваниям, ВЖКЯ) дополняется поражением спорыньей и новыми, трудно определяемыми болезнями.

Зерновка – это результат жизни растения и источник будущей жизни. Поэтому сложить все кирпичики здоровья в единое целое, в

гармонию живого организма – главная задача селекционера. Но необходимо помнить, что сорт с абсолютным здоровьем, будет менее продуктивным. Однако это компенсируется отсутствием микотоксинов в зерновке голозерного ячменя.

Библиографический список

1. *Культурная флора СССР*: т. II, ч. 2. Ячмень / М.В. Лукьянова, А.Я. Трофимовская, Г.Н. Гудкова и др. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 421 с.

УДК 631.52:001.891: [633.11+633.2] (571.1/.5)

П.Л. Гончаров
ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии

Совершенствование селекционного процесса на основе комплексных исследований

Растениеводство в Сибири ведется в сложных природно-климатических условиях. Оно проходит почти через все природно-климатические зоны (от степи до северных таежных территорий (Орлова, 1962; Щербакова, 1961), посевы проводятся преимущественно на бедных, быстро выпахивающихся почвах (Докучаев, 1950; Ковалев, Гаджиев, Панин и др., 1978).

Однако, благодаря освоению широкого спектра культур, вводимых в посевы (более 60 видов полевых культур, более 20 видов овощных культур и более 20 видов плодово-ягодных растений) и созданию около 1500 адаптированных сортов растениеводство Сибири становится более стабильным (Каталог сортов …, 2009. См. также Каталоги …, 1997, 1999, 2003). В 2011-2012 гг. внесено в Госреестр селекционных достижений РФ 44 новых сорта сельскохозяйственных культур. В государственном сортоиспытании находится более 100 новых сортов сельскохозяйственных растений.

Отмечено, что слагаемые урожайности примерно на 45-50% определяются возделыванием адаптированных сортов и посевом семенами высоких репродукций, высоких посевных кондиций на фоне зональных технологий и технических средств. Их вклад тоже составляет

около 45-50%. Хотя некоторые исследователи сорту придают большее значение, другие, наоборот, меньшее.

Эффективность любого исследования прежде всего зависит от уровня квалификации исследователей. Учитывая, что в Сибирском НИИСХ (Омск) Сибирского отделения ВАСХНИЛ (с 1992 г. Россельхозакадемии) в 1975 г. было проведено первое занятие селекционно-генетической школы (куратор Р.А. Цильке). С 1978 г. школа функционирует и поныне. Сегодня мы проводим ее 11-е занятие под эгидой СибНИИРС, НГАУ и ИЦиГ СО РАН. Периодичность – 1 раз в 3-4 года.

В 1969-1970 гг. в Сибири было образовано 3 селекционных центра: в СибНИИСХ (г. Омск), в АлтайНИИСХ (г. Барнаул), в Красноярском НИИСХ (с. Солянка Красноярского края). Ныне селекцентр Красноярского НИИСХ базируется в г. Красноярске. В 1977 г. образовано еще 2 селекцентра: в СибНИИРС и СибНИИ кормов (г. Новосибирск). В 1978 г. обоснован селекцентр в НИИ садоводства Сибири (г. Барнаул). В 2011 г. – в НИИСХ Северного Зауралья (г. Тюмень) образован 7-й селекционный центр Сибири по растениеводству.

С 1971 г. в Сибирском отделении ВАСХНИЛ начал работу проблемный совет по растениеводству, селекции и семеноводству, а в 1985 г. – объединенный научный совет по этим же специальностям. Проблемный и объединенный научные советы ежегодно проводят выездные заседания. В последние годы они носят статус конференций. Председателем этих советов с момента организации и до настоящего времени является академик П.Л. Гончаров. Руководители селекционных центров:

СибНИИСХ – Б.И. Герасенков, К.Г. Азиев, ныне Р.И. Рутц;

Алтайский НИИСХ – В.И. Кандауров, В.И. Янченко, ныне Н.И. Коробейников;

Красноярский НИИСХ – Н.А. Сурин;

СибНИИРС – П.Л. Гончаров, ныне И.Е. Лихенко;

СибНИИ кормов – А.В. Железнов, ныне Р.И. Полюдина;

НИИСС – И.П. Калинина, ныне И.А. Пучкин;

НИИСХ Северного Зауралья – В.В. Новохатин.

Несмотря на то, что в растениеводстве более окупаемы капитальные вложения в селекцию, исследователи по селекции работают в сложных условиях: недостаток финансирования и слабая материально-техническая база. Хотя государственные вложения в развитие аграрной науки в России номинально прирастают, но с учетом удорожания энергетических и других ресурсов доля бюджетного финансирования ослабевает. Селекцентры постоянно наращивают объемы хозрасчетного финансирования.

Схема 1

Принципиальная схема комплексности при фундаментальных и прикладных исследованиях

В ходе многолетних исследований мы пришли к выводу, что выходом из столь сложной ситуации является ведение проектов на основе кооперирования и комплексности как внутри НИИ и в рамках Сибирского отделения Россельхозакадемии, так и с выходом на вузы, МСХ РФ, Сибирское отделение РАН и др.

Приведем принципиальную схему комплексности при фундаментальных и прикладных исследованиях (схема 1). Разработана в 1978 г. (Н.П. Гончаров, П.Л. Гончаров, 2009).

Была также разработана комплексная селекционная программа «Сибирская пшеница», 1989 г.).

Селекция, как наука, имеет свой предмет (растение и сорт) и свои методы (создание селекционного материала и отбор). Она тесно связана с генетикой, иммунологией, физиологией и другими отраслями знаний.

Итак, селекция, как наука, обогащает селекционный процесс фундаментальными знаниями по методическим основам создания селекционного материала, по усовершенствованию селекционного процесса. Генетика, иммунология, физиология обогащают селекцию фундаментальными знаниями по наследственности и изменчивости, по созданию константных линий, устойчивых к абиотическим и биотическим стрессам.

На основе содружества этих наук разрабатываются селекционные технологии, которые при накоплении новых знаний совершенствуются. Приведем схему селекционных технологий.

Селекционные технологии складываются:

– из оценки агроклиматических ресурсов;

– большого разнообразия почв и характеристики их плодородия по зонам региона;

– определения требований к сорту (по урожайности, качеству товарной и семенной продукции);

– устойчивости к абиотическим и биотическим стрессам, средообразующей функции;

– формулирования моделей сорта с определением генетических параметров;

– изучения исходного материала, его способности передавать положительные свойства и признаки потомству;

– создания селекционного материала с повышенной способностью к формообразованию на основе рекомбинационных методов, мутагенеза, изменения плоидности, генной инженерии;

Схема 2

Использование климатического фактора в селекции и формообразовании растений

– ускоренного размножения;

– отбора по моделям, заданным параметрам с жесткой браковкой с применением специфических фонов (провокационный, инфекционный, селективный, оптимальный);

– объективной оценки на всех этапах селекционного процесса (от СП до конкурсного);

– разработки технологии возделывания нового сорта.

Приведем схему использования климатического фактора в селекции и повышением формообразования растений (схема 2). Разработана в 1978 г. (Об использовании естественных климатических особенностей …, 1963).

В программе использования естественных особенностей в качестве средств селекции участвовали селекционеры по однолетним бобовым культурам. В том числе Всесоюзный НИИ кормов (г. Москва), ВИР (г. Ленинград), Краснодарский НИИСХ (Краснодар) и др. От Сибири – Тулунская ГСС, СибНИИСХ, Красноярский НИИСХ).

Каждое учреждение вело гибридизацию по эталонным для всех сортам. Затем участники обменивались гибридами и изучали их в разных экологических нишах от Молдавии и Прибалтики до Красноярска и Тулуна. В ходе исследований усовершенствованы методы селекции на скороспелость, проработаны методы подбора рекомбинантов по количеству тепла по фазам вегетации и создана серия сортов. Созданы раннеспелые, дружно и равномерно созревающие сорта вики посевной на Тулунской ГСС, СибНИИРС, СибНИИСХ. Среди них сорта Надежда (Тулунская ГСС), Новосибирская (СибНИИРС, Тулунская ГСС), Омская 8, Омичка 2 (СибНИИСХ), Приобская 25 (СибНИИРС, Кемеровский НИИСХ). Исполнители: П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, Н.И. Васякин и др.

С 1984 г. СибНИИРС сформулировал программу по конкурсу ГКНТ СССР (ныне Миннауки) по созданию селекционного материала и сортов с заданными параметрами генетической урожайности и качества, получив под нее финансирование, которое включено в базу СибНИИРС (схема 3).

По названному конкурсному проекту проводятся исследования методического характера, а на основе получения новых биотипов ведется их селекционная проработка. Полученные формы изучаются на стационаре лабораторных методических основ и передаются в другие НИИ региона. В результате опубликованы несколько методи-

ческих руководств (П.Л. Гончаров, Н.П. Гончаров, 1993; Н.П. Гончаров, П.Л. Гончаров, 2009; П.Л. Гончаров, 2003 г.; Н.П. Гончаров, 2002; А.В. Гончарова, 2001 и др.). Сорт пшеницы яровой Чагытай (СибНИИРС, Тувинский НИИСХ). Раннеспелый, засухоустойчивый включен в Госреестр РФ по Восточной Сибири (XI регион). Рекомендовано для Тывы, Минусинской котловины, Забайкалья. Соавторы: П.Л. Гончаров, Б.Ф. Немцев (СибНИИРС), М.М. Донгак (Тувинский НИИСХ).

Объединяя усилия селекционеров, генетиков, иммунологов, физиологов и специалистов других профилей, создаются совместные сорта. Примером создания сортов по программе «Сибирская пшеница» могут служить сорта: Обская 14 (отделы методических основ, растительных ресурсов, селекции, лаборатории иммунитета, физиологии); Баганская 93 (отделы методических основ, селекции, Северо-Кулундинская СХОС); Новосибирская 29 (отделы методических основ, селекции); Сибирская 12 (лаборатория генетики, отдел методических основ); Удача (отделы растительных ресурсов, методических основ селекции, лаборатория иммунитета). Всего по программе «Сибирская пшеница» 10 сортов. Основные исполнители: А.Ф. Зарянова, П.Л. Гончаров, А.Н. Лубнин, Н.В. Вавенков, В.В. Советов, П.И. Степочкин, Р.А. Цильке, Ю.А. Христов, В.П. Максименко, В.И. Жуков, И.С. Салмина, В.И. Сироткин, Е.А. Орлова и др.

По комплексной программе «Люцерна» создано и внесено в Госреестр 6 сортов: Тулунская гибридная (СибНИИРС, Тулунская ГСС) Сибирская 8 (СибНИИРС, СибНИИСХ), Кокорай (СибНИИРС, Казахский НИИ земледелия и растениеводства), Деметра (СибНИИРС). Основные исполнители: П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова, Б.А. Абубекеров, Е.Р. Шукис, Г.Т. Мейерман и др.

Конкурсная программа Миннауки «Генотипы растений для Сибири, Урала и Крайнего Севера». По ней усовершенствовались методические приемы, и велась практическая селекция в СибНИИРС (Новосибирск) и в СибНИИСХ (Омск). По этой программе включены в Госреестр 3 сорта озимой пшеницы СибНИИРС – Новосибирская 32, Новосибирская 40, Новосибирская 51 и сорт СибНИИСХ – Омская 6. Основные соисполнители по СибНИИРС – В.И. Пономаренко, П.Л. Гончаров, по ИЦиГ – В.М. Чекусов, по СибНИИСХ – Р.И. Рутц и др.

В Сибири кроме институтов Сибирского отделения Россельхозакадемии работали программы ДИАС (В.А. Драгавцев, Р.А. Цильке, Б.Г. Рейтер и др., 1984, программа «Север» – В.С. Ильин, Гаценбиллер, 1995.

Схема 3

Схема создания сортов с заданными параметрами генетической урожайности и качества

Программа ДИАС носит теоретический характер, программа «Север» – методический и прикладной. По программе «Север» создано и внесено в Госреестр РФ более 30 гибридов кукурузы.

Таким образом, кооперирование и комплексность позволяют преодолеть недостатки сил и средств, которые проявились в последние два десятилетия. Нам помогает сплоченность, сложение сил и разделение труда.

Проблемы высокой, а тем более стабильной урожайности решают сорт и технология с учетом местных природно-климатических условий. Получение в благоприятные годы высокой урожайности доступно хозяйствам, где специалисты владеют знаниями особенностей сортов и основных элементов технологии возделываемого вида. Гораздо сложнее не допустить резкого снижения урожайности в годы неблагоприятные (засушливые).

Правильный подбор сорта и соблюдение технологии возделывания от выбора поля, обработки почвы, ухода за посевами, особенно по борьбе с сорняками, болезнями и вредителями до уборки, подработки и хранения обеспечивает получение урожайности на довольно высоком уровне.

Часто задают вопрос: В чем же секрет технологий? Он очень прост. Все нужно делать правильно, хорошо и своевременно. Это относится и к селекции, и к семеноводству, и к зональным технологиям, и техническим средствам, и системам ведения.

Поскольку сорт и технология в значительной степени определяют развитие сельского хозяйства, то закончу доклад словами из энциклопедии за 1896 год: «Развитие сельского хозяйства есть залог процветания страны: где сельское хозяйство находится на пути прогресса, там и сама страна заключает в себе здоровые условия для дальнейших успехов на пути цивилизации и величия» (Энциклопедия … Т. IV . Сельское хозяйство, 1896).

Библиографический список

1. *Орлова В.В.* Западная Сибирь. – Л.: Гидрометеоиздат, 1962 (Климат СССР: Вып. 4). – 360 с.
2. *Щербакова Е.Я.* Восточная Сибирь. – Л.: (Климат СССР: Вып. 5). – 300 с.
3. *Докучаев В.В.* Соч. т. 11. Статьи и доклады по изучению черноземов. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 607 с.

4. *Ковалев В.В., Гаджиев И.М., П.С. Панин и др.* Земельные ресурсы Сибири и Дальнего Востока, их рациональное использование и охрана // О почвах Сибири. – Новосибирск, 1978. – С. 5-14.

5. *Каталог* районированных (включенных в Госреестр сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными Сибири в 1929-1995 гг./ РАСХН. Сиб. отд-ние, пробл. совет по растениеводству, селекции и семеноводству. – Новосибирск, 1997. – 164 с.

6. *Каталог* сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными Сибири и районированных (включенных в Госреестр РФ) в 1929-1998 гг. 2-е изд., доп. / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1999. – 208 с.

7. *Каталог* сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными Сибири и включенных в Госреестр РФ (районированных) в 1929-2008 гг. / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2003. – Вып. 3. – 272 с.

8. *Каталог* сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными Сибири и включенных в Госреестр РФ (районированных) в 1929-2008 гг. Вып. 4: 2 т. / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние. – [Сост.: П.Л. Гончаров, Ю.А. Христов, Т.Н. Чичкань, Т.Н. Гордеева, Л.Н. Шаламанова, Т.А. Галактионова, общ. ред. П.Л. Гончаров]. – Новосибирск, 2009. – Т. 1. – 208 с.

9. *Гончаров Н.П., Гончаров П.Л.* Методические основы селекции растений/ Изд. 2-е, перераб. и доп. – Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2009. – 427 с.

10. *Комплексная* селекционная программа «Сибирская пшеница»/ ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1989. – 44 с.

11. *Об использовании* естественных климатических особенностей в качестве средств селекции// Новое в методике селекции кормов, бобов, гороха и вики. – М.: Изд-во с.-х. лит., журн. и плакатов, 1963. – С. 5-16.

12. *Гончаров П.Л., Гончаров Н.П.* Методические основы селекции растений. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1993. – 312 с.

13. *Гончаров П.Л.* Методика селекции кормовых трав в Сибири/ РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИРС, НГАУ. – Новосибирск, 2003. – 396 с.

14. *Гончаров Н.П.* Сравнительная генетика пшениц и их сородичей. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 252 с.

15. *Гончарова А.В.* Селекция кормовых трав в Сибири/ РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИРС. – Новосибирск, 2001. – 60 с.

16. *Драгавцев В.А., Цильке Р.А., Рейтер Б.Г. и др.* Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. – 231 с.
17. *Ильин В.С., Гаценбиллер В.И.* Раннеспелая кукуруза на зерно в Западной Сибири. – Барнаул: Кн. изд-во, 1995. – 160 с.
18. *Энциклопедия.* Промышленность и техника. Т. IV. Сельское хозяйство. – С.-Петербург. Типо-литография книгоиздательского Т-ва «Просвящение». – 1896. – С. 3-410.

УДК 631.522/.524:635-152

Е.Г. Гринберг, В.Н. Губко, Т.В. Штайнерт
ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии

Методы селекции овощных культур

Товарное овощеводство Сибири находится в глубоком кризисе. Хотя общие площади под овощными культурами по данным статистики сократились незначительно, но высоко развитое промышленное овощеводство сохранилось в одном-трех хозяйствах в каждой области, вместо 10-15 прежних. 85-90% овощей выращивается в индивидуальном секторе.

Научное обеспечение отрасли также крайне неудовлетворительно. Достаточно сказать, что на огромной территории от Урала до Дальнего Востока одна специализированная овощная опытная станция в Барнауле, одна лаборатория по селекции и семеноводству овощных культур в СибНИИРС и одна негосударственная специализированная по овощеводству фирма «Агрос» в Новосибирске.

На этом фоне западные фирмы относительно легко освоили российский рынок семян. И хотя главное у них коммерческий интерес, в этом был и немалый положительный эффект. Расширился ассортимент овощных культур: вместо 20-25 видов, которые были в районировании, сейчас в Госреестр включено более 110 видов, около 4000 сортов и гибридов, из которых от 30 до 50% – зарубежные. Число сибирских не более 5-10%.

Однако, как бы не был богат сортимент, включающий зарубежные и инорайонные отечественные, – это всегда риск. Любой сбой в работе иностранных фирм: уменьшение поставок семян, подмена, быстрая необоснованная смена поставляемого сортового материала

весьма вредны, особенно в Сибири при нашем разнообразии агроклиматических условий.

Поэтому основная ориентация развития отрасли овощеводства и, прежде всего, индивидуального и фермерского секторов должна быть на сорта и гибриды сибирской селекции, наиболее приспособленные к местным условиям, сохраняющие высокую продуктивность и качество продукции на фоне резко континентального климата, непредсказуемых погодных катаклизмов, особенно при выращивании овощных культур в открытом грунте.

В СибНИИРС за 40-летний период выведено 69 сортов и гибридов по 9 овощным культурам, включенных в Госреестр РФ (табл.1).

Таблица 1

Количество сортов и гибридов овощных культур селекции СибНИИРС

Культура	Включено в Госреестр		Передано в ГСИ в 2011 г.	
	сорт	гибрид	сорт	гибрид
Огурец	3	14	-	2
Томат	19	3	1	-
Перец	3	-	-	-
Баклажан	1	-	-	-
Лук шалот	12	-	1	-
Чеснок	8	-	1	-
Многолетние луки	2	-	-	-
Овощная фасоль	4	-	2	-
Итого	52	17	5	2
Всего	69		7	

Будучи филиалом ВИР в течение пяти лет (1972-1977 гг.), селекционеры располагали значительным количеством коллекционных образцов: ежегодно изучалось от 3 до 5 тысяч по 20 культурам. В эти годы регулярно проходили экспедиции по Сибири, Алтаю, Уралу, которые пополняли коллекции местными и дикорастущими формами.

Разнообразие по биолого-морфологическим и хозяйственным признакам собранного, размноженного и изучаемого генофонда обеспечило селекционеров ценным исходным материалом для создания сортов и гетерозисных гибридов.

Определились методы и направления селекции с учетом как требований рынка сортов, так и особенностей способов и условий выращивания овощных растений, различающихся по типу размножения: вегетативное, семенное-самоопылители и семенное-перекрестники.

Лук шалот

Лук шалот в товарном овощеводстве Сибири вегетативно размножаемая культура. Семенное размножение возможно. Культура универсального использования для получения зрелых луковиц, для выгонки зеленого лука в течение всего года, для технологической переработки, сушки, заморозки. Преимущества по сравнению с луком репчатым: скороспелость, отличная сохранность, длительная лежкость, нежный, сочный, менее острый вкус.

Шалот – культура локального распространения. Попытки интродукции сортов зарубежной селекции (Испания, Голландия, Франция) были неудачны: из оригинального посадочного материала массой 20-30 г формировались многолуковичные гнезда, по 15-20 луковичек от 5 до 8 г каждая. Поэтому нужен местный сибирский сортимент шалота.

Методы создания селекционного материала лука шалота в процессе почти 40-летней работы изменялись от простых к более сложным:

- массовый отбор из популяций аборигенных местных форм;
- клоновый отбор из поликроссных форм, полученных в результате внутривидовой гибридизации;
- клоновый отбор из поликроссных популяций, полученных в результате межвидовой гибридизации.

Использование первых двух методов позволило создать много сортов с разными характеристиками.

Спринт – ультраскороспелый, устойчив к пероноспорозу (уходит от поражения), возможна выгонка в декабре.

Гарант – универсальный сорт – на луковицу, зелень, хранение. Исключительно пластичен, пригоден для подзимней посадки.

Софокл – красивые луковицы, устойчив к трипсам при хранении, отличный неострый вкус.

Сережка – плотные округлые луковицы, выровненные по форме, прямостоячая розетка долго не желтеющих листьев. Пригоден для подзимней посадки.

Альбик - при подзимней посадке не стрелкуется и формирует крупные луковицы.

Уральский 40 – красивые удлиненной формы крупные луковицы (до 60 г), в гнезде 3-4 шт.

Межвидовая гибридизация лука шалота и лука репчатого проведена в 2001 г. с целью выведения крупнолуковичных сортов. Из гибридных комбинаций на третий год выделено 993 клона, из которых в посадках 2011 г. было 177 (17,8 %).

Наиболее продуктивными оказались гибридные популяции, где в качестве материнских форм были сорта лука шалота: масса луковицы увеличивалась, число их в гнезде снижалось, и они по размерам были более выровненные (табл. 2).

Клоны из популяций, где в качестве материнской формы были сорта лука репчатого, представляют меньший интерес из-за снижения сохранности и высокого процента браковки по лежкости. Особенно при вовлечении в гибридизацию сортов иностранной селекции Опорто и Динаро, у которых сохранилось только 6 % и 1 % от числа отобранных соответственно.

Таблица 2

Масса луковицы и число их в гнезде у клонов лука шалота от межвидовой гибридизации (2004-2011 гг.)

Материнская форма		Сохранность клонов, % от отобранных	Масса стандартной луковицы, г		Число в гнезде, шт.	
условное обозначение	название		F_1	♀	F_1	♀
1 – шалот	Гарант	50	43	36	5,5	7,0
2 – шалот	П – 54	16	56	31	4,2	7,0
5 – шалот	Спринт	12	40	27	4,6	6,5
3 – репчатый	Штутгартер ризен	7	46	77	2,8	1,3
4 – репчатый	Одинцовец	9	44	85	4,3	1,2
6 – репчатый	Опорто	6	49	95	3,3	1,0
7 – репчатый	Динаро	1	38	90	3,0	1,0

По результатам 4-летней оценки межвидовых гибридов в КСИ выделен ряд образцов, превосходящих по комплексу ценных признаков в 1,4-1,8 раза сорта, полученные отборами из местных форм и от внутривидовой гибридизации.

Новым направлением в селекции шалота в условиях Сибири является создание сортов для подзимней посадки, которая позволяет на 10-15 дней раньше начать уборку и зеленого лука, и созревших луковиц. При этом урожай повышается за счет рационального использования весенних запасов влаги и более интенсивного формирования листьев в условиях более короткого дня и более низких температур в мае, по сравнению с прохождением этих фаз в июне при весенней посадке.

Таблица 3

Сравнительная оценка эффективности озимой и яровой культуры межвидовых гибридов лука шалота (2011 г.)

Образец	Способ культуры	Дата созревания	Урожайность луковиц, т/га	Масса луковицы, г	Оценка зелени, балл	Стрелкование, %
1/2	Озимая	8.07	18,4	39,5	4,5	6
	Яровая	14.07	17,1	29,6	4,5	0
1/72	Озимая	27.06	18,4	27,6	5,0	0
	Яровая	19.07	17,1	25,3	4,5	0
2/89	Озимая	4.07	16,1	39,5	5,0	9
	Яровая	20.07	15,9	30,0	4,9	0

В табл. 3 показана изменчивость хозяйственных признаков образцов лука шалота в зависимости от способа ведения культуры. Созревание луковиц при подзимней посадке (озимая культура) наступало в период с 27 июня по 12 июля, при весенней (яровая культура) – с 14 по 25 июля или в среднем на 15 дней раньше. Урожайность у межвидовых гибридов была при подзимней посадке выше на 5%, у сортов – на 35%. Лучшие межвидовые гибриды практически не стрелковались при посадке под зиму – 25-27 сентября.

Таким образом, исследования показали, что межвидовая гибридизация в селекции лука шалота – путь достаточно результативный.

Томат

Томат – одна из главных овощных культур, занимающая первое место по потреблению и валовым сборам в странах Европы и Америки. Список сортов и гибридов томата, официально внесенный в российский Госреестр с 2012 г. самый обширный и включает 1653 образца, в том числе 883 гетерозисных гибрида. Ежегодно в течение последних лет он пополняется на 100 – 125 наименований, в основном гибридами.

В этом безбрежном море сортов очень немного действительно выдающихся. Особенно мало сортов для условий Сибири, для выращивания в открытом грунте. Нашими исследованиями установлено, что сорта сибирской селекции приспособлены не только к местным условиям, но они не теряют своих преимуществ в других агроклиматических зонах, чего нельзя сказать о сортах южной селекции, особенно зарубежных гетерозисных гибридах.

На базе исходного материала, выделенного из сибирского генофонда, в СибНИИРС созданы 20 сортов и гибридов F_1 томата различных по скороспелости, типу растения, форме, массе и окраске плодов, содержанию в них сухого вещества. Все они адаптированы к местным условиям выращивания.

I. Основным направлением селекции томата является создание сортов для открытого грунта, сочетающих потенциал высокой продуктивности с устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам.

В качестве селекционного материала при создании сортов использовали:

1. Длительное время в течение 5-7 лет интродуцированные сорта из коллекции ВИР – 670 образцов из 47 стран мира и местные формы. Этот генофонд послужил основой для отбора и создания пяти сортов: Вельможа, Олеся, Исток, Канары, Андреевский сюрприз.

2. Синтетическая селекция в настоящее время является основным в селекции томата на все признаки. Путем межсортовых скрещиваний создано очень много сортов, в том числе первые: Грунтовый Грибовский 1180, Талалихин 186, Ранний 83 и т.д. Путем сложной межсортовой гибридизации получен сорт Сибирский скороспелый. Это сорта – долгожители.

Длительная эволюция самоопыляющихся культур выработала у них способность к неограниченно длительному поддержанию однородности и стабильности генотипа и фенотипа в потомстве, а также полное отсутствие депрессии от инцухта, а с другой стороны, способности к изменчивости, приводящей к проявлению более высокой жизненности и продуктивности возникающих самоопыляющихся растений. Этим можно объяснить вековое существование линейных сортов без их ухудшения, а с другой стороны, и большой прогресс в повышении продуктивности растений в процессе селекции у сельскохозяйственных культур. При этом в растениях-самоопылителях фактически происходит стабилизация или закрепление в гомозиготном состоянии генетических факторов, которые и приводят к повышенной жизненности, мощности развития и урожайности растений. Этот рост урожайности и жизненности чем-то подобен проявлению гетерозиса, возникающего у гибридов F_1. У новых создаваемых лучших сортов проявляется вспышка жизненности, урожайности (Авдеев Ю.И. и др., 2011).

При создании сортов самым ответственным моментом является правильный подбор родительских пар для скрещивания. Прежде всего скрещиваемые формы должны иметь максимум хозяйственно-цен-

ных признаков. Во-вторых, отмечено, что наиболее пластичные гибридные сеянцы получаются в случае, если родительские формы были взяты из экологически отдаленных районов.

При планировании заданного признака необходимо учитывать их наследование. У томатов в гибридах доминируют индетерминантный куст, крупный лист, простая кисть, зелена окраска плодов с пятном у плодоножки, красная окраска созревших плодов. Размер плодов наследуется промежуточно, но гибриды приближаются к мелкоплодному родителю. Поэтому для выявления и закрепления рецессивных признаков, которые имеют большое хозяйственное значение, необходимо исследовать большой объем селекционного материала, вложить много труда и интеллекта, чтобы отобрать лучшее.

В СибНИИРС при создании селекционного материала используется метод межсортовой половой гибридизации, простой и сложной. Проведены скрещивания по 513 гибридным комбинациям. В селекционный процесс вовлечены 200 образцов коллекции ВИР. Получены и внесены в Госреестр 10 сортов томата:

- Снежана [(Бурковский ранний х К – 600) х Новичок]
- Канопус (Бурковский ранний х К – 600)
- Боец (Новинка Алтая х Солнечный)
- Метелица [(Бурковский ранний х К – 600) х Искорка]
- Элегант (Бурковский ранний х К – 600)
- Анита (Искорка х Yutta)
- Акварель (V-6710 х К – 928)
- Кубышка (Kt 278L х Солнечный)
- Флажок (Majorca х Abunda)

3. Создание селекционного материала путем использования мутагенных факторов при селекции сортов томата также оказалось результативным. В СибНИИРС этим методом получены сорта Буян желтый (исходный образец Боец) и Пончик (исходный образец Чароит). Изменение окраски плода произошло в результате действия природных мутагенных факторов (высокая солнечная инсоляция). Это так называемый спонтанный мутагенез. Морфологические и хозяйственно-ценные признаки близки к исходным генотипам (тип куста, форма и размер плода, скороспелость, урожайность), изменился только один показатель – окраска плода в биологической спелости. Остальные части генома не затронуты.

II. Вторым направлением является селекция гетерозисных гибридов. Целью гетерозисной селекции является поиск и нахождение

таких родительских пар, от скрещивания которых гибриды F_1 по комплексу хозяйственно-ценных признаков превосходят не только родительские формы, чего добиться несложно, но и стандарты – лучшие гибриды и сорта. Последнее не всегда удается.

В СибНИИРС методом гетерозиса получены 3 гибрида: Генератор F_1, Родничок F_1 и Гречанка F_1.

Западные фирмы в своем стремлении захватить любой рынок семян, в том числе и российский, идут по пути создания только гетерозисных гибридов F_1, сохраняя монополию на их получение и высокую стоимость семян, хотя многие линейные гомозиготные сорта по урожайности, устойчивости к патогенам обеспечивают значительно больший уровень. Преимущество сортов над гибридами по устойчивости к патогенам четко проявляется при эпифитотиях или близких к ним условиях. Вкусовые качества сортов значительно лучше, чем у гибридов.

Селекция наукоемких гомозиготных сортов томата, как и всех других самоопыляющихся культур, является не менее, а даже более перспективной, чем гетерозисных гибридов, а семеноводство в десятки раз дешевле.

Хотя для коммерческого производства томата в крупных тепличных комбинатах более подходят гетерозисные гибриды индетерминантного типа с выровненными плотными плодами, лежкие и транспортабельные (но их можно считать условно вкусными!). Что касается мелкотоварного и любительского выращивания томата, то безусловно преимущество сортов местной селекции.

Огурец

Селекция огурца в СибНИИРС ведется в двух направлениях.

1. Создание пчелоопыляемых сортов для открытого грунта. Многолетнее изучение коллекции ВИР (всего проанализировано около 2000 тысяч образцов из 63 стран) позволило выделить лучший исходный материал, на базе которого началось формирование сибирского генофонда огурца. Селекционная работа ведется с использованием традиционных методов для перекрестноопыляемых культур: гибридизации и отбора.

Задачи, стоящие перед селекционером, определяют все многообразие схем и способов опыления:

– парные скрещивания – основной метод сортовой селекции;

– ступенчатые скрещивания – использованы в целях генетического обогащения потомства;

– самоопыление (инцухт). Этот метод очень широко применяется в селекции перекрестноопыляемых культур. Он позволяет выделить и закрепить в потомстве ценные рецессивные признаки (табл.4).

Таблица 4

Ценные рецессивные признаки у огурца

Символ гена	Название признака
bi	Отсутствие горечи во всех частях растения
b	Белая окраска шипов
de	Ограниченность бокового ветвления
dm	Устойчивость к поражению Sphaeroteca fuliginea
pm	Устойчивость к поражению Pseudoperonospora cubensis
mp	Несколько женских цветков в узле
s	Мелкие бугорки на поверхности плода
te	Тонкая кожица плода
am	Обоеполость

Самоопыленные линии огурца, вплоть до I_7 не проявляют заметных признаков депрессии. Даже сверхдлительный инцухт в течение 15-20 лет не вызывает четко выраженного угнетения роста и развития растения огурца, но позволяет разложить популяцию на биотипы, резко отличающиеся по проявлению морфологических признаков и биологических свойств. Подобным образом создавалась классика отечественной селекции – Вязниковский 37, Муромский 36, Нежинский 12. Значение этого метода возрастает при выведении устойчивых к болезням форм, а также при насыщающих скрещиваниях, используемых для улучшения отдельных признаков ранее созданных сортов.

На ранних этапах селекции используется искусственный способ опыления, при котором легче проводить отбор родительских форм с выраженными положительными признаками, на заключительных – естественный, обеспечивающий высокую избирательность оплодотворения, но требующий при этом пространственной изоляции.

Гибридизация у перекрестноопыляемых культур эффективно сочетается с индивидуальным отбором с оценкой по потомству, который начинать надо уже с первого поколения. Семена от лучших растений высеваем отдельно от каждого плода, половину их оставляем (метод половинок). При таком способе уже с F_2 можно выделить растения с желательными признаками. Изолировав эти семьи на 3-й год, получаем относительно выровненный материал. С F_4 семьи гибрида одно-

временно испытываем на фоне стандартов (контрольный питомник), в F_5 или F_6 сорт поступает в конкурсное сортоиспытание.

Ускорению селекционного процесса способствует проведение отборов на такие признаки, как скороспелость, характер и окраска опушения, форма завязей, тип растения, устойчивость к болезням, на ранних этапах онтогенеза (до начала цветения, в фазу 3-4 настоящих листьев).

Таблица 5

Отличительные признаки исходных форм, принадлежащих к различным экотипам

Образец	Разновидность	Зона распространения	Плод				
			форма	окраска	длина, см	бугорчатость	шипы
Belmonte F_1 Osiris F_1	acetarius	США	Цилиндрическая	Темно-зеленая	12	Крупная	Белые
Polan сорт 178 б/г	europaeus	Восточная Европа	Удл. овальная	Зеленая	12	Крупная	Белые
Meresto F_1	occidentalieuropaeus	Западная Европа	Удл. овальная	Зеленая	10	Мелкая	Белые
Belair	medioantasiaticus	Средняя Азия	Цилиндрическая	Темно-зеленая	16	Крупная	Белые
Дальневосточный 6	extremorientalis	Дальний Восток	Удл. овальная	Светло-зеленая	15	Крупная	Черная

Использование в качестве исходного материала новейших гибридных форм с максимальным выражением хозяйственно-ценных признаков из коллекции ВИР, в которых сконцентрирован весь положительный опыт предыдущих исследований, вышеизложенных методов селекции, привело к созданию за относительно непродолжительный период времени (6-8 лет) уникальной серии пчелоопыляемых сортов для открытого грунта:

– Вектор [(Belmonte F_1 x Meresto F_1) x Belmonte F_1];

– Витан {[(Polan x Алтайский ранний) x Belair] x Belmonte F_1};

– Кудесник [(Osiris F_1 x сорт 178 б/г) x Дальневосточный 6].

Объединение генетического материала из разных эколого-географических зон (табл. 5) позволило получить стабильные генотипы по урожайности и устойчивости к основным болезням.

Сорта селекции СибНИИРС достойно конкурируют с гетерозисными гибридами инорайонной селекции, превосходя их по устойчи-

вости к бактериозу и пероноспорозу, а в отдельные, особенно неблагоприятные для культуры огурца годы, по урожайности и элементам ее структуры (табл. 6).

2. Несмотря на преимущества сортовой селекции: высокий адаптивный потенциал сортов, стабильность, вкусовые и технологические качества, дешевое семеноводство, приоритетным направлением в селекции огурца является создание гетерозисных партенокарпических гибридов для защищенного грунта и временных укрытий. Анализ современного рынка семян подтверждает это. В течение последних пяти-шести лет прослеживается положительная динамика роста процентной доли гетерозисных гибридов от общего числа образцов, включенных в Госреестр. В 2012 г. она составила 92,5 %. 63 новых гибрида пополнили список селекционных достижений, допущенных к использованию, и только 1 пчелоопыляемый сорт.

Таблица 6

Хозяйственно-биологическая характеристика пчелоопыляемых сортов (СибНИИРС, открытый грунт, 2007-2011 гг.)

Сорт	Происхождение	Урожайность, кг/м^2		Товарность, %	Масса плода, г	Степень поражения, %	
		ранняя	общая			бактериоз	пероноспороз
Вектор	СибНИИРС	1,86	3,48	82	75,3	17	58
Витан	СибНИИРС	0,95	2,12	91	90,6	15	6
Кудесник	СибНИИРС	1,01	3,33	75	82,4	12	43
Серпантин	ЗСООС	0,59	2,18	82	73,8	22	72
Кит	ДальНИИСХ	0,17	2,65	74	88,5	40	28
Кустовой	ВНИИССОК	0,49	2,95	79	65,7	65	84

Селекция гетерозисных гибридов имеет свою методическую специфику. Результат ее строится на основе характера наследования большого количества признаков в первом поколении и их комплекса. Ей всегда предшествует линейная селекция родительских сортов. Гетерозис по многим хозяйственно-ценным признакам проявляется независимо, и сочетание в одном гибриде положительных качественных признаков представляет собой сложную и длительную работу.

Селекция материнских форм. Первые гетерозисные гибриды огурца в СибНИИРС были получены с использованием готовых материнских форм из ВИРа, где на основе длительного изучения на мировой

коллекции биологии цветения, половых типов, эволюции и наследования пола у огурца были получены сложные материнские формы от скрещивания частично двудомных сортов с гермафродитными или андромоноцийными линиями:

– Новосибирский F_1 (СМФ 131-2 x Earliest mincu);

– Визит F_1 (ЖЛ 6 x ГП 61б).

Помимо сложных материнских форм в гетерозисной селекции были использованы беккроссированные сложные материнские формы (БСМФ). Они получаются при беккроссировании сложных материнских форм дополнительными гермафродитными или андромоноцийными линиями. БСМФ имеет в своем составе 50 % женских растений и 50 % гермафродитных или андромоноцийных. При опылении женских растений пыльцой гермафродитного или андромоноцийного растения снова вырастает 50 % женских и 50 % гермафродитных или андромоноцийных растений. И так из поколения в поколение. Поэтому семеноводство БСМФ является очень простым. С использованием БСМФ, полученной из ВИРа, создан гетерозисный партенокарпический гибрид Стрелец F_1 : (БСМФ 813 x Din-so-sn).

Отбором из образца RS – 49 F_1 (США) получены выровненные по морфологическим признакам женские линии 49/1 и 49/2, которые были использованы в качестве материнских форм гибридов:

– Дуэт F_1 (ЖЛ 49/1 x Atuey);

– Таник F_1 (ЖЛ 49/2 x ГП 61б).

Женская линия 547, так же полученная из ВИРа, легла в основу гибрида Обской F_1 (ЖЛ 547 x Atuey).

Следующая серия гетерозисных гибридов была создана в СибНИИРС на основе уже собственных родительских форм.

Основным методом при создании материнских линий является гибридизация частично двудомных форм, подобранных по комплексу признаков, и отбор чисто женских растений на фонах с максимальным проявлением мужского пола или с применением гиббереллина и азотнокислого серебра. Это позволяет уже в поколении F_2-F_3 получить потомство с максимальной выраженностью пола без применения трудоемких прочисток растений мужского и промежуточного типов.

В наших исследованиях женские линии были получены из гибридного материала с использованием инцухта и внутрилинейных скрещиваний. В гибридизации участвовали образцы с максимальны-

ми значениями хозяйственно-ценных признаков. В условиях весенне-летней теплицы, когда проявление мужского пола максимально, в фазе бутонизации был проведен отбор по половому типу. Стабилизация женского пола наступала в пятом поколении. В каждой гибридной популяции были получены семьи, содержащие 90-100% чисто женских растений. Это Маринда F_5, Брейк, Mila F_5, Masha F_5, Amigo F_5, Чижик F_5, Natasha F_5, Кураж F_5 (табл.7).

Таким образом, метод индивидуального отбора из гибридных популяций F_1 с использованием инцухта позволяет в среднем за пять лет получать выровненные по хозяйствнно-ценным признакам линии со 100% содержанием чисто женских растений.

Таблица 7

Содержание чисто женских растений в популяции (%) в зависимости от условий выращивания

Популяция	№ линии	поколение	Женские растения, %	
			весенняя теплица	открытый грунт
Marinda	1	F_5	31,95	92,67
Брейк	7	F_5	92,16	100
Mila	11	F_5	91,70	100
Masha	12	F_5	85,19	100
Amigo	20	F_5	86,44	99,10
Natasha	4	F_5	92,35	100
Чижик	16	F_5	96,15	100
Кураж	19	F_5	65,63	99,65

Селекция отцовских форм. Для получения гибридов F_1 в качестве отцовских форм используются сорта различных половых типов: гинодиоцийные, гиномоноцийные, гиноцийные, моноцийные, андромоноцийные, тримоноцийные и т.д. Наиболее распространенным из них является – моноцийный (однодомный), растения которого характеризуются преимущественно мужским типом цветения.

В связи с возросшими требованиями к гибридам необходимостью введения признаков, контролируемых рецессивными генами с отцовскими линиями, в равной мере, как и с материнскими необходимо проводить селекционную улучшающую работу (Гороховский В.Ф., 2002). Мужская линия при гибридизации должна дополнять по своим хозяйственно-ценным признакам материнский сорт и обладать

высокой комбинационной способностью. Подобными свойствами обладает моноцийный сорт Арканзасский мелколистный, являющийся отцовской формой таких гибридов, как:

– Ежик F_1 [ЖЛ 4(Natasha F_5) х Арканзасский мелколистный];
– Димка F_1 [ЖЛ 1(Marinda F_5) х Арканзасский мелколистный];
– Сашенька F_1 [ЖЛ 20(Amigo F_5) х Арканзасский мелколистный];
– Августин F_1 [ЖЛ 12(Masha F_5) х Арканзасский мелколистный];
– Тигренок F_1 [ЖЛ 11 (Mila F_5) х Арканзасский мелколистный].

Использование андромоноцийных линий в качестве усилителей признаков женского пола, букетного типа завязей, ограниченности бокового ветвления позволило получить серию гибридов с заданными признаками в гомозиготном состоянии:

– Нефрит F_1 (ЖЛ 2 х ГП 61 б)
– Гомер F_1 (ЖЛ 11 х ГФ 19)
– Пчелка F_1 (ЖЛ 12 х ГФ 19)
– Тотоша F_1 (ЖЛ 12 х ГФ 16)
– Ручеек F_1 (ЖЛ 11 х ГФ 16)

Таким образом, выбор методов селекции в сочетании с замечательными биологическими свойствами огурца, как частичная двудомность, доминантность половых форм женского типа, наличие материнских форм, состоящих в основном из растений женского типа, образующих небольшое число мужских узлов только в нижней части главного стебля, широкий ассортимент однодомных растений отцовских форм, далеких от материнских по происхождению и генетической природе, полная рецессивность обоеполости у сортов, составляющих группу усилителей женского пола материнских форм позволил достичь определенных успехов – получена целая серия гетерозисных гибридов, удовлетворяющих разнообразным требованиям рынка.

Библиографический список

1. *Авдеев Ю.И., Авдеев А.Ю. и др.* Биологическое преимущество гетерозисной селекции над селекцией сортов – заблуждение и поддерживаемый миф… Новые подходы в селекции // Овощи России. – 2010. – №3. – С. 48-54.
2. *Гороховский В.Ф.* Особенности семеноводства родительских форм гетерозисных гибридов огурца // Селекция и семеноводство. – 2002. – №2. – С. 41-43.

УДК 575.162; 575.167; 631.527

В.А. Драгавцев
Агрофизический институт РАСХН. E-mail: dravial@mail.ru

Какие технологии генетического улучшения экономически важных свойств растений – трансгеноз или управление взаимодействием «генотип-среда» - будут доминировать в будущем?

В период 1984-2012 гг. группой исследователей была создана теория эколого-генетической организации количественных признаков (ТЭГОКП) [1, 2] и развиты теоретически и экспериментально 24 следствия из нее [3, 4, 5, 6]. Главное положение теории: при смене лимитирующего рост растений фактора внешней среды меняется спектр и число генов, детерминирующих один и тот же количественный признак (КП). Показано, что признаки «интенсивность транспирации» и «интенсивность фотосинтеза» в течение суток детерминируются поочередно двумя и тремя разными спектрами генов соответственно. Механизм этого явления сейчас стал вполне очевиден. Известно [7], что общее количество генов, экспрессируемых в клетках человека, около 24000, из которых 11000 экспрессируются в клетках любого типа. Если этот принцип справедлив для растений, то очень легко объяснить результаты следующих опытов. Если два сорта пшеницы – один с геном Lr (устойчивости к бурой ржавчине), другой – без этого гена – высадить на делянке, зараженной бурой ржавчиной, то у первого сорта только продукт одного гена Lr – фитоантисипин – будет «подпирать» признаки продуктивности, а у второго сорта эти признаки будут развиты очень слабо. При скрещивании этих сортов на фоне бурой ржавчины в поколении F_2 мы получим расщепление по признакам продуктивности 3 : 1 – результат влияния продукта одного гена, хотя параллельно с ним экспрессируются тысячи других генов. На фоне без ржавчины моногенная детерминация признаков продуктивности исчезает, их наследование становится полигенным. Таким образом, лим-фактор среды «заставляет» влиять на признак продукты тех генов, которые обеспечивают наибольшую адаптивность данного генотипа к данному лим-фактору.

Кэксер [8] в своем докладе на симпозиуме в Бристольском университете в 1959 г. подчеркнул: «Я, конечно, знаю, что вся генетика основана на предположении о высокой точности и воспроизводимос-

ти действия генов. Такое ложное предположение могло возникнуть из-за того, что нет никаких доказательств, подтверждающих, что в генетических экспериментах измеряется именно первичное действие генов… Результаты развития могут определяться не генами, а кинетической структурой системы» (С.61). И далее: «В процессе индивидуального развития (а свойства продуктивности не наследуются, а развиваются в онтогенезе, В.Д.) гены следует рассматривать не как диктаторов, а скорее как государственных служащих, выполняющих свою работу в рамках определенных традиций» (С. 63).

ТЭГОКП подтвердила позицию Кэксера. Клетку растения можно сравнить с осажденной крепостью, в которой работают бригады скромных оружейных мастеров (генов). Одна бригада делает винтовки, другая – пулеметы, третья – пушки, четвертая – пули и снаряды. Но какие продукты этих оружейников будут применены при обороне крепости – это определяет противник (конкретный лим-фактор среды). Если на крепость наступает пехота – стреляют винтовки, если конница – пулеметы, если танки – то пушки. Блоки генов (оружейные бригады) – это не генералы, отдающие жесткие приказы какой величины должен быть признак продуктивности, а скромные мастера, делающие свой оружейный продукт, который либо «выходит» на борьбу с противником (лим-фактором среды), либо нет – это определяется только спецификой противника, т.е. спецификой лим-фактора среды.

Главные следствия из ТЭГОКП: расшифрованы механизмы формирования и созданы методы прогноза: 1) эффектов взаимодействия генотип-среда (ВГС), 2) трансгрессий, 3) экологически зависимого гетерозиса, 4) знаков и уровней генотипических и экологических корреляций, 5) сдвигов доминирования, 6) гомеостаза продуктивности, 7) нормы реакции. Созданы методы управления амплитудой генотипической изменчивости КП и числом генов, «выходящих» на КП. Показано, что эколого-генетическая природа сложного КП не может быть описана языками менделевской, биометрической и молекулярной генетик. Только язык ТЭГОКП строго описывает поведение сложных КП в эволюции и селекции.

Уровни продуктивности и урожая растений определяются не генами КП, а эффектами ВГС, которые являются эмерджентными свойствами высоких уровней организации жизни (онтогенетический, популяционный, фитоценотический) и отсутствуют на молекулярном уровне (на котором нет лим-факторов среды). Механизм ВГС подробно изучен с позиций ТЭГОКП и окончательно выяснен. ВГС – это

смена наборов продуктов генов, влияющих на признак, при смене лим-фактора внешней среды.

Вопреки прозвучавшим в 70-х годах призывам академика В.А. Энгельгардта о необходимости разворота биологии от редукционизма к синергизму, история биологии распорядилась по другому: все главные организационные усилия и средства были брошены в молекулярную биологию и генетику. Это было слепое копирование научных трендов США и Европы, в результате чего в РАН в бюджете 2012 г. на программу «Молекулярная и клеточная биология» (МКБ) выделен 191 млн рублей. Газета «Поиск» № 3 от 20.01.12, с. 3 пишет: «так сложилось исторически, и ни у кого рука не поднимается это положение менять». Академик Г. Месяц (там же) выражает «недоумение постоянными требованиями координатора МКБ академика Г.П. Георгиева еще больше увеличить финансирование программы. Нельзя же выделять на МКБ все конкурсные средства».

Сегодня многие государства выделяют огромные суммы на геномику и протеомику, но ни в одном НИИ (и в России и за рубежом) пока еще нет ни одной лаборатории, разрабатывающей тему: «Расшифровка механизмов ВГС и создание методов прогноза ВГС для выведения новых урожайных сортов». Между тем, самый мощный вклад в эколого-генетическое повышение урожаев могут дать только эффекты ВГС. Если сорт озимой пшеницы Безостая 1 (селекции акад. П.П. Лукьяненко) вырастить под Москвой, то он даст 10 ц/га. На Кубани он легко дает до 100 ц/га, т.е. ВГС способно повысить урожай на 1000 %. Традиционные генетические механизмы аналитической и синтетической селекции (каждый в отдельности) могут поднять урожай лишь на 5 – 10 %. Шведский сорт яровой пшеницы Ранг, интродуцированный в Тюменскую и Омскую области в 60-е годы, обогнал по урожаю на 30-40 % стандартные сорта и был тут же районирован. Эвкалипт из Австралии, привезенный в Уругвай, ускорил свой рост почти в 2 раза. Это – эффекты ВГС. За счет ВГС на Сахалине реализуется гигантизм кормовых трав (в Европе они – по колено, на Сахалине скрывают лошадь со всадником).

ТЭГОКП показала, что традиционные подходы молекулярной генетики (MAS, QTL) вряд ли смогут серьезно помочь эколого-генетическому приращению урожая в процессе селекции, тем более, что генетики, развивая в течение 147 лет (от Г. Менделя) свою науку, так и не нашли специфических генов продуктивности, величины урожая, горизонтального иммунитета, гомеостаза урожая (пластичности сор-

та), засухо-, зимо-, жаро-, холодоустойчивости и т.д., не локализовали их, не выделили, не клонировали, не секвенировали и не определили их продукты. Причины этого объяснил крупнейший молекулярный генетик Гюнтер Стент [9] еще в 1974 г.: «Поиски «молекулярного» объяснения сознания являются напрасной тратой времени, поскольку физиологические процессы, ответственные за это ощущение, задолго до того, как будет достигнут молекулярный уровень, распадутся до ординарных рабочих реакций, не более или менее удивительных, чем процессы, происходящие, например, в печени». Хотя с ним и не согласен директор Курчатовского Центра М. Ковальчук: «Для изучения природы сознания необходимо понимание молекулярных процессов», однако, все знания системной биологии сегодня говорят только в пользу Г. Стента. Недаром США выделили в 2012 г. на программу «Коннектом» (расшифровку полной структуры нейронных связей и их лабильных сдвигов между 100 млрд нейронов в мозге человека) миллионы долларов. «Коннектом» – более амбициозный проект, чем «Геном человека», а ведь по сути – это изучение феномена ВГС – лабильной структуры связей между нейронами под воздействием внешних факторов и отнюдь не на молекулярном уровне («Поиск», № 4, от 27.01.12).

Подобно тому, как невозможно изучать сознание на молекулярном уровне, невозможно изучать на том же уровне самый мощный «рычаг» повышения урожаев растений – ВГС, которое бесследно исчезает на молекулярном уровне, подобно сознанию, являясь эмерджентным свойством, возникающим при взаимодействии продуктов генов с лабильными в течение суток, недель, месяцев лим-факторами среды и только на высоких уровнях организации жизни: организменном, популяционном, экологическом, фитоценотическом.

Все генетические операции с «большими» генами Г. Менделя, включая трансгеноз, способны помочь повышению продуктивности и урожая только в тех случаях, когда «большой» ген в строго определенной среде «выходит» на детерминацию свойства продуктивности. К сожалению, менделевских генов в геномах растений найдено очень мало – всего 1 – 3 % от суммарного объема генов родового генома. Продукты оставшихся 97 % генов находятся в сложнейших взаимодействиях друг с другом, но главное – с меняющимися лим-факторами внешней среды.

У трансгеноза, который сегодня может работать только с генами Г. Менделя, нет мощных стратегических перспектив создать надеж-

ные молекулярно-генетические технологии управления сложными, экономически важными КП. Такие технологии создала ТЭГОКП, и они уже успешно работают более чем в 30 российских и зарубежных генетических и селекционных центрах.

Библиографический список

1. *Драгавцев В.А., Цильке Р.А., Рейтер Б.Г. и др.* Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1984. – 230 с.
2. *Драгавцев В.А., Литун П.П., Шкель Н.М. и др.* Модель эколого-генетического контроля количественных признаков растений // Доклады АН СССР. – 1984. – Т. 274, № 3. – С. 720-723.
3. *Драгавцев В.А.* Эколого-генетический скрининг генофонда и методы конструирования сортов с.-х. растений по урожайности, устойчивости и качеству / ВИР. – СПб., 1998. – 52 с.
4. *Кочерина Н.В., Драгавцев В.А.* Введение в теорию эколого-генетической организации полигенных признаков растений и теорию селекционных индексов / АФИ. – СПб.: Изд-во Центр «Дон Боско», 2008. – 86 с.
5. *Теория* эколого-генетической организации количественных признаков // Толковый словарь терминов по общей и молекулярной биологии, общей и прикладной генетике, ДНК-технологии и биоинформатике. – М.: Академкнига, М.: Медкнига, 2008. – Т. 2. – С. 308.
6. *Чесноков Ю.В., Почепня Н.В., Бёрнер А., Ловассер У., Гончарова Э.А., Драгавцев В.А.* Эколого-генетическая организация количественных признаков растений и картирование локусов, определяющих агрономически важные признаки у мягкой пшеницы // Доклады РАН. – 2008. – Т. 418, № 5. – С. 1-4.
7. *Alberts B., Bray D., Lewis Ralff M., Roberts K., Watson J.* Molecular biology of the cells. Ed. By Robertson, Garland, New York, 1994, 369 P.
8. *Кэксер Г.* Кинетические модели развития и наследственности // Моделирование в биологии. – М., 1963. – С. 42-64.
9. *Стент Г.* Молекулярная генетика. – М., 1974.

УДК 635.646.315.23. 635.64.631.523

О.А. Житнековская
ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии

Эффективность безрассадного способа выращивания томата на товарные и семенные цели в условиях Западной Сибири

Среди овощных культур томат занимает одно из ведущих мест. Широкое распространение и высокий удельный вес в структуре мировых площадей объясняются многоцелевым использованием плодов, их высокими вкусовыми и питательными качествами вместе с удивительной пластичностью этого растения, способного расти и плодоносить в самых разных экологических условиях.

В результате успешной работы селекционеров создано большое сортовое разнообразие томата, что дало возможность продвинуть эту культуру далеко на север и выращивать ее как в открытом, так и защищенном грунте.

В Сибири в настоящее время в связи с переходом сельскохозяйственных предприятий на рыночную экономику производство томата в основном сосредоточено в малых фермерских хозяйствах и индивидуальном секторе. Проблема расширения ассортимента этой культуры в связи с постоянно повышающимися требованиями рынка к сортообновлению остается актуальной.

В СибНИИРС на базе исходного материала, выделенного из Сибирского генофонда, созданы и районированы 22 сорта и гибрида томата, различающихся по скороспелости, типу куста, форме, массе, окраске плодов и т.д., все они адаптированы к местным условиям выращивания и наиболее полно отвечают требованиям населения по срокам поступления продукции, ее качества, способам использования.

Широкое и быстрое распространение нового сорта возможно только при наличии качественных семян в достаточном количестве. Известно, что сортовые и урожайные свойства и качества семян наиболее полно проявляются при выращивании их в условиях, где был выведен сорт. Причем приемы семеноводства в значительной степени зависят от морфобиологических особенностей сорта или гетерозисного гибрида, и поэтому паспорт нового сорта наряду с его характеристикой должен включать не только особенности сортовой агротехники при выращивании на товарные цели, но и особенности приемов его семеноводства.

За последние почти 40 лет в России единственная монография по практическим вопросам семеноведения овощных культур издана Лудиловым В.А. в 2005 г. Биологическое обоснование семеноводства дано в монографии Л.Л. Еременко, 1975. В Сибири фундаментальных исследований по семеноводству и семеноведению томата практически не проводилось, поэтому решение этой проблемы в зоне крайне необходимо в силу слабой изучаемости этого вопроса. В связи с этим в СибНИИРС в 2007 г. начаты такие исследования.

Цель работы. Сравнить эффективность способов ведения культуры (рассадный и безрассадный) при выращивании томата в открытом грунте и под пленкой.

Опыт включал 4 варианта: 1) посев семян под временные пленочные укрытия; 2) посев семян в открытый грунт; 3) выращивание через рассаду под временными пленочными укрытиями; 4) выращивание через рассаду в открытом грунте.

Материал для исследования: сорт томата Боец, скороспелый со штамбовым типом куста, высотой 42-45см, плоды овальные, гладкие, в незрелом виде – зеленые с пятном у плодоножки, в биологической спелости красные, массой 60-90 г (первые плоды – до 150 г).

Посев семян и высадка рассады в открытый грунт и под временные пленочные укрытия в опыте проведены в один срок – 25 мая.

Способ размещения опыта: шахматное двухъярусное расположение вариантов (систематический метод). Схема посева семян и высадка рассады ленточная: 50х50х90. В ленте 40 растений. Площадь питания 3,5 растения/м^2, повторность четырехкратная. Площадь делянки 14 м^2, общая площадь 224 м^2.

В течение вегетационного периода проведены фенологические наблюдения, учет урожая, его структура, определена семенная продуктивность (табл.1 и 2).

При безрассадном способе выращивания фазы развития растений протекают ускоренными темпами: вегетационный период составляет всего 79-81 день, а при рассадном способе – 128-132 (период вегетации сокращается на 40-50 дней).

Лучший результат по общему и товарному урожаю получен по 3-му варианту – выращивание через рассаду под временными пленочными укрытиями – 5,17 и 4,83 кг/м^2 соответственно, что выше на 14,9 и 21,0% варианта 4 – выращивание через рассаду в открытом грунте и на 101,9 и 96,3% варианта 1 – выращивание посевом семян под временными пленочными укрытиями и на 115,4– 125,7% варианта 2 – выращивание посевом семян в открытом грунте.

Таблица 1

Влияние способа ведения культуры сорта томата Боец на урожайные качества, среднее за 2008-2011гг.

Вариант	Период вегетации, дней	Урожай, кг/м^2			Средняя масса плода, г	Сухое в-во, %
		общий	товарный	в т.ч. зрелых плодов		
1. Посев семян под временные пленочные укрытия	79	2,56	2,46	0,17	81	6,3
2. Посев семян в открытый грунт	81	2,40	2,14	0,19	85	6,3
3. Выращивание через рассаду под временными пленочными укрытиями	128	5,17	4,83	1,16	74	6,7
4. Выращивание через рассаду в открытом грунте, **контроль**	132	4,50	3,96	0,77	78	5,7
$НСР_{05}$		1,37	1,55	0,36		

Таблица 2

Влияние способа ведения культуры сорта томата Боец на семенную продуктивность и посевные качества семян. Среднее за 2008-2010гг.

Вариант	Урожай с 1м^2		Выход семян			Масса 1000 семян, г	Кол-во семян в 1 г, шт.	Энергия прорастания,%	Всхожесть, %
	плодов, шт.	семян, г	из 1 плода, шт.	из 1 плода, г	из 1кг плодов, г				
1. Посев семян под временные пленочные укрытия	19,74	3,00	78	0,17	2,07	2,1	468	89	94
2. Посев семян в открытый грунт	18,37	2,60	84	0,18	1,97	2,1	476	91	97
3.Выращивание через рассаду под временными пленочными укрытиями	52,55	7,11	65	0,14	1,93	2,2	461	84	88
4.Выращивание через рассаду в открытом грунте, **контроль**	34,86	4,59	73	0,16	2,00	2,2	461	84	88

Анализ урожайности по вариантам опыта 1 и 2 (ведение культуры посевом семян) показал, что сорт томата Боец возможно выращивать безрассадным способом как под временными пленочными укрытиями, так и в открытом грунте: получен средний общий и товарный урожай – 2,56 и 2,46 кг/м^2 – вариант 1 и 2,40 и 2,14 кг/м^2 – вариант 2, соответственно.

Высокий выход ранней продукции отмечен в вариантах опыта 3 и 4 (выращивание через рассаду под временными пленочными укрытиями и в открытом грунте) – 1,16 и 0,77 кг/м^2 соответственно, что составляет 24,0 и 19,4% к товарному урожаю.

При ведении культуры безрассадным способом в основном получены плоды бланжевой спелости: выход зрелых плодов составляет по 1 и 2 вариантам – 6,9 и 18,9 % к товарному урожаю. Следует отметить, что бланжевые плоды отлично дозариваются в теплом помещении.

Средняя масса плода по вариантам опыта колебалась незначительно (в пределах 74-85 г).

Самое высокое содержание сухого вещества 6,7% отмечено в 3 варианте (выращивание через рассаду под временными пленочными укрытиями), более низкое содержание сухого вещества – 5,7% в 4-м варианте, промежуточное положение занимает 1 и 2 варианты (посев семян в открытый грунт и под временные пленочные укрытия) – 6,3 %.

В среднем за два года наибольший урожай плодов получен с растений, выращенных через рассаду под временными пленочными укрытиями, – 52,55 шт./м^2, что выше контроля на 50,7%. Урожайность плодов с растений, выращенных безрассадным способом (1 и 2 варианты), существенно ниже контрольного варианта на 76,6 и 89,8 % соответственно.

Наиболее высокий урожай семян получен с растений, выращенных через рассаду под пленочными укрытиями – 7,11г/м^2, что выше контроля на 54,9%. Урожай семян с растений, выращенных безрассадным способом под пленочными укрытиями и без них (варианты 1 и 2), практически одинаковый: 3,00 и 2,60 г, но существенно уступает контролю на 53,0 и 76,5% соответственно.

Наибольшую осемененность (выход семян штук из 1 плода) имеют плоды с растений, выращенных посевом семян в открытый грунт (2 вариант) – 84 штуки (в контрольном варианте – 73). Наименьшее количество семян в одном плоде получено с растений, выращенных через рассаду под пленочными укрытиями (вариант 3) – 65 штук, что ниже контроля на 12,3%.

При ведении культуры рассадным способом семена формируются более крупные: масса 1000 семян – 2,2 г, в 1г – 461 штука. В 1 и 2 вариантах семена значительно мельче: масса 1000 семян – 2,1г, в 1г – 476 штук.

Посевные качества семян (энергия прорастания и всхожесть) во всех вариантах соответствуют ГОСТу, но более высокие показатели получены при выращивании безрассадным способом: 89-91% энергия прорастания и 94 - 97% – всхожесть (при ведении культуры через рассаду энергия прорастания – 84%, всхожесть – 88%).

Таким образом, анализ урожайности и семенной продуктивности сорта томата Боец по вариантам опыта показал: наибольший урожай плодов и семян получен с растений, выращенных через рассаду под пленочными укрытиями; более высокую осемененность имеют плоды с растений, выращенных безрассадным способом под пленочными укрытиями; при безрассадном способе выращивания полученные семена имеют более высокие посевные качества, чем при ведении культуры через рассаду. Учитывая, что на выращивание рассады приходится до 80% всех затрат труда по производству томата, безрассадный способ ведения культуры сорта Боец можно считать перспективным для получения товарной продукции и дешевых высококачественных семян даже в условиях Сибири (период вегетации сокращается на 40-50 дней, плоды бланжевой спелости отлично дозариваются в теплом помещении).

Библиографический список

1. *Алпатьев А.В.* Помидоры / А.В. Алпатьев. – М.: Московский рабочий, 1976. – 239 с.
2. *Брежнев Д.Д.* Томаты / Д.Д. Брежнев. – Л.: Колос, 1964. – 320 с.
3. *Бексеев Ш.Г.* Проблема скороспелости томата и пути ее решения методом селекции //Научные труды Северо-Западного НИИ с.х-ва, вып. 17. – Л., 1970. – С. 212-218.
4. *Вавилов Н.И.* Учение об исходном материале /Н.И. Вавилов // Теоретические основы селекции растений. – М.; Л.: Сельхозгиз,1935. – С.17-74.
5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1968. – 336 с.
6. *Еременко Л.Л.* Морфологические особенности овощных растений в связи с семенной продуктивностью / Л.Л. Еременко. – Новосибирск: Наука, 1975. – 469 с.

7. *Лудилов В.А.* Семеноведение овощных и бахчевых культур / В.А. Лудилов. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 392 с.
8. *Лудилов В.А.* Семеноведение овощных и бахчевых культур / В.А. Лудилов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
9. *Ларионов Ю.С.* Теоретические основы современного семеноводства и семеноведения: учеб. пособие для студентов по агрономической специальности. – Челябинск, 2003. – 364 с.
10. *Порохоров И.А.* Семеноводство и семеноведение овощных культур // Словарь-справочник. – М.: МСХА, 1995. – 178 с.
11. *Полумордвинова И.В., Юрьева И.А.* Рост и развитие семян томатов в естественных условиях и при дозаривании плодов разного возраста // Тр. молодых ученых и аспирантов по селекции и семеноводству овощных культур. – 1969. – Вып. 2.
12. *Строна И.Г.* Разнокачественность семян полевых культур и ее значение в семеноводческой практике // Биологические основы повышения качества семян. – М.: Наука, 1964. – С. 21-25.

УДК 633.13.631.524.84

О.А. Исачкова, Б.Л. Ганичев
ГНУ Кемеровский НИИСХ Россельхозакадемии

Структура метелки сортообразцов голозерного овса различных эколого-географических групп

Широкое распространение культуры овса на всех континентах мира, на разных высотах и в различных почвенно-климатических условиях, а также давность возделывания его с применением различных методов селекции способствовали образованию различных экологических типов, с большой вариацией хозяйственных и биологических признаков [1]. Сортовой потенциал голозерного овса в ботаническом отношении, особенно на Европейском континенте, ограничен 1-2 разновидностями (*var. inermis, var. chinensis*), только в китайско-монгольской и североамериканской группах присутствуют сорта еще двух разновидностей (*var. mongolica, var. maculata*), а также в группе западносибирских сортов выявлена новая разновидность (*var. sibirica*, представитель сорт Алдан (Кемеровская обл.)) [2]. Однако рекомбинативная селекция и мутагенез вскрыли неограниченные возможнос-

ти в различиях по биологическим и морфологическим особенностям у возделываемых сортов голозерного овса и вновь привлеченного материала, выносливости к биотическим и абиотическим факторам среды, биохимическому составу, широте использования.

Это определило проработку коллекционного материала с учетом эколого-географической классификации. В 2008-2011 гг. в ГНУ Кемеровский НИИСХ проведено изучение 230 сортообразцов голозерного овса мировой коллекции ВИР различных эколого-географических групп: северная русская, лесостепная европейская, восточносибирская, западносибирская, дальневосточная, скандинавская, английская, низинная западноевропейская, южно-европейская, альпийско-тирольская, китайско-монгольская, североамериканская, с целью выделения лучших генотипов для включения их в программу скрещиваний.

При создании высокопродуктивных сортов необходимо использовать знания о принципах формирования продуктивности и взаимосвязи основных хозяйственно-ценных признаков. Исследования показали, что урожайность сортов голозерного овса в значительной мере определяется продуктивностью одного растения, которая в свою очередь связана с числом колосков ($r = 0,83 \pm 0,14$), числом цветков ($r = 0,81 \pm 0,09$) и числом зерен ($r = 0,79 \pm 0,15$) в метелке у всех эколого-географических групп.

Продуктивность метелки у лесостепной европейской, скандинавской и китайско-монгольской групп так же тесно сопряжена с длиной метелки ($r = 0,41$-$0,95$). У восточносибирской, дальневосточной, английской и альпийско-тирольской групп наблюдается незначительная отрицательная корреляция ($r = -0,22 \pm 0,09$) между длиной и массой метелки. Наибольшая длина метелки выявлена у сортов северной русской (18,0 см) и дальневосточной (19,4 см) групп. У других групп длина метелки составила от 15,1 см до 17,7 см (таблица).

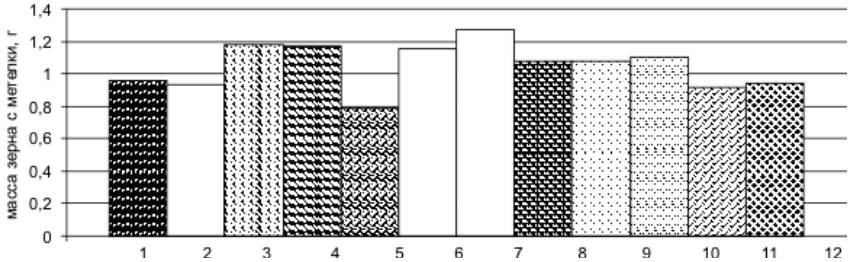
Дальневосточная и южно-европейская группы характеризуются большим числом колосков в метелке (30,3 шт. и 28,3 шт. соответственно). По числу цветков в метелке лучшие показатели наблюдались у восточносибирской, западносибирской, скандинавской, английской и южно-европейской групп (от 79,7 шт. до 89,3 шт.). Высокой озерненностью метелки отличались скандинавские сорта (52,7 шт.).

Для голозерного овса характерен такой сортовой признак, как выщепление пленчатых зерен. Поэтому для селекции важны генотипы с полным доминированием голозерности. Такие сортообразцы присутствуют практически во всех группах. Небольшое выщепление пленчатых зерен свойственно для северной русской (1,1%), лесостепной

европейской (1,5%), дальневосточной (1,6%), китайско-монгольской (1,7%) эколого-географических групп. Очень сильное выщепление характерно для сортов скандинавской (8% по группе) и североамериканской (5,3%) групп.

Структура метелки сортообразцов голозерного овса различных эколого-географических групп (в среднем за 2008-2011 гг.)

Группа	Структура метелки					
	длина, см	число колосков, шт.	число цветков, шт.	число зерен, шт.	выщепление пл-х зерен, %	масса зерна с метелки, г
Северная русская	18,0	22,5	75,5	42,7	1,1	0,96
Лесостепная европейская	17,5	19,2	67,4	40,6	1,5	0,93
Восточносибирская	17,7	24,1	82,5	46,3	2,1	1,18
Западносибирская	16,6	23,1	79,7	45,5	2,4	1,17
Дальневосточная	19,4	30,3	57,0	38,1	1,6	0,79
Скандинавская	17,0	24,4	86,7	52,7	8,0	1,15
Английская	16,6	26,5	89,4	46,5	4,0	1,27
Низинная западноевропейская	16,7	23,2	79,4	45,8	4,4	1,08
Южно-европейская	17,6	28,3	89,3	45,4	5,0	1,08
Альпийско-тирольская	15,7	21,4	76,3	46,3	3,4	1,10
Китайско-монгольская	17,3	22,5	76,9	41,2	1,7	0,92
Североамериканская	15,1	20,0	65,6	36,4	5,3	0,94



Продуктивность метелки сортообразцов голозерного овса различных эколого-географических групп (в среднем за 2008-2011 гг.): 1) Северная русская, 2) Лесостепная европейская, 3) Восточносибирская, 4) Западносибирская, 5) Дальневосточная, 6) Скандинавская, 7) Английская, 8) Низинная Западноевропейская, 9) Южно-европейская, 10) Альпийско-тирольская, 11) Китайско-монгольская, 12) Североамериканская

Все вышеприведенные показатели обусловили наибольшую продуктивность метелки у сортов английской (1,27 г), восточносибирской (1,18 г), западносибирской (1,17 г) и скандинавской (1,15 г) групп (рисунок). Причем продуктивность у скандинавской группы сформирована за счет высокой озерненности метелки, у сортов других выделившихся групп за счет крупности зерновки. Наиболее крупное зерно характерно для западносибирской группы, масса 1000 зерен которой в среднем составила 27,2 г, что на 1-6 г больше всех остальных групп. У высокоозерненной скандинавской группы масса 1000 зерен составила 22,6 г.

Продуктивность метелки в группах довольно изменчива (V = 23,3 ± 11,6). Наибольшую стабильность по данному показателю показывают сорта западносибирской группы (V = 11,7), что говорит о высокой адаптивности сибирских сортов.

Ограниченное число разновидностей голозерного овса обусловило сходство эколого-географических групп в морфологическом отношении. Во всех группах преобладают сорта с раскидистой и полусжатой безостой или слабоостистой метелкой. Сорта со сжатой метелкой выявлены в низинной западноевропейской группе (преимущественно из Белоруссии) и в североамериканской группе. Сильноостистые метелки с грубыми длинными остями характерны для китайско-монгольской группы (разновидность *mongolica*).

Все сорта в коллекционном питомнике имеют сильно или среднеопушенную зерновку. Небольшое количество сортообразцов со слабоопушенной зерновкой присуще южно-европейской и китайско-монгольской группам. Сортов без опушения зерновки не выявлено. Улучшить данный признак, можно лишь привлекая в скрещивания образцы пленчатых и дикорастущих видов овса.

Значительную ценность для селекции будут представлять сорта, сочетающие в себе ряд лучших биологических и морфологических показателей. Такие сорта при использовании в скрещиваниях не повлекут за собой нежелательные признаки. Наиболее благоприятное сочетание элементов продуктивности метелки отмечено у сортообразцов: к-2351 (Московская обл.), к-7776 (США), Крестьянский местный (Красноярский край), к-11655 (Греция), к-12563 (Норвегия), Kynon (Великобритания), Pendragon (Великобритания), Bullion (Великобритания), Feng ning da tam (Китай), Novosadski Golozrini (Югославия), Л 1004-6 (479) (Красноярский край), А3 ВМ 0585 (Болгария), Муром (Кемеровская обл.). Данные сорта отличает крупная хорошо озерненная метелка и высокая продуктивность растения в целом. Они могут быть вовлечены в программу скрещиваний.

Библиографический список

1. *Лоскутов И.Г.* Овес (*Avena* L.). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. – СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2007. – 336 с.
2. *Ганичев Б.Л., Исачкова О.А.* Новая разновидность овса посевного голозерного (*Avena sativa* subsp. *nudisativa*) // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: тр. по прикл. бот., ген. и сел. – СПб.: ВИР, 2006. – Т. 162. – С. 114-115.

УДК 631.527.543:633.111.1«321»

Т.Н. Капко
ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии

Изучение генотипической и средовой изменчивости уровня завязываемости гибридных зерновок мягкой яровой пшеницы при гибридизации в 2010 и 2011 годах

Мягкая яровая пшеница является основной продовольственной зерновой культурой в суровых и изменчивых условиях Западной Сибири. Для повышения стабильности урожайности зерна по годам значительное место отводится новым сортам с высоким генетическим потенциалом продуктивности и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды [1,2]. Исследования, проведенные в условиях Сибири с использованием топкроссных и диаллельных скрещиваний, показали, что генетический потенциал местного генофонда может быть расширен за счет включения в рекомбинационный процесс экологически отдаленного материала [3]. Основным методом создания наследственной изменчивости является гибридизация, позволяющая рекомбинировать генетический материал скрещиваемых родительских форм [4]. Известно, что при благоприятных условиях жизнеспособность рылец сохраняется дольше, чем при более жестких. Обычно этот период продолжается 8-9 дней. Самая высокая завязываемость чаще всего наблюдается при опылении цветков на 3-4-й день после кастрации. Некоторые исследователи считают, что в жаркую сухую погоду максимум ее отодвигается на 5-й день в связи с удлинением восстановительного периода после кастрации [5-7].

Материалы, методика и условия проведения эксперимента

Эксперимент проводили в течение 2 лет (2010 и 2011 гг.) на опытном поле Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции (СибНИИРС) Россельхозакадемии. В эксперимент включено в качестве материнских форм четыре районированных по 10 региону сорта мягкой яровой пшеницы: Алтайская 530, Бэль, Памяти Вавенкова, Полюшко и одна линия Сибирская 17. В качестве отцовских форм – районированный по 10 региону сорт Кантегирская 89, инорайнные сорта Тулайковская 10 и к-31310. Для совмещения сроков кастрации и опыления посев семян родительских форм проводили в 4-5 сроков с интервалом в 5 дней. Ручную кастрацию цветков материнских форм проводили после выхода колоса из влагалища верхнего листа, опыление кастрированных цветков пыльцой отцовских форм проводили методом «твел».

В 2010 г. среднесуточная температура воздуха, по данным метеорологической станции п. Огурцово, в июне превышала на 0,5°С среднемноголетние значения, тогда как в мае и июле наблюдался дефицит тепла (температура была ниже среднемноголетней на 1,2°С и 1,6°С соответственно). В мае количество осадков выпало больше нормы на 50,0%. В июне и июле осадков выпало соответственно 29,3% и 66,7% среднемноголетнего значения. В августе также наблюдался недостаток осадков, сумма осадков за 1 и 2 декаду составила на 79,5% меньше среднемноголетнего значения. В целом, погодные условия сложились неблагоприятно для формирования высокого урожая яровой мягкой пшеницы, что подтверждается данными, полученными в питомниках сортоиспытания. В период вегетации 2011 г., по данным метеостанции п. Огурцово, в июле и августе наблюдался дефицит тепла, температура воздуха была ниже среднемноголетней соответственно на 2,2 и 0,5°С. Среднесуточная температура воздуха в мае и июне превышала среднемноголетние значения на 1 и 3,2°С. Количество осадков за период май – август выпало ниже нормы на 78, 65, 72, 74% соответственно. В целом, погодные условия отчетного года характеризовались недостатком влаги на фоне повышенных температур и являлись удовлетворительными для развития мягкой яровой пшеницы, что подтверждается данными, полученными в питомниках сортоиспытания.

Таблица 1

Число завязавшихся гибридных зерен

Материнские сорта, ♀	Отцовские формы, ♂															
	Кантегирская 89				к-31310				Тулайковская 10				Всего			
	2010		2011		2010		2011		2010		2011		2010		2011	
	1*	*2**	1	*2*	1	*2*	1	*2*	1	*2*	1	*2*	1	*2*	1	*2*
Алтайская 530	356	*109*	366	*176*	332	*198*	304	*149*	336	*140*	332	*225*	1024	*447*	1002	*550*
Бэль	332	*137*	360	*180*	263	*146*	352	*143*	505	*216*	453	*256*	1100	*499*	1165	*579*
Памяти Вавенкова	268	*94*	486	*295*	368	*132*	244	*66*	318	*123*	373	*232*	954	*349*	1103	*593*
Полюшко	204	*57*	412	*306*	107	*19*	357	*222*	218	*84*	392	*291*	529	*160*	1161	*819*
Сибирская 17	348	*102*	461	*287*	425	*195*	376	*186*	301	*56*	360	*278*	1074	*353*	1197	*751*
Всего	**1508**	***499***	**2085**	***1244***	**1495**	***690***	**1633**	***766***	**1678**	***619***	**1910**	***1282***	**4681**	***1808***	**5628**	***3292***

* 1 – число опыленных цветков; 2 – число завязавшихся зерен.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

В ходе гибридизации за два года в полевых условиях получено 5100 зерен: 1808 зерен в 2010 г. и 3292 зерна в 2011 г. Результаты, представленные в табл. 1 показывают, что по комбинациям число гибридных зерен варьировало от 19 (Полюшко х к-31310 в 2010 г.) до 306 зерен (Полюшко х Кантегирская 89 в 2011 г.). Было кастрировано в среднем по 40-45 колосьев каждой материнской формы за сезон. Количество опыленных цветков зависело от наличия пыльцы тестеров, величины колоса, а также сохранности колосьев к моменту опыления. Такие различия по завязываемости гибридных зерен связаны с разным количеством кастрированных и опыленных цветков (от 107 в комбинации Полюшко х к-31310 в 2010 г. до 505 в комбинации Бэль х Тулайковская 10 в 2010 г.), генотипическими различиями, а также погодными условиями, сложившимися во время гибридизации.

Таблица 2

Результаты трехфакторного дисперсионного анализа данных образования гибридных зерен мягкой яровой пшеницы (2010-2011 гг.)

Источник варьирования	Сумма квадратов (SS)	Число степеней свободы (df)	Средний квадрат (ms)	Критерий Фишера (F)	Доля влияния фактора, %
Общая	330043,62	599	-	-	100
Фактор А (генотипы)	2874,73	14	205,34	1,28	0,87
Фактор В (число дней)	87646,01	9	9738,45	60,59*	26,56
Взаимодействие АхВ	73938,03	126	586,81	3,65*	22,40
Фактор С (годы)	1717,72	1	1717,72	10,69*	0,52
Взаимодействие АхС	9176,78	14	655,48	4,08*	2,78
Взаимодействие ВхС	36747,84	9	4083,09	25,40*	11,13
Взаимодействие АхВхС	69725,53	126	553,38	3,44*	21,13
Случайные отклонения	48216,98	300	160,72	-	14,61

* $P < 0,01$ ** $P < 0,05$.

Данные 3-факторного дисперсионного анализа завязываемости гибридных зерен при топкроссном скрещивании 8 сортов и линий мягкой яровой пшеницы представлены в табл. 2. Результаты анализа показывают, что варианcы, отражающие изменчивость, вызванную различиями генотипа (А), число дней между кастрацией и опылением (В), условий вегетации (С) и их взаимодействия высоко достоверны ($P<0,001$). В общем фенотипическом варьировании рассматриваемого признака уровень генотипической изменчивости составляет 0,87%, уровень изменчивости, обусловленной условиями вегетации, – 0,52%, уровень изменчивости, обусловленной продолжительностью периода между кастрацией и опылением, – 26,56%.

Таблица 3

Завязываемость гибридных зерен в зависимости от продолжительности периода между кастрацией цветков и их опылением, % (2010 г.)

Комбинации скрещивания*	Число дней от кастрации до опыления (по повторностям)																				Среднее значение	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10			
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1 х 6					21,4[1]	31,4[3]			29,2[2]	50,0[1]		34,2				12,5[1]					27,2[1]	32,5
1 х 7							79,6[1]	85,0[1]			68,0[1]	65,4[1]			36,4	44,6	34,5				57,1[1]	62,8[1]
1 х 8							55,1[1]			36,8			50,0[1]	19,6[1]	7,1[1]						46,7[2]	31,6[3]
2 х 6			50,0[1]	81,8[1]					40,7	33,8	60,0[1]	18,0[1]		33,3							45,4[3]	35,4
2 х 7							88,5[1]		64,9[1]	75,0[1]			65,4[1]					29,2[2]		30,8[3]	69,1[1]	36,0
2 х 8					71,4[1]			42,9	42,6	21,4[1]	69,6[1]				10,7[1]						47,5[2]	36,7
3 х 6								27,8[2]	57,7[1]	24,1[1]	32,0	43,3	15,0[1]		50,0[1]						34,6	33,3
3 х 7															47,6[2]	13,3[1]	52,5[1]	25,2[1]			48,6[2]	23,2[1]
3 х 8					31,8		53,6[1]	27,8[2]	31,7	43,8	36,8	46,9[3]									36,5	41,2
4 х 6											23,9[1]	16,7[1]		33,3	33,3	18,0[1]					29,5[2]	21,7[1]
4 х 7															25,0[1]	11,1[1]	9,1[1]			20,0[1]	14,1[1]	16,3[1]
4 х 8									32,8	36,5			31,8	80,0[1]							36,5	44,0
5 х 6							35,3	32,3				12,5[1]				13,6[1]	13,6[1]				32,6	27,2[1]
5 х 7														30,0	55,7[1]	55,5[1]	35,1	51,1	20,0[1]		44,4	52,1[1]
5 х 8	18,4[1]	8,3[1]			9,6[1]			25,0[1]		65,2[1]					8,7[1]	13,8[1]	16,1[1]				13,6[1]	23,5[1]
Среднее значение	18,4[1]	8,3[1]	50,0[1]	81,8[1]	36,9	31,4[3]	52,8[1]	38,9	40,1	36,6	48,1[2]	38,1	37,8	35,2	39,6	33,1	28,2[2]	30,5[3]	20,0[1]	25,5[1]	40,6	35,9
Общее																					38,3	

[1]НСР (0,001) = 10,96 [2] НСР (0,01) = 8,64 [3] НСР (0,05) = 6,64.

*1 – Алтайская 530; 2 – Бэль; 3 – Памяти Вавенкова; 4 – Полюшко; 5 – Сибирская 17;
6 – Кантегирская 89; 7 – к-31310; 8 – Тулайковская 10.

Таблица 4

Завязываемость гибридных зерен в зависимости от продолжительности периода между кастрацией цветков и их опылением, % (2011 г.)

Комбинации скрещивания*	Число дней от кастрации до опыления (по повторностям)												Среднее значение	
	2		3		4		5		6		7			
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1 х 6			51,2	49,4[3]	52,2	62,9		44,6[1]	39,5[1]				46,1[1]	49,8[3]
1 х 7						42,9[1]	65,8	71,7[1]	36,9[1]	8,3[1]			50,3[3]	68,8[2]
1 х 8			60,4	72,7[1]	78,8[1]	65,3							68,8[2]	66,4[3]
2 х 6			47,7[2]		61,5	47,5[2]	40,0[1]	47,9[2]					52,1	47,6[2]
2 х 7	9,1[1]						41,7[1]	49,1[3]		33,3[1]			37,6[1]	43,7[1]
2 х 8			45,0[1]	50,0[3]	61,0	52,7	69,2[2]						61,0	52,3
3 х 6					60,2	54,5	83,3[1]	71,4[1]					62,8	58,2
3 х 7				20,0[1]	14,0[1]		34,7[1]	26,7[1]					28,3[1]	25,5[1]
3 х 8						60,0	70,2[2]	58,6	61,9	56,5			65,5	58,5
4 х 6			67,4[3]	87,5[1]	33,3[1]	85,5[1]	82,1[1]	67,6[3]					71,9[1]	76,7[1]
4 х 7				92,6[1]	63,3	75,2[1]	48,0[2]	72,7[1]	17,2[1]				48,1[2]	77,6[1]
4 х 8					51,7	72,9[1]	77,3[1]	89,0[1]					69,4[2]	78,6[1]
5 х 6			82,8[1]	57,1	55,4	96,2[1]	51,2	70,3[2]	13,0[1]				53,2	71,7[1]
5 х 7							44,8[1]	43,8[1]	62,5	45,0[1]	73,7[1]	14,3[1]	59,2	40,1[1]
5 х 8			87,0[1]	58,3			66,7[3]	83,2[1]					75,9[1]	79,0[1]
Среднее значение	9,1		63,7	58,8	56,8	61,8	59,4	62,7	47,0[2]	40,4[1]	73,7[1]	14,3[1]	56,7	59,3
Общее													58,5	

[1]НСР (0,001) = 10,96 [2] НСР (0,01) = 8,64 [3] НСР (0,05) = 6,64.

*1 – Алтайская 530; 2 – Бэль; 3 – Памяти Вавенкова; 4 – Полюшко; 5 – Сибирская 17; 6 – Кантегирская 89; 7 – к-31310; 8 – Тулайковская 10.

Уровень изменчивости, обусловленной взаимодействием факторов генотип и число дней, составляет 22,40%, уровень изменчивости, обусловленной взаимодействием факторов генотип и годы (условия вегетации), – 0,52%, уровень изменчивости, обусловленной взаимодействием факторов число дней и годы (условия вегетации), – 11,13%. Уровень изменчивости, обусловленной взаимодействием всех трех факторов, составляет 21,13 %, а уровень случайных отклонений, вызванных различиями между повторностями, составляет 14,61%.

В табл. 3 и 4 представлены конкретные данные по завязываемости гибридных зерен пшеницы в ходе гибридизации в 2010 и 2011 гг. В 2010 г. среднее значение образования гибридных зерен мягкой яровой пшеницы варьировало от 7,1% в комбинации Алтайская 530 х Тулайковская 10 (8 дней) до 88,5% в комбинации Бэль х к-31310 (4 дня); в 2011 г. – от 9,1% в комбинации Бэль х к-31310 (2 дня) до 96,2% в комбинации Сибирская 17 х Кантегирская 89 (4 дня). И среднее значение завязываемости гибридных зерен в целом по году составило 38,3% в 2010 г. и 58,5% в 2011 г.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что число дней от кастрации до опыления, а также погодные условия оказывают существенное влияние на образование гибридных зерен при гибридизации.

Выводы

Изучение 15 топкроссных гибридов мягкой яровой пшеницы показало, что продолжительность периода между кастрацией и опылением, взаимодействие факторов генотип х число дней между кастрацией и опылением, а также взаимодействие факторов число дней между кастрацией и опылением х условия вегетации (2010 и 2011 гг.) оказывают существенное влияние на уровень завязываемости гибридных зерен при гибридизации.

Процент завязываемости зерна от общего числа кастрированных растений колеблется от 7,1% (Алтайская 530 х Тулайковская 10 (8 дней), 2010 г.) до 96,2% (Полюшко х Кантегирская 89 (4 дня), 2011 г.). В среднем по годам уровень завязываемости гибридных зерен составил 38,3% (2010 г.) и 58,5% (2011 г.).

Наиболее высокой общей комбинационной способностью по завязываемости гибридных зерен по материнским родительским формам характеризуются сорта Бэль (по данным 2010 г.) и Полюшко (по данным 2011 г.), а из отцовских родителей – сорт к-31310 (по данным 2010 г.) и Тулайковская 10 (по данным 2011 г.).

Противоречивость результатов изучения влияния продолжительности периода от кастрации цветков до их опыления на уровень завязываемости гибридных зерен может быть объяснена тем, что по различным комбинациям гибридизация осуществлялась в разное календарное время. Это значит, она проходила при различных погодных условиях, которые складывались либо благоприятно, либо, наоборот, неудачно.

Библиографический список

1. *Цильке Р.А.* Генетические основы селекции мягкой яровой пшеницы на продуктивность в Западной Сибири: дис. д-ра биол. наук. – Новосибирск, 1983. – 505 с.
2. *Шаманин В.П., Чернаков В.М., Трущенко А.Ю., Коваль В.С., Потоцкая И.В.* Селекция яровой мягкой пшеницы на адаптивность в условиях Западной Сибири: итоги и перспективы // Актуальные задачи селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений на современном этапе: докл. и сообщ. IX генетико-селекц. шк. (5-9 апр. 2004 г.) / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИРС. НГАУ. – Новосибирск, 2005. – С. 204-220.
3. *Цильке Р.А.* Комбинационная и рекомбинационная способность эколого-отдаленных форм мягкой пшеницы // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур. – Новосибирск, 1996. – С. 207-225.
4. *Цильке Р.А.* Проблемы рекомбинационной селекции растений // Рекомбинационная селекция растений в Сибири: сб. науч. тр / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1989. – С. 12-17.
5. *Лихенко И.Е., Лихенко Н.Н.* Биологические особенности яровой мягкой пшеницы в условиях северной лесостепи Западной Сибири и использование их в селекции / ГНУ СибНИИРС СО Россельхозакадемии. – Новосибирск, 2007. – 224 с.
6. *Носатовский А.И.* Пшеница. – М., 1965. – 568 с.
7. *Шаманин В.П.* Завязываемость гибридных семян при скрещивании озимой пшеницы с яровой в зависимости от погодных условий и возраста пестика // Биология, агротехника и селекция зерновых культур. – Омск, 1981. – С. 85-88.

УДК 575.16:581.163:577.151.64:633.413

С.С. Кирикович, Е.В. Левитес
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук

Изменение соотношений фенотипов в агамоспермных потомствах сахарной свеклы под действием эпимутагена Тритона Х-100 на ранних этапах эмбриогенеза

Введение

Агамоспермия – это способ размножения у цветковых растений, основная особенность которого заключается в том, что развитие зародыша семени происходит без слияния гамет и при участии генома только одного родителя (Gustafsson, 1946). Агамоспермия у сахарной свеклы впервые обнаружена Н.В. Фаворским в 1928 г., наблюдавшим изредка возникающее развитие зародышей в закрытых бутонах, свидетельствующее об автономном партеногенезе (Фаворский, 1928). Хотя на наличие агамоспермии у сахарной свеклы указывали также результаты и многих других исследований (Зайковская и др., 1978; Сеилова и др., 1989; Малецкий, Малецкая, 1996; Szkutnik, 2010), существовало мнение о том, что агамоспермия присуща лишь полиплоидным формам культурной свеклы (Jassem, 1990). Скептическое отношение к существованию агамоспермии у диплоидных форм свеклы привело к тому, что в генетических исследованиях, проводимых на сахарной свекле, не учитывалось возможное влияние агамоспермии на изменчивость в анализируемых потомствах.

В целом ряде работ генетический полиморфизм в агамоспермных популяциях растений исследовали с помощью маркерных ферментов (Малецкий, Малецкая, 1996; Малецкий и др.,1998; Левитес и др., 1998; Љtorchovб et al., 2002; Кашин, 2006; Szkutnik, 2010). Однако, несмотря на наличие целого ряда публикаций в этой области и использование самых современных методов исследования, приводившиеся результаты зачастую были противоречивы, что не позволяло сделать однозначных выводов о природе изменчивости в агамоспермных потомствах растений.

Дальнейшее развитие новых подходов в исследовании агамоспермии у растений опиралось на представление о том, что способность

к агамоспермному размножению обусловлена специфическими особенностями структурно-функциональной организации растительного генома, такими как степень политении хромосом (Levites, 2005, 2007) и связь хромосом с ядерной мембраной (Мосолов, 1972; Стегний, 1993). В связи с этим в качестве вещества, вызывающего изменения в структуре генома был выбран Тритон Х-100 (ТХ-100), способный отделять белки и нуклеопротеиды от мембран.

Исследования, проведенные нами на пшенице и сахарной свекле, показали эффективность ТХ-100 как эпимутагена. Так, например, воздействие на пшеницу ТХ-100 приводило к стопроцентному изменению морфологических признаков колоса, которые наследовались (Махмудова и др., 2009). Воздействие ТХ-100 на сахарную свеклу приводило с высокой частотой к изменению морфологии корня и листьев, к изменению признака стерильности-фертильности пыльцы, динамики прорастания (Kirikovich, Levites, 2009; Кирикович, Левитес, 2010). Все эти воздействия эпимутагеном ТХ-100 на сахарную свеклу проводили на стадии прорастающих семян, когда начальные стадии эмбриогенеза уже пройдены. В связи с этим представляло интерес оценить воздействие ТХ-100 на первых стадиях эмбриогенеза растений сахарной свеклы. Поскольку взаимодействие с ядерной мембраной наиболее ярко может проявляться при политении, а политения, как известно, наиболее хорошо выражена у растений, способных к агамоспермному размножению (Maletskaya, Maletskaya, 1999; Levites et al., 2000), именно такие растения и были взяты в исследование.

Материалы и методы

В качестве материала для исследования были взяты семенные потомства, завязавшиеся на трех растениях сахарной свеклы (форма № 12), выращенных в 2011 г. на изолированном участке в п. Мичуринский (НСО), отстоявшем от каких-либо других растений свеклы на расстояние более 200 метров. Растения этой формы представляли собой F_2 (урожая 2003 г.) гибрида, полученного от скрещивания двух полустерильных растений, склонных как к половому, так и к агамоспермному размножению.

Обработку растений детергентом проводили в период цветения, обмакивая концы веточек с нераскрывшимися цветочными бутонами в стакан с 0,1 % раствором Тритона Х-100. Семена, завязавшиеся на этих веточках, обозначены номером растения с индексом *кт*, а семена, завязавшиеся на необработанных ветках, обозначены только номером растения.

В качестве маркерных признаков были использованы изоферментные спектры GPI2, ME1 и ADH1, контролируемые, соответственно, *Gpi2*, *Me1* и *Adh1* локусами. Электрофоретическое разделение изоферментов в крахмальном геле и их гистохимическое выявление проводили согласно методам, описанным ранее (Левитес, 1986).

Характеристика исследуемых растений:

12-2 – *Gpi2-F/Gpi2-S* (FS), *Me1-F/Me1-F* (FF), *Adh1-S/Adh1-S* (SS); (стерильность пыльцы 91%),

12-4 – *Gpi2-F/Gpi2-F* (FF), *Me1-S/Me1-S* (SS), *Adh1-F/Adh1-S* (FS); (стерильность пыльцы 63%),

12-6 – *Gpi2-F/Gpi2-F* (FF), *Me1-F/Me1-F* (FF), *Adh1-F/Adh1-F* (FF);(стерильность пыльцы 94%).

Результаты и обсуждение

Результаты анализа семенных потомств растений формы № 12 представлены в таблице. Можно видеть, что потомство одного из растений (12-6) мономорфно по всем трем маркерным ферментам. Потомство растения 12-4 полиморфно по ADH1, а потомство растения 12-2 полиморфно по всем трем маркерным ферментам. Контрастность и мономорфизм потомств 12-4 и 12-6 по аллелям локуса *Me1* свидетельствуют о том, что эти растения не принимали на себя чужую пыльцу; в их потомствах отсутствуют гетерозиготы по ME1. Наличие гетерозигот по ME1 в потомстве растения 12-2 указывает на то, что часть его семян завязалась в результате опыления пыльцой растения 12-4.

Способность растения 12-4 давать жизнеспособную пыльцу, казалось бы, указывает на то, что данное растение могло завязать семена от самоопыления. Однако это крайне маловероятно, поскольку сахарная свекла как вид, обладающий системой самонесовместимости, скорее всего, примет чужую пыльцу, нежели свою. Дополнительным аргументом в пользу утверждения об агамоспермной природе потомства 12-4 является тип его полиморфизма по ADH1. В данном потомстве наблюдается четкая симметричность в соотношении фенотипических классов по ADH1 24FF:48FS:24SS. Эта симметричность указывает на то, что в образовании данных семян не участвовали собственные мужские гаметы, поскольку в таком случае при самоопылении могло бы выявиться отклонение от менделевских соотношений вследствие сцепления локуса *Adh1* с локусом, контролирующим самонесовместимость (Малецкий, Коновалов, 1985). Таким образом, полученные данные указывают на то, что семенное потомство 12-4 завязалось путем агамоспермии.

Соотношения фенотипических классов изоферментов в семенных потомствах растений сахарной свеклы формы № 12

Номер растения	Соотношения фенотипических классов		
	GPI2 FF-FS-SS	ME1 FF-FS-SS	ADH1 FF-FS-SS
12-2	34-43-9	50-36-0	0-24-62
12-4 12*кт*-4	94-0-0 99-0-0	0-0-98 0-0-88	24-48-24 40-35-22
12-6 12*кт*-6	41-0-0 25-0-0	41-0-0 25-0-0	42-0-0 25-0-0

Наличие в потомстве растения 12-4 полиморфизма по ADH1 позволило оценить влияние детергента ТХ-100 на соотношение фенотипических классов. В семенах, завязавшихся у этого растения на обработанных ТХ-100 ветках, соотношение фенотипов таково: 40FF:35FS:22SS; оно резко отличается от соотношения, выявляемого в семенах с необработанных веток (χ^2=14,1959, P<0.001). Обращает на себя внимание дефицит гетерозигот в экспериментальном потомстве 12*кт*-4. Если объединить гомозиготные классы и соотнести их с гетерозиготами, то получаем соотношение 62 гомозиготы : 35 гетерозигот. Это соотношение достоверно отличается от соотношения 1:1 (χ^2=7,5154, P<0.01).

Выявленные соотношения фенотипов в агамоспермном потомстве можно объяснить в рамках гипотезы о политении хромосом в клетках зародышевого мешка, нуцеллуса и интегументов, а также диминуции (удалении) избыточных копий хроматид из клеток в ходе первого деления эмбриогенеза (Levites, 2005, 2007). Данная гипотеза основана на многочисленных данных об избыточном количестве ДНК и политении в клетках тканей генеративных органов растений, в том числе и в клетках зародышевого мешка (Nagl, 1976; D'Amato, 1984; Carvalheira, 2000). Подтверждением гипотезы явились данные о соотношении фенотипических классов в агамоспермных потомствах триплоидных растений сахарной свеклы (Левитес, Кирикович, 2011), а также данные об уменьшении доли гетероаллельных («гетерозиготных») фенотипов в агамоспермных потомствах диплоидных растений сахарной свеклы (Levites, Kirikovich, 2012).

Для описания состояния маркерных локусов, используемых при изучении соотношений фенотипических классов в агамоспермных потомствах, нами был предложен термин *полигенотип локуса* и соответствующее обозначение, характеризующее аллельный состав, чис-

ло хромосом и число хроматид, несущих маркерные аллели (Левитес, Кирикович, 2011).

На основании соотношения фенотипов по ADH1 в контрольном потомстве 12-4 можно заключить, что в клетках этого растения, готовящихся к вступлению в эмбриогенез, полигенотип по локусу *Adh1* может быть представлен как F_2S_2, т. е. каждый из аллелей локуса *Adh1* вследствие политенизации был представлен двумя хроматидами. Воздействие ТХ-100 на нераскрывшиеся бутоны приводит к достоверному изменению соотношения фенотипов в потомстве данного растения. При этом выявляемое в опытной партии семян 12*кт*-4 соотношение фенотипов не соответствует какой-либо модели равновероятного удаления избыточных копий аллелей локуса *Adh1*. Данный эффект может быть обусловлен, например, тем, что ТХ-100 нарушает равновероятное удаление (диминуцию) избыточных аллельных участков хроматид из клетки, вступившей в эмбриогенез. В этом случае следует предположить, что ТХ-100 уменьшает прочность связывания с ядерной мембраной участков хроматид, несущих один из аллелей маркерного локуса. Вероятно также, что ТХ-100 инактивирует один из аллелей у гетерозиготных растений, приводя тем самым к уменьшению доли гетерозигот.

Итак, использование генетически маркированных форм позволило подтвердить существование агамоспермного способа размножения у диплоидной сахарной свеклы. Обнаруженное влияние ТХ-100 на соотношение фенотипических классов ферментов в агамоспермных потомствах указывает на роль ядерной мембраны в генетических процессах и указывает на эффективность использования детергента в качестве эпимутагена на ранних этапах эмбриогенеза.

Библиографический список

1. *Зайковская Н.Э., Перетятько В.Г., Ширяева Э.И., Ярмолюк Г.И.* Апомиксис у мужкостерильной сахарной свеклы // Докл. ВАСХНИЛ. – 1978. – № 3. – С. 11–13.
2. *Кашин А.С.* Гаметофитный апомиксис как неустойчивая система семенного размножения у цветковых. – Саратов: Научная книга, 2006. – 310 с.
3. *Кирикович С.С., Левитес Е.В.* Морфологические и физиологические изменения у *Beta vulgaris* L. под действием Тритона Х-100 // Экологическое равновесие и устойчивое развитие территории: сб. науч. трудов. – С.-Пб.: ЛГУ им. А.С. Пушкина, 2010. – С. 268–272.

4. *Левитес Е.В.* Генетика изоферментов растений. – Новосибирск: Наука, 1986. – 144 с.

5. *Левитес Е.В., Кирикович С.С.* Автосегрегация ферментных локусов в агамоспермных потомствах триплоидных растений сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) // Генетика. – 2011. – Т. 47, № 7. – С. 945-951.

6. *Левитес Е.В., Шкутник Т., Овечкина О.Н., Малецкий С.И.* Псевдосегрегация в агамоспермных потомствах пыльцестерильных растений сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) // Докл. РАН. – 1998. – Т. 362, № 3. – С. 430-432.

7. *Малецкий С.И., Коновалов А.А.* Наследование алкогольдегидрогеназы у сахарной свеклы. Сообщение 1: Анализ отклонений от моногенного расщепления // Генетика. – 1985. – Т. 21, № 9. – С. 1527-1534.

8. *Малецкий С.И., Левитес Е.В., Малецкая Е.И., Овечкина О.Н.* Автосегрегация и сцепленное наследование в агамоспермных потомствах сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) // Генетика. – 1998. – Т. 34, № 4. – С. 520-527.

9. *Малецкий С.И., Малецкая Е.И.* Самофертильность и агамоспермия у сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) // Генетика. – 1996. – Т. 32, № 12. – С. 1643-1650.

10. *Махмудова К.Х., Богданова Е.Д., Левитес Е.В.* Индукция Тритоном Х-100 наследуемых изменений морфологических признаков у *Triticum aestivum* L. // Генетика. – 2009. – Т. 45, № 4. – С. 564-567.

11. *Мосолов А.Н.* Новый подход к решению проблемы пространственного расположения хромосом в интерфазном ядре (полярная модель интерфазного ядра) // Цитология. – 1972. – Т. 14, № 5. – С. 542-552.

12. *Сеилова Л.Б., Абдурахманов А.А., Камалетдинова Ф.И.* Апомиксис у инбредных линий видов рода *Beta* (Chenopodiaceae) // Ботан. журнал. – 1989. – Т. 74, № 5. – С. 700-702.

13. *Стегний В.Н.* Архитектоника генома, системные мутации и эволюция. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1993. – 111 с.

14. Фаворский Н.В. Материалы по биологии и эмбриологии сахарной свеклы // Тр. науч. института селекции. – Киев, 1928. – Вып. 2. – С. 3-11.

15. *Carvalheira G.* Plant polytene chromosomes // Genet. Mol. Biol. 2000. V. 23. V. 4. P. 1043-1050.

16. *D'Amato F.* Role of polyploidy in reproductive organs and tissues // Embryology of angiosperms / Ed: B. M. Johri / Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1984. P. 518-566.
17. *Gustafsson A*. Apomixis in higher plants // Lunds. Univ. Arsskz. N.S. Sect. 2. 1946. V. 42. № 3. P. 1-68.
18. *Jassem B*. Apomixis in the genus *Beta* // Apomixis Newslett. 1990. V. 2. № 19. P. 7-23.
19. *Kirikovich S.S., Levites E.V.* Effect of epimutagene Triton X-100 on morphological traits in sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) // Sugar tech. 2009. V. 11. No 3. P. 307-310.
20. *Levites E.V.* Sugarbeet plants produced by agamospermy as a model for studying genome structure and function in higher plants // Sugar Tech. 2005. V. 7. № 2-3. P. 67-70.
21. *Levites E.V.* Marker enzyme phenotype ratios in agamospermous sugarbeet progenies as a demonstration of multidimensional encoding of inherited information in plants. 2007. http://arxiv.org/abs/q-bio/0701027
22. *Levites E.V., Denisova F.Sh., Kirikovich S.S. and Judanova S.S. (Maletskaya S.S.)* Ratios of phenotypes at the *Adh1* locus in the apozygotic offspring in sugarbeet (C_1 generation) // Sugar Tech. 2000. V. 2. № 4. P. 26-30.
23. *Levites E.V., Kirikovich S.S*. Post-meiotic apozygotic combinatory process in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) // Advances in Bioscience and Biotechnology. 2012. V. 3. № 1. P. 75-79.
24. *Maletskaya E.I., Maletskaya S.S.* The nuclear DNA mass variability in embryo root cells of sugarbeet // Sugar Tech. 1999. V. 1. № 1&2. P. 30-36.
25. *Nagl W.* The polytenic antipodal cells of Scilla bifolia; DNA replication pattern and possibility of nuclear DNA amplification // Cytobiol. 1976. V. 14. № 1. P. 165-170.
26. *Jьtorchovб H., Chrtek J., Bartish I.V. et al.* Genetic variation in agamospermous taxa of Hieracium sect. *Alpina* (Compositae) in the Tatry Mts. (Slovakia) // Plant Syst. Evol. 2002. V. 235. P. 1-17.
27. *Szkutnik T.* Apomixis in the sugar beet reproduction system // Acta Biol. Cracoviensia Series Botanica. 2010. V. 52. № 1. P. 87-96.

УДК 631.52:633.172(574.2)

В.И. Коберницкий
Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И.Бараева

Изменчивость количественных признаков у сортов проса в условиях Северного Казахстана

Одним из путей увеличения производства высококачественного зерна является наиболее полное использование родового и видового потенциала культурных зерновых растений, селекционное улучшение и создание новых сортов, приспособленных к местным условиям. Исходя из требований времени, сегодня важно не просто создание новых сортов, а создание высокоадаптивных, экологически пластичных сортов, гибридов и гибридных популяций, устойчивых к болезням для создания экологической биосистемы, обеспечивающей при этом стабильное получение разнообразной продукции на территории региона Северного Казахстана.

В современных условиях наибольшую перспективу имеют сорта, формирующие стабильную продуктивность при различных сценариях складывающихся неблагоприятных погодных условий. В то же время они должны показать высокий потенциал продуктивности при отсутствии стрессовых факторов. Зона возделывания сорта определяет перечень признаков, с которыми необходима селекционная работа.

Продуктивность основных зерновых растений складывается из числа продуктивных стеблей, числа зерен со стебля и массы 1000 зерен [1]. Часто продуктивность растения характеризует урожайность сорта в целом. На продуктивность сортов в зонах рискованного земледелия значительное влияние оказывают условия выращивания. К компонентам продуктивности наиболее применима модель количественного признака, в основе которой лежит переопределение генотипических формул при смене лимитирующих факторов внешней среды [2]. В.П. Кузьмин [3] формулируя основные задачи в селекции культуры, указывал на необходимость увеличения скороспелости сортов без снижения урожайности. Придавал важное значение архитектонике растения (прочности и размеру верхнего междоузлия, форме, размеру и наклону метелки).

В условиях Северного Казахстана определяющую роль в формировании урожайности проса в различных вариациях играют такие признаки, как высота стеблестоя, длина метелки, количество междоузлий, число веточек первого порядка, длина верхнего междоузлия, масса растения, продуктивность метелки и растения, масса 1000 зерен [4]. Общие потери из-за несовершенства формы куста, стеблей и метелок, осыпаемости сортов могут достигать половины урожая. Совмещение в новых сортах проса биологических и морфологических свойств для усиления технологичности культуры требует не меньшего внимания, чем повышение урожайности.

Проблема создания новых сортов зернового и кормового проса для засушливых условий Северного Казахстана остается актуальной и в современных условиях. Производству необходимы сорта, максимально приспособленные к конкретным микрозонам (экологическим нишам), отвечающие специфике деятельности хозяйствующего субъекта (производство зерна, крупы, спирта, животноводческой продукции).

Просо является культурой преимущественно жаркого и засушливого климата, в таких регионах и сосредоточены наибольшие площади его посева. Оно лучше других зерновых культур переносит почвенную и воздушную засуху и в условиях правильной агротехники способно давать высокие и устойчивые урожаи. В НПЦЗХ им. А.И. Бараева в зоне южных черноземов в среднем за 15 лет урожайность проса составила 21,8 ц/га [5]. По анатомическому строению корня, стебля и листьев просо приближается к известным ксерофитам – житняку и сафлору. Корневая система проса способна извлекать из почвы воду, доведенную почти до мертвого запаса. Культура способна выносить временное глубокое обезвоживание тканей без значительного снижения урожая. В период засухи у проса временно задерживается рост и развитие, а испарение влаги уменьшается благодаря значительному сокращению листовой поверхности свертыванием их вдоль средней жилки листа. На построение единицы сухого вещества у проса требуется значительно меньше влаги, чем у других злаков. Отличаясь большой выносливостью к почвенной и воздушной засухе, просо все же довольно сильно реагирует на недостаток влаги в почве, что выражается в значительном снижении урожая, а при низкой агротехнике возможно и отсутствие урожая. Для оценки влияния сортовых и климатических факторов на продуктивность проса был проведен анализ структуры урожая, установлены корреляционные связи и определена изменчивость признаков.

Материалы и методика исследования

В качестве объекта исследования использовали сорта: Шортандинское 7, Саратовское 3, Саратовское 853, Шортандинское 10, Шортандинское 11 и перспективные линии зернового проса питомника конкурсного сортоиспытания. Оценка проводилась в 2009-2011 гг. в полевых и лабораторных условиях. Годы наблюдений различались по уровню увлажнения: 2009 г. был средним по влагообеспеченности, 2010 – характеризовался как острозасушливый с полным отсутствием атмосферных осадков, 2011 – показал рекордную продуктивность культур, за счет избыточного увлажнения. Опыты закладывались в 4-кратной повторности по паровому предшественнику. Длина делянки 25 м^2. Общая площадь посева сорта (линии) 100 м^2. Посев производили в оптимальные сроки – 28 мая-5 июня селекционной сеялкой ССФК-7. Фенологические наблюдения и учеты проводили согласно методическим указаниям ВИР (1988), [6] и Широкому унифицированному классификатору СЭВ и Международному классификатору СЭВ вида Panicum Miliaceum L. (1982) [7]. Образцы для проведения структурного анализа отбирались вручную с 2 смежных рядков. Уборка урожая в фазу конец восковой - начало полной спелости селекционным комбайном «САМПО-130». Математическая обработка результатов по Доспехову Б.А. (1968) [8]. Экспериментальные данные обрабатывались методами статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции с помощью пакета программ AGROS 2.11[9].

Основные результаты исследований

В результате проведенного анализа установлено, что высота растений изменялась от 84,5 до 112,7 см, при среднем значении 100,5 см. В благоприятный год превышение над средним уровнем составило 12 %, при засухе наблюдалось снижение высоты образцов до 16%. Минимальная высота растений проса – 71,9 см была в 2010 г. Самые высокорослые формы при достаточном увлажнении в 2011 г. достигали 125,4 см (табл. 1). Длина главной метелки изменялась в пределах от 17,8 до 28,5 см. В средний и благоприятный год размер метелки изменялся незначительно (24,3-24,6 см соответственно). Наибольшее снижение размера метелки – от 0,9 до 9,0% было вызвано острозасушливыми условиями. Количество междоузлий и толщина стебля определяют в основном устойчивость растений к полеганию. Число

междоузлий изменялось от 4 до 8 и в среднем по годам составило 5,5 шт. Колебание признака было незначительным в сухой – 5,7 и влажный год – 5,8. Число веточек 1-го порядка наряду с размером метелки и числом колосков определяет зерновую продуктивность растения. Прослеживалась прямая зависимость между условиями увлажнения и числом веточек, так среднее их число составило в 2009 – 19,6, 2010 – 14,2, 2011 – 21,1. Минимальное количество веточек (11,3), отмечено на метелках в сухом году. Очень крупные метелки (26,8 веточки) сформировались в 2011 г. Среднее число веточек на одну метелку за 3 года составило 18,3.

Длина верхнего междоузлия (от последнего верхнего узла до основания метелки) является важным признаком засухоустойчивости и косвенно продуктивности сорта. По принятой градации выделяют сорта с длинным верхним междоузлием (20-25 см), средним (17-20 см), коротким (14-17 см) и очень коротким (10-14 см). Изученные образцы формировали междоузлие длинного и среднего типа.

Условия засухи и достаточного увлажнения не оказывали значительного влияния на размер междоузлия испытываемых сортов. Размах признака варьировал от 19,2 см до 23,5 см и составил в среднем 21,9 см. Это позволяет предположить, что все они принадлежат к засухоустойчивому местному биотипу, основными представителями которого являются образцы степной казахстанской и степной украинской эколого-географических групп. Габитус растения, как правило, отражает условия произрастания и определяет его уровень продуктивности. Масса главного стебля с метелкой изменялась от 5,0 г до 15,3 г. Средние значения признака по годам составили: 2009 – 13,8 г, 2010 – 8,2 г, 2011 – 15,3 г.

Наблюдался большой разброс по массе растения, так, разница между минимальными и максимальными значениями составила в 2009 – в 2,3, 2010 – в 2,4 и в 2011 – в 3,1 раза. Максимальная масса одного растения составила по годам соответственно 16,0 г, 12,2 г, 26,7 г. Результирующим показателем элементов структуры урожая, а следовательно, и продуктивности сорта является масса зерна с растения. Наиболее полновесные метелки от 3,3 до 11,1 г сформировались в 2011 г. Отклонение по продуктивности от среднего значения за 3 года (4,4 г) составило в сухой год – 2,7 г(–1,7 г), во влажный – 6,2 г (+1,8г).

Закономерности, определенные в лабораторных условиях (структурный анализ образцов), подтвердились учетом полевой урожайности при незначительном отклонении абсолютных величин. При

сплошной уборке делянок селекционным комбайном получены следующие результаты: в 2009 г. при урожайности стандартного сорта Шортандинское 7 – 18,7 ц/га, средняя урожайность образцов составила 19,8 ц/га, достоверное превышение показали 5 образцов при НСР 2,86; в 2010 г. при урожайности стандартного сорта 9,8 ц/га, средняя урожайность образцов составила 10,9 ц/га, достоверное превышение показали 8 образцов при НСР 0,92, в 2011 г. средняя урожайность образцов составила 27,9 ц/га, при уровне стандарта 28,9 ц/га, достоверное превышение показали 4 образца при НСР 2,9. За три года средняя урожайность в опыте составила 18,9 ц/га. Отклонение от средней в сухой год составило –9,1 ц/га, в благоприятный +8,2 ц/га. Влияние засухи снизило продуктивность растений в 1,9 раза, в условиях достаточного увлажнения урожайность повысилась в 1,4 раза.

Для определения основных статистических параметров и взаимозависимости признаков: 1 – высота растения, 2 – длина метелки, 3 – число междоузлий, 4 – число веточек 1-го порядка, 5 – длина верхнего междоузлия, 6 – масса растения, 7 – масса зерна с растения между ними рассчитаны средние значения, ошибка средней, дисперсия, коэффициенты вариации и корреляции (табл.2). Значительной изменчивостью характеризовались масса растения и масса зерна главной метелки (коэф. вариации 34-42%). Средняя изменчивость отмечена по высоте растений, числу веточек 1-го порядка, длине верхнего междоузлия; незначительную вариабельность наблюдали по длине метелки и числу междоузлий.

Установлено 15 значимых зависимостей признаков у исследуемых сортов. Наблюдались отрицательные слабые связи длины метелки и числа веточек 1-го порядка, числом веточек и длиной верхнего междоузлия; средняя обратная корреляция числа междоузлий и длины верхнего междоузлия.

Отмечена высокая корреляция признака высоты растения с длиной метелки, массой растения и массой зерна с растения (табл.3). Наиболее сильная корреляционная зависимость (r=0,73-0,89) сохранялась между массой растения и массой зерна с растения. Среднюю взаимосвязь имели признаки длина метелки – длина верхнего междоузлия, масса растения, масса зерна с растения; число междоузлий – число веточек 1-го порядка; число веточек 1-го порядка – масса растения; длина верхнего междоузлия – масса растения, масса зерна с растения.

Таблица 1

Показатели элементов структуры урожая образцов проса, Шортанды, 2009-2011 гг.

Высота растения, см			Длина метелки, см			Число междоузлий, шт.			Число веточек 1 порядка, шт.			Длина верхнего междоузлия, см			Масса растения, г			Масса зерна, г		
min	max	ср.	min	max	ср.	min	max	ср.	min	max	ср.	min	max	ср.	min	max	ср.	min	max	ср.
2009 г.																				
93,1	114,4	104,4	20,5	28,4	24,3	4,2	5,8	5,0	16,4	23,3	19,6	18,6	29,5	23,1	6,2	16,0	13,8	2,3	6,3	4,2
2010 г.																				
71,9	94,7	84,5	17,8	25,5	21,4	4,8	6,4	5,7	11,3	16,9	14,2	18,8	24,6	19,2	5,0	12,2	8,2	1,6	4,4	2,7
2011 г.																				
98,2	125,4	112,7	20,1	28,5	24,6	4,9	6,4	5,8	15,4	26,8	21,1	17,5	28,9	23,5	8,6	26,7	15,3	3,3	11,1	6,2
Среднее																				
87,7	111,5	100,5	19,5	27,5	23,4	4,6	6,2	5,5	14,4	22,3	18,3	18,3	27,7	21,9	6,6	18,3	12,4	2,4	7,3	4,4

Таблица 2

Статистическая обработка элементов структурного анализа

При-знак	Средняя	Ошибка	Дисперсия	Стандарт	Коэф.вариации
1	100,47	1,37	186,13	13,64	13,58
2	23,36	0,23	5,28	2,30	9,83
3	5,50	0,06	0,30	0,55	10,00
4	18,32	0,36	13,11	3,62	19,77
5	22,16	0,35	12,04	3,47	15,66
6	11,43	0,40	15,57	3,95	34,52
7	4,35	0,18	3,29	1,82	41,73

Таблица 3

Матрица коэффициентов корреляции

Признак	1	2	3	4	5	6	7
1	1,00						
2	0,72**	1,00					
3	0,09	-0,09	1,00				
4	0,05	-0,11	0,57**	1,00			
5	0,64**	0,53**	-0,26**	-0,12	1,00		
6	0,74**	0,47**	0,25*	0,30**	0,52**	1,00	
7	0,75**	0,53**	0,11	0,27**	0,62**	0,89**	1,00

* Значимо на 5% уровне.

** Значимо на 1% уровне.

Заключение

Анализ основных элементов структуры урожая проса показал их значительную зависимость от условий влагообеспеченности. Установлено незначительное варьирование (до 9%) признаков: длина метелки и количество междоузлий, показано среднее варьирование высоты растения, числа веточек 1-го порядка, длины верхнего междоузлия, значительную изменчивость (34-41%) имели масса растения и масса зерна. Наблюдалась тесная корреляция (r=0,72-0,89) высоты растения с длиной метелки, длиной верхнего междоузлия, массой растения и массой зерна; массой растения и массой зерна с растения. Средние связи отмечены между длиной метелки и длиной верхнего междоузлия, массой растения, массой зерна; числом междоузлий и числом веточек 1-го порядка, числом веточек 1-го порядка, массой растения и массой зерна; длиной верхнего междоузлия, массой растения и массой зерна. Определены количественные признаки, эффективные для проведения отборов.

Библиографический список

1. *Гуляев Г.В., Гужов Ю.Л.* Селекция и семеноводство полевых культур. – М.: Колос, 1972.
2. *Пшеницы мира* /В.Ф. Дорофеев, Р.А.Удачин, Л.В.Семенова и др. – Л.: ВО Агропромиздат, 1987.
3. *Кузьмин В.П.* Вопросы селекции сельскохозяйственных культур. – Алма-Ата: Кайнар, 1977.
4. *Методы* селекции проса / Ильин В.А.; ВНИИ зерновых и крупяных культур. – Орел, 1979.

5. *Куришбаев А.К.* Агробиоразнообразие и устойчиое земледелие в Северном Казахстане // Сб. докл. междунар. науч.-практ. конф. /АН Респ. Казахстан. – Шортанды, 1999.
6. *Изучение* мировой коллекции проса: методические указания / ВИР. – Л., 1988.
7. *Широкий* унифицированный классификатор СЭВ и Международный классификатор СЭВ вида Panicum Miliaceum L. – Ленинград, 1982.
8. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1968.
9. *Статистический* и биометрико-генетический анализ в растениеводстве и селекции. Пакет программ *AGROS 2.11*. – Тверь, 2000.

УДК 581.88:633.16

Л.Н. Ковригина, Н.А. Маевская
Кемеровский государственный университет

Внутрисортовая изменчивость и сопряженность анатомических признаков стебля у ячменя

Анатомия растений злаковых культур интенсивно изучалась в связи с продуктивностью, устойчивостью к полеганию, засухе и вредителям. Засухоустойчивые и высокопродуктивные формы имеют более мощную проводящую систему, прочность стебля выше у форм с толстой стенкой и широким механическим кольцом. Сорта пшеницы с выполненной соломиной более устойчивы к механическим воздействиям и стеблевым вредителям [1].

Исследования [2] показали, что для сортов ячменя, выравненных по продуктивности и морфологическим признакам соломины, характерна гетерогенность по анатомическим показателям. Изучение взаимосвязей между анатомическими признаками стебля позволяет выявлять формы (сорта, линии, элитные растения) с оптимальной выраженностью комплекса показателей [3].

Цель работы — изучить изменчивость и взаимосвязи между анатомическими признаками стебля у ячменя.

Объект исследования — яровой плёнчатый двурядный ячмень (сорт Сибиряк). Сорт выращен на опытном поле КемГУ (п. Новостройка) в 2009 г. по принятой в области агротехнике.

Выборка составляет 100 растений, собранных в фазу полной спелости. У каждого растения изучали пятое (от зерновки) междоузлие.

Из средней части междоузлия изготавливали постоянные препараты поперечных срезов, которые фотографировали с помощью микроскопа «Биолам» и цифровой камеры MYScope 300M. Используя программу ScopePhoto, на срезах подсчитывали число проводящих пучков внешнего ($П_с$, шт.) и внутреннего круга ($П_п$, шт.), измеряли площадь междоузлия ($S_м$, мм^2), полости ($S_{пл}$, мм^2), склеренхимы ($S_с$, мм^2), паренхимы ($S_п$, мм^2), проводящих пучков в склеренхиме ($S^п_с$) и паренхиме ($S^п_п$). Затем высчитывали суммарную площадь ($S_{пп}$) и общее число (ПП) проводящих пучков, площадь стенки ($S_{ст}$), выполненность междоузлия ($S_{ст}/S_м$, %), долю склеренхимы ($S_с/S_{ст}$, %) и проводящих тканей ($S_{пп}/S_{ст}$, %), плотность расположения проводящих пучков в паренхиме (ПП/$S_п$, шт/мм^2).

Полученные данные обрабатывали с помощью программы «Statistica 5.5», при этом высчитывали среднее арифметическое (M), ошибку среднего (m), коэффициенты вариации (Cv), корреляции ($r_{0,05}$) и детерминации ($R^2_{0,05}$). По размаху значений признака от 25-го до 75-го процентиля определяли сортовую норму.

Таблица 1

Выраженность, внутрисортовая изменчивость (CV) и детерминированность ($R^2_{0,05}$) анатомических признаков стебля у ячменя

Признак	M ± m	25,0-75,0% процентили	CV, %	$R^2_{0,05}$
$S_м$	10,6 ± 0,24	8,8 – 12,0	22,5	0,31
$S_с$	1,0 ± 0,02	0,8 – 1,1	21,2	0,24
$S_п$	3,5 ± 0,09	2,9 – 4,1	25,6	0,34
$S^п_с$	0,1 ± 0	0,04 – 0,07	41,7	0,12
$S^п_п$	0,4 ± 0,01	0,28 – 0,40	26,2	0,25
$S_{пл}$	5,7 ± 0,17	4,6 -6,6	29,2	0,17
$П_с$	20,9 ± 0,43	18,0 – 23,5	20,7	0,08
$П_п$	31,0 ± 0,58	27,0 – 35,5	18,6	0,18
$S_{ст}$	4,9 ± 0,12	4,1 - 5,6	24,0	0,38
$S_{ст}/S_м$	46,3 ± 0,79	40,4 – 50,7	17,1	0,11
$S_{пп}$	0,4 ± 0,01	0,3 – 0,5	24,9	0,29
ПП	51,9 ± 0,80	46,0 – 57,0	15,4	0,21
$S_с/S_{ст}$	20,2 ± 0,40	17,8 – 22,2	19,6	0,11
$S_{пп}/S_{ст}$	8,7 ± 0,22	7,5 – 9,4	24,9	0,09
ПП/$S_п$	9,2 ± 0,23	7,6 – 10,4	24,6	0,17
Среднее			23,70	0,20

Примечание. Обозначение в тексте.

При анализе индивидуальной изменчивости (табл. 1) обнаружено, что среди изученных признаков нет слабо варьирующих (Cv<10%). Для четырёх признаков ($П_п$, $S_{ст}/S_м$, ПП, $S_с/S_{ст}$) характерен средний (Cv = 10-20%), а для остальных ($П_с$, $S_с$, $S_м$, $S_{ст}$, $ПП/S_п$, $S_{пп}/S_{ст}$, $S_{пп}$, $S_п$, $S_{пп}$, $S_{пл}$) – высокий (Cv>20%) уровень изменчивости. Максимальное варьирование (Cv>40%) характерно для суммарной площади проводящих пучков внешнего круга.

Процентильный анализ показал, что только у шести растений значения всех признаков не выходят за пределы размаха от 25-го до 75-го процентиля. У остальных экземпляров наблюдали отклонения показателей от сортовой нормы: по одному – двум признакам – у 28, по трем – четырём – у 27, по пяти – шести – у 22, по семи – десяти – у 17 растений.

Полученные данные свидетельствуют о неоднородности изучаемого сорта по строению стебля. В связи с этим существует возможность индивидуального отбора в сортовых популяциях элитных растений по выраженности анатомических признаков.

Механические свойства стебля зависят от сочетания таких показателей, как толщина междоузлия, объем механических и проводящих тканей, развитие стенки стебля, степень выполненности, поэтому был проведен анализ сопряженности признаков (табл. 1). Значения коэффициента детерминации варьировали от 0,08 до 0,38. Максимальная сопряженность ($R^2_{0,05}$>0,30) во внутрисортовой изменчивости характерна для трёх признаков: $S_м$, $S_п$, $S_{ст}$. Независимо ($R^2_{0,05}$<0,15) от других показателей варьируют $S^п_с$, $S_{пп}/S_{ст}$, $П_с$, $S_с/S_{ст}$, $S_{ст}/S_м$. Сопряженность остальных признаков возрастает в ряду: $S_{пл}$, $ПП/S_п$, $П_п$ (0,15<$R^2_{0,05}$<0,20), ПП, $S_с$, $S^п_п$ (0,20< $R^2_{0,05}$<0,25), $S_{пп}$ (0,25< $R^2_{0,05}$<0,30).

В группе признаков со средней степенью варьирования обнаружены показатели со средней и высокой сопряженностью. Сопряженность высокоизменчивых признаков колеблется от слабой до высокой. Высокая детерминированность и изменчивость характерна для площадей тканей и поперечного сечения стебля в целом. Степень сопряженности ниже у счетных и относительных признаков, чем у мерных.

Изучение относительной и сопряженной изменчивости показало, что в сортовой популяции варьирование размеров поперечного сечения стебля сопровождается различными структурными перестройками, характер которых позволил выявить корреляционный анализ.

В анализируемой выборке площадь поперечного сечения соломины зависит в большей мере от развития в ней полости ($r_{0,05}$ = 0,89), чем стенки стебля ($r_{0,05}$ = 0,76). Однако выполненность стебля при уве-

личении общих размеров междоузлия изменяется мало ($r_{0,05}$ = - 0,19), что свидетельствует о пропорциональном изменении. Действительно, было выделено 15 экземпляров с большей площадью междоузлия и тканей, составляющих стенку соломины, но только у 2 из них отмечена повышенная выполненность (табл. 2).

Увеличение площади стенки стебля связано в основном с разрастанием паренхимы ($r_{0,05}$ = 0,96), что отмечено у 22 растений. Площадь склеренхимы у большинства из них (15 растений) также увеличивается ($r_{0,05}$ = 0,78), а её доля, зависящая от толщины механического кольца, не изменяется ($r_{0,05}$=0,01), так же, как и абсолютный, относительный объём проводящих тканей ($r_{0,05}$ = - 0,04…- 0,16), плотность расположения проводящих пучков в паренхиме ($r_{0,05}$ = - 0,15).

В выборке выделены растения (25 шт.) с небольшой полостью, но для них характерно слабое развитие проводящих тканей ($r_{0,05}$ = 0,50) и тонкий стебель ($r_{0,05}$ = 0,89). Повышение выполненности связано в основном с уменьшением размеров полости ($r_{0,05}$ = - 0,60), что отмечено у 15 растений. При этом отмечается увеличение объема проводящих тканей ($r_{0,05}$ = 0,71), а их доля и количество пучков на единицу площади могут снижаться ($r_{0,05}$= - 0,42…- 0,32).

Плотность расположения проводящих пучков выше у растений с небольшой площадью поперечного сечения междоузлия ($r_{0,05}$ = - 0,52), его выполненной части ($r_{0,05}$ = - 0,68), паренхимы ($r_{0,05}$ = - 0,71) и склеренхимы ($r_{0,05}$ = - 0,59). Число растений с подобным сочетанием признаков варьирует от 22 до 25 штук.

Объём проводящих тканей мало связан с числом проводящих пучков ($r_{0,05}$ = 0,46), т.е. зависит, в первую очередь, от их размеров, поэтому связь с плотностью расположения пучков на поперечном срезе междоузлия – слабая и отрицательная ($r_{0,05}$ = - 0,37). Общее число пучков в стебле и их площадь определяется количеством и размерами пучков внутреннего круга ($r_{0,05}$ = 0,85…0,97), что было отлично для 14 растений.

Доля склеренхимы была больше у нескольких растений (3 шт.), у которых также увеличен относительный объем проводящих тканей ($r_{0,05}$ = 0,60).

Наши результаты согласуются с данными, полученными при изучении межпопуляционной и внутрипопуляционной изменчивости анатомических признаков у сортов и гибридов ячменя: утолщение междоузлия у растений сорта Сибиряк связано в основном с увеличением размеров полости, площадь стенки увеличивается преимущественно за счет разрастания паренхимы, а общий объем проводящих тканей – за счет проводящих пучков внутреннего круга.

Таблица 2

Корреляции ($r_{0,05}$) между анатомическими признаками стебля

	$S_м$	$S_с$	$S_п$	$S_с^п$	$S_п^п$	$S_{пл}$	$П_с$	$П_п$	$S_{ст}$	$S_{ст}/S_м$	$S_{пп}$	ПП	$S_с/S_{ст}$	$S_{пп}/S_{ст}$
$S_с$	0,62													
$S_п$	0,72	0,68												
$S_с^п$	0,46	0,53	0,42											
$S_п^п$	0,65	0,54	0,60	0,31										
$S_{пл}$	0,89	0,34	0,36	0,32	0,47									
$П_с$	0,31	0,23	0,31	0,19	0,15	0,23								
$П_п$	0,46	0,31	0,58	0,08	0,54	0,26	0,23							
$S_{ст}$	0,76	0,78	0,96	0,49	0,66	0,39	0,30	0,56						
$S_{ст}/S_м$	-0,19	0,33	0,43	0,13	0,09	-0,60	0,07	0,19	0,46					
$S_{пп}$	0,70	0,62	0,64	0,52	0,97	0,50	0,18	0,51	0,71	0,11				
ПП	0,50	0,35	0,58	0,16	0,47	0,32	0,71	0,85	0,57	0,17	0,46			
$S_с/S_{ст}$	-0,34	0,03	-0,46	-0,11	-0,24	-0,13	-0,14	-0,36	-0,51	-0,37	-0,24	-0,33		
$S_{пп}/S_{ст}$	-0,16	-0,07	-0,34	-0,04	0,28	0,07	-0,12	-0,06	-0,42	-0,48	0,24	-0,11	0,60	
$ПП/S_п$	-0,52	-0,59	-0,71	-0,42	-0,30	-0,26	-0,21	0,10	-0,68	-0,32	-0,37	-0,05	0,24	0,35

Слабые связи между некоторыми признаками, противоположным образом влияющими на устойчивость стебля к механическим воздействиям, позволяют выделить отдельные экземпляры с оптимальными параметрами.

Библиографический список

1. *Лазаревич С.В.* Эволюция анатомического строения стебля пшеницы. – М.: Наука, 1999. – 151 с.
2. *Степанюк Г.Я.* Изменчивость анатомических признаков стебля ячменя (*Hordeum vulgare* L.) в условиях лесостепи Кемеровской области: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Барнаул, 2010. – 21 с.
3. *Ковригина Л.Н., Степанюк Г.Я.* Корреляционный анализ структуры стебля ячменя *Hordeum vulgare* L. // Сб. проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: материалы 10 междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул, 2011. – С. 60-63.

УДК 633.16:581.144

Л.Н. Ковригина, Г.Я. Степанюк
Кемеровский государственный университет

Особенности выраженности, сопряженности и изменчивости признаков у сортов и гибридов ячменя

Анализу варьирования хозяйственно-ценных признаков у злаков посвящено немало работ. Уровень индивидуальной изменчивости в сортовых и гибридных популяциях свидетельствует о степени селекционно-генетической проработки сортов-самоопылителей, определяет возможности индивидуального отбора в ранних расщепляющихся поколениях гибридов и селекционную ценность признака [1]. Корреляционные зависимости характеризуют тесноту генетических и средовых взаимосвязей признаков [2]. Стабильное проявление высоких значений коэффициентов корреляции в разные годы является следствием генетической сопряженности признаков и свидетельствует о сложности селекционной работы в направлении разрыва этих связей [3]. В отношении признаков, характеризующих структуру стебля у кормовых злаков, такие исследования немногочисленные [4, 5].

Цель данной работы: изучить особенности выраженности, сопряженности и изменчивости анатомических признаков у сортов и гибридов ячменя в изменяющихся условиях среды.

В исследование были включены сорта ярового ячменя сибирской – Баган (Б), Неполегающий (Н) и европейской – Эльф (Э), Brenda (В) селекции (из мировой коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова) и реципрокные гибриды второго поколения, полученные в результате их скрещивания по полной диаллельной схеме. Полевые опыты проведены на опытном поле Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства в 1999-2000 гг. Оба года исследований характеризовались повышенными, в сравнении со среднемноголетними данными, температурами воздуха в начале и пониженными – в конце вегетации. Увлажнение было неравномерным, с большим дефицитом со второй декады июня до второй декады июля в 2000 г.

Анатомический анализ проведен на кафедре ботаники Кемеровского госуниверситета. Материалом послужили поперечные срезы соломины, сделанные в средней части первого префлорального (второго от поверхности почвы) междоузлия. Структуру стебля изучали по следующим признакам: толщина стебля ($H_м$), выполненной части – стенки стебля (R_s), склеренхимы (R_c), паренхимы (R_{Par}), площадь полости (S_{Pol}), проводящих пучков в склеренхиме (S_{PPC}) и паренхиме (S_{PPP}), число сосудисто-волокнистых пучков в склеренхиме (N_{PPC}) и в паренхиме (N_{PPP}), выполненность стебля (S_S/S_m), доля прочных (т. е. склеренхимы и проводящих) тканей (S_{Pr}), плотность расположения проводящих пучков на поперечном срезе междоузлия (G_{PP}).

Объем выборки составлял по 20-30 растений каждого сорта. Выборка в гибридных популяциях была в 2-3 раза больше и зависела от их объема.

Математическая обработка данных проведена с помощью программ «MS Excel» и «Statistica 6.1». Для характеристики сортов и гибридов определяли средние значения (M) признаков и ошибки средних (m). Уровень индивидуальной изменчивости оценивали с помощью коэффициентов вариации (Cv,%), которые вычисляли по каждому признаку. Для характеристики изменчивости генотипов по комплексу показателей вычисляли средние для образца значения коэффициентов вариации. Корреляционный анализ позволил оценить сопряженность признаков в индивидуальной изменчивости, а также вычислить коэффициенты детерминации ($R^2_{0,05}$) для каждого признака и в среднем по образцу. Коэффициент контрастности (К) родительских пар вычисляли по формуле, приведенной работе А. В. Колесника [6].

В 1999 г. по размерам междоузлия, медуллярной полости, толщине стенки стебля и паренхимы, числу проводящих пучков и суммарному объему проводящих тканей родительские сорта уступали гибридам второго поколения, превосходя их по степени выполненности, доле прочных тканей и плотности расположения проводящих пучков на поперечном срезе стебля. В 2000 г. ситуация была противоположной, что связано с особенностями реакции сортов и гибридов на дефицит осадков при повышенных температурах воздуха в период роста стебля. В этих условиях наблюдали уменьшение объемов тканей стенки стебля при увеличении густоты пучков. У всех гибридов и сортов европейского происхождения отмечена депрессия по размерам поперечного сечения междоузлия и медуллярной лакуны одновременно с повышением выполненности вследствие непропорционального изменения размеров полой и выполненной частей стебля. У сибирских сортов обнаружено увеличение толщины стебля и размеров полости, что привело к снижению выполненности. Родительские сорта характеризовались возрастанием, а большинство гибридов – снижением числа проводящих пучков внутреннего круга, по доле прочных тканей ситуация была противоположной.

Различия родительских пар по уровню выраженности признаков – одно из условий успешной селекции. В наших исследованиях более высокий уровень контрастности наблюдали при скрещивании сортов различного происхождения (рис. 1).

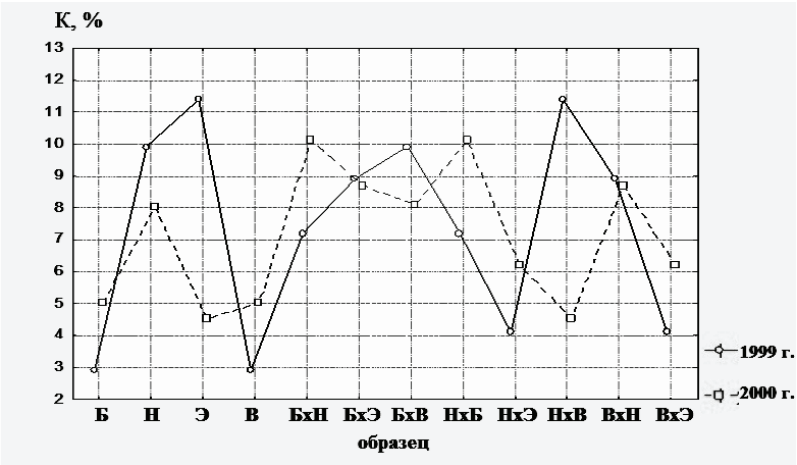


Рис. 1. Контрастность родительских сортов

Сильнее всего родительские сорта отличались по таким признакам, как площадь полости и проводящих тканей в склеренхиме. Зависимость выраженности признаков от погодных условий привела к увеличению в 2000 г. различий между сортами одинакового происхождения и между Неполегающим и Эльфом, к уменьшению контрастности Багана с европейскими сортами. Контрастность возрастала по толщине механического кольца, числу проводящих пучков в нем и площади проводящих тканей внутреннего круга, уменьшалась по толщине стебля, его выполненности, площади полости и доле прочных тканей. В нашем опыте не подтвердилась выявленная А. В. Колесником [6] стабильность наследования признаков при высокой и стабильной контрастности родительских пар.

Высокая изменчивость признаков в F_2 повышает вероятность отбора растений с желаемыми характеристиками.

Средний уровень индивидуальной изменчивости в группе сортов был всего на 2,2-4,0% ниже, чем в группе гибридов. Сорта мало отличались по этому показателю между собой (14,6-6,2% в 1999 г., 17,4-18,6% в 2000 г.). Различия между гибридами по уровню индивидуальной изменчивости были гораздо выше (14,0-25,6% в 1999 г., 13,6-27,6% в 2000 г.). В сортовых популяциях уровень варьирования был высоким по значениям таких показателей, как площадь полости, число и площадь проводящих пучков в склеренхиме, в гибридных популяциях – по площади полости, толщине паренхимы, площади проводящих пучков в склеренхиме и паренхиме, густоте проводящих пучков.

Средний уровень индивидуальной изменчивости только в 3 гибридных комбинациях (НхВ, ЭхН, ВхЭ), независимо от условий года, был выше, чем у родительских форм (рис. 2), преимущественно по площади полости, проводящих тканей внутреннего круга, плотности расположения проводящих пучков на поперечном срезе междоузлия. В 2000 г. таких комбинаций было больше (9), чем в 1999 г. (4). В 2000 г. индивидуальная изменчивость в основном возрастала, однако депрессия по большинству показателей не позволяла выделить перспективные для отбора комбинации. Гетерогенность родительских форм по анатомическим признакам стебля, сильная зависимость их выраженности от условий выращивания затрудняет селекцию на улучшение структуры стебля.

Отбор в гибридных популяциях элитных растений с оптимальными значениями комплекса признаков зависит от степени их сопря-

женности. Средний уровень детерминированности в группе сортов ($R^2_{0,05}$= 0,17-0,19) был ниже, чем в группе гибридов ($R^2_{0,05}$= 0,23-0,27). Среди сортов высокой сопряженностью признаков (рис. 3), мало варьирующей по годам, характеризовались Баган ($R^2_{0,05}$= 0,23-0,26) и Brenda ($R^2_{0,05}$= 0,18-0,19).

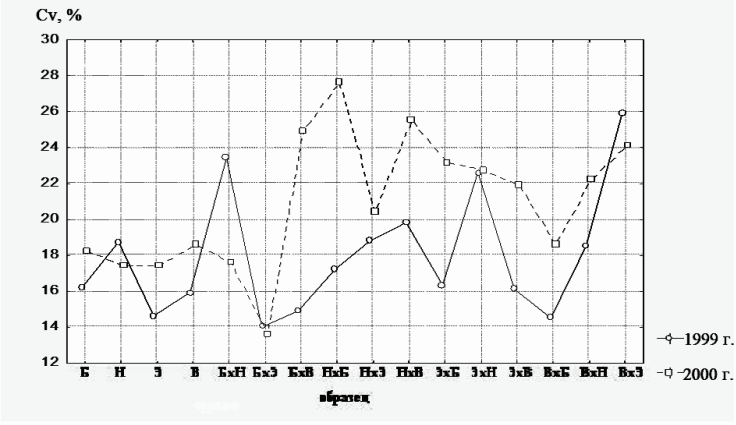


Рис. 2. Индивидуальная изменчивость у сортов и гибридов

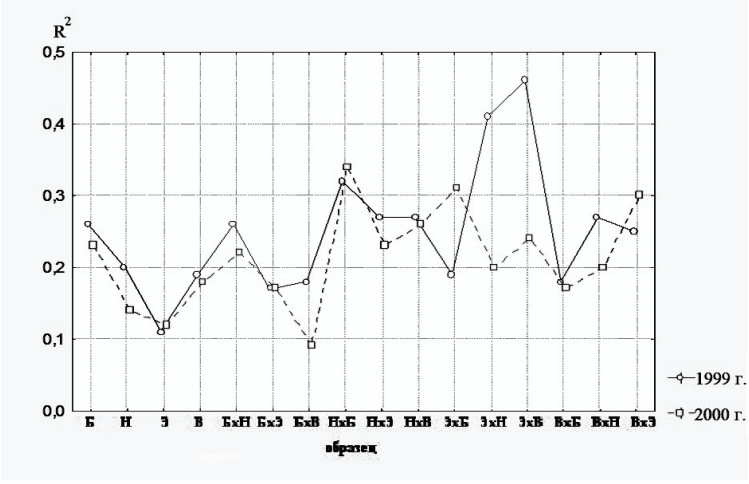


Рис. 3. Сопряженность анатомических признаков у сортов и гибридов ячменя

Среди гибридных комбинаций – прямые и обратные гибриды Неполегающего со всеми остальными сортами ($R^2_{0,05}$= 0,20-0,41), а также ВхЭ ($R^2_{0,05}$= 0,25-0,30). Такие признаки, как толщина склеренхимы и выполненность стебля, изменяются независимо от остальных. Для сортов характерна также низкая сопряженность с другими показателями числа и площади проводящих пучков в обоих кругах. Уровень детерминированности в 2000 г. снижался по большинству признаков и образцов. Для четырех гибридных комбинаций (ЭхН, ЭхВ, ВхН, ВхЭ) характерна более высокая, чем для родительских сортов, сопряженность признаков, независимо от условий года. В 2000 г. таких комбинаций было больше (8), чем в 1999 г. (4). Степень сопряженности и изменчивости признаков у гибридов F_2 мало зависит от их детерминированности у родительских сортов.

Для четырех гибридов характерно сохранение по годам уровня относительной (Cv) и сопряженной ($R^2_{0,05}$) изменчивости. В популяциях БхЭ и ВхБ была снижена гетерогенность по фенотипическому проявлению признаков (Cv= 13,6-18,6%) и их сопряженность ($R^2_{0,05}$= 0,17-0,18). Отбор растений по толщине стебля в этих популяциях сопровождался увеличением размеров полости ($r_{0,05}$= 0,79-0,99), а по толщине стенки – объема паренхимы в ней ($r_{0,05}$= 0,99), выраженность остальных признаков была различной, их взаимосвязи сильно варьировали по годам ($r_{0,05}$ = 0,04-0,71). Гибридные комбинации ВхН, ВхЭ отличаются высоким фенотипическим разнообразием экземпляров (Cv= 18,5-25,9%) и сопряженностью признаков ($R^2_{0,05}$= 0,20-0,30). В популяции ВхН растения с толстым междоузлием характеризуются большой полостью ($r_{0,05}$ = 0,04-0,71) и площадью проводящих тканей в паренхиме ($r_{0,05}$ = 0,04-0,71), уменьшением доли прочных тканей и густоты проводящих пучков. У растений с более толстой стенкой сильнее разрастается паренхима ($r_{0,05}$ = 0,04-0,71). Гибридная комбинация ВхЭ выделилась как перспективная в практической селекции. У толстостебельных растений увеличены размеры не только полости ($r_{0,05}$= 0,87-0,94), но и толщины стенки ($r_{0,05}$= 0,63-0,76), числа пучков внешнего круга ($r_{0,05}$= 0,64-0,65) и площади – внутреннего ($r_{0,05}$= 0,75-0,79). Толщина стенки увеличивается за счет паренхимы ($r_{0,05}$= 0,99), в ней также повышена площадь проводящих тканей внутреннего круга ($r_{0,05}$= 0,60-0,66). Выявленные взаимосвязи представляет интерес в селекции на повышение прочности и устойчивости стебля. Негативным является факт снижения доли прочных тканей ($r_{0,05}$ = -0,61...-0,72) и густоты пучков ($r_{0,05}$ = -0,75...-0,81).

Между уровнем изменчивости и сопряженности признаков у родительских сортов и гибридов обнаружена прямая корреляция: у сортов высокая в 2000 г. ($r_{0,05}$=0,74), средняя – в 1999 г. ($r_{0,05}$=0,48). У гибридов уровень корреляций между этими показателями был ниже и мало изменялся по годам ($r_{0,05}$=0,31-0,43). Уровень индивидуальной изменчивости в гибридных популяциях в 1999 г. был ниже при высокой контрастности родительских пар ($r_{0,05}$= - 0,59), а в 2000 г. практически не зависел от этого показателя ($r_{0,05}$= - 0,07). Между сопряженностью признаков у гибридов и контрастностью исходных сортов в 1999 г. корреляция была отрицательной ($r_{0,05}$= - 0,61), а в 2000 г. – положительной ($r_{0,05}$= - 0,07).

Таким образом, анализ анатомического строения стебля у ячменя показал высокую зависимость выраженности, относительной и сопряженной изменчивости анатомических признаков от условий вегетации. Родительские сорта и гибриды F_2 отличались по выраженности анатомических признаков и реакции на погодные условия. Соотношение уровня изменчивости и сопряженности показателей структуры стебля у гибридов и родительских сортов варьировало по годам. Высокая изменчивость анатомических признаков стебля у родительских сортов затрудняет селекцию, направленную на повышение их выраженности. Сопряженность комплекса признаков у гибридов F_2 не зависит от степени их детерминированности у родительских сортов, а фенотипическое разнообразие рекомбинантов – от уровня контрастности исходных форм. В комбинациях с высокой сопряженностью толщины соломины с другими признаками высока вероятность отбора растений с комплексом показателей структуры стебля, а в комбинациях с низкой сопряженностью – растений с оптимальной выраженностью отдельных признаков. Утолщение междоузлия у родительских сортов и гибридов F_2 связано в основном с разрастанием полости, площадь стенки соломины увеличивается преимущественно за счет разрастания паренхимы, а общий объем проводящих тканей – за счет площади проводящих пучков внутреннего круга.

Библиографический список

1. *Мережко А.Ф.* Проблемы доноров в селекции растений. – СПб., 1994. – 127 с.
2. *Жученко А.А.* Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). – Кишинев: Штиинца, 1988. – 768 с.
3. *Скуридин Г.М., Багинская Н.В.* Перспективы корреляционного анализа количественных признаков // Задачи селекции и пути их

решения в Сибири: сб. докл. – Новосибирск: Изд-во ИЦиГ СО РАН, 2000. – С. 312-317.

4. *Джидед Х.* Особенности анатомического строения стебля сортов мягкой пшеницы разных лет селекции в Центральном регионе Нечерноземной зоны: автореф. дис. … канд. биол. наук. – М., 2006. – 20 с.
5. *Комарова Е.А.* Особенности анатомического строения стебля и колосового стержня сортов тритикале в связи с продуктивностью колоса и устойчивости к полеганию: автореф. дис. … канд. биол. наук. – М., 2007. – 20 с.
6. *Колесник А.В.* Стабильность наследования некоторых признаков устойчивости ярового ячменя против полегания // Селекция и семеноводство. – Киев, 1984. – Вып. 57. – С. 12-16.

УДК 633.13.631.527. (571.13)

М.А. Козыренко, В.Н. Пакуль
ГНУ Кемеровский НИИСХ Россельхозакадемии

Высокий потенциал продуктивности у нового сорта ярового овса Креол

Овес является ценной зернофуражной и кормовой культурой в Западной Сибири. Зерно овса является незаменимым концентрированным кормом для лошадей, молодняка всех видов сельскохозяйственных животных и птицы. Оно также служит сырьем для производства круп и диетических продуктов питания. Питательная ценность зерна овса и продуктов его переработки определяется высоким содержанием белка и его сбалансированностью по аминокислотному составу, высоким содержанием и хорошей перевариваемостью жира, а также некоторых витаминов и микроэлементов [1].

Главным направлением селекции овса в Западной Сибири является создание сортов, обладающих стабильной высокой продуктивностью при оптимальной продолжительности периода вегетации с учетом природно-климатических факторов.

Особое внимание должно уделяться увеличению экологической пластичности сортов. Приспособленность сорта к изменяющимся условием окружающей среды – необходимое условие получения стабильного урожая по годам [2].

При оценке селекционных линий овса в условиях лесостепи Кузнецкой котловины особое внимание уделяется высокой продуктивности растений и ее стабильности.

Метеоусловия в годы изучения в конкурсном сортоиспытании селекционных линий овса и при передаче сорта на государственное сортоиспытание имели свои характерные отличия. Наиболее контрастными были 2009 и 2010 гг.

Особенностью 2009 г. являются низкие среднесуточные температуры в первой декаде мая и резкое похолодание в третьей декаде. Недостаточная теплообеспеченность отмечалась в июне, на 2^0С ниже нормы с значительным количеством осадков (162% к среднемноголетним показателям). Корневая система развивалась близко к поверхности почвы, что снижало устойчивость растений к полеганию, при достаточно высокой их биомассе. Число часов солнечного сияния ниже нормы на 11,3. В совокупности низкие температуры и высокая влагообеспеченность повлияли на продолжительность фазы выхода в трубку и в целом на увеличение длины вегетационного периода овса.

Июль характеризовался достаточным количеством тепла и высокой обеспеченностью влагой. Созревание овса в августе проходило при средней среднесуточной температуре воздуха 15,9^0С. В первой декаде сентября осадков выпало 5 мм, что способствовало оптимальным условиям уборки селекционного материала овса, ГТК составил 0,49.

Таблица 1

Условия влагообеспеченности в период вегетации, Кемерово

Год	Гидротермический коэффициент			
	май	июнь	июль	август
2006	1,16	1,10	1,18	1,53
2007	1,81	2,87	2,13	1,11
2008	1,47	1,33	1,31	1,73
2009	1,69	2,33	1,90	1,24
2010	1,00	0,46	2,60	1,53

Для вегетационного периода 2010 г. характерна недостаточная обеспеченность влагой до фазы вымётывания у овса. За июнь и май месяц выпало соответственно 23-29 мм осадков, что составляет 63-67% от нормы. Во второй половине вегетации обильные осадки, в июле выпало 136 мм (норма 64), в августе – 124 (норма 59 мм). В июле у зерновых культур из надземного узла образовались дополнительные продуктивные побеги. Низкие среднесуточные температуры июля, не-

достаток солнечного сияния, переизбыток влаги способствовали увеличению продолжительности вегетационного периода ярового овса. Созревание овса проходило по календарным дням до 15 сентября и более. В значительной степени установлена неравномерность созревания, 50% и более стеблей отставали по фазам развития от основного стеблестоя, сформировавшегося из узла кущения. ГТК в период формирования и налива зерна составил 1,53-2,60 (табл. 1).

Нами установлено, что наименьшим показателем вариабельности урожайности селекционных линий овса (V = 5,9%) в сложившихся условиях обладает селекционная линия АС-7, что свидетельствует об ее высокой устойчивости к неблагоприятным факторам среды в северной лесостепи Кузнецкой котловины (недостаток влаги в периоды всходы-кущение и колошение-восковая спелость, понижение температуры в первой декаде июня). То есть местный сорт, выведенный в конкретных почвенно-климатических условиях, имеет более высокую устойчивость к абиотическим факторам внешней среды.

Таблица 2

Характеристика сорта ярового овса Креол

Год	Вегет. период, дней	Урожайность, т/га	Кол-во прод. стебл., шт.	Кол-во зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Пленчатость, %	Натура, г/л	Содержание в зерне, %	
								белка	жира
Ровесник									
2006	83	3,38	274	43	57,4	29,8	435	9,5	3,6
2007	82	4,24	242	52	50,7	29,8	496	10,0	4,5
2008	82	4,29	268	39	40,5	30,0	490	12,0	4,0
Среднее	**82**	**3,97**	**261**	**44**	**49,5**	**29,9**	**474**	**10,5**	**4,0**
Креол									
2006	83	4,87	382	43	51,8	26,5	486	13,5	3,6
2007	80	5,48	430	27	41,9	25,7	529	13,0	4,4
2008	83	5,17	368	35	40,0	26,0	510	14,0	4,1
Среднее	**82**	**5,17**	**393**	**35**	**44,6**	**26,1**	**508**	**13,5**	**4,0**
$НСР_{05}$									
2006		0,46	86,7	10,6	1,5	1,6	8,6		
2007		0,40	35,0	3,2	1,0	1,6	2,9		
2008		0,34	45,0	5,1	1,8	1,2	3,4		

По результатам исследований селекционная линия овса АС-7 в 2008 г. передана в государственное сортоиспытание, как сорт Креол. Сорт ярового **овса Креол** создан Кемеровским НИИ сельского хозяйства в результате творческого сотрудничества с СибНИИСХ (г. Омск). Выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции (Фобос x Dula) с селекционной проработкой на отбор со стабильной продуктивностью, низкой плёнчатостью. Гибридная популяция F_3 получена из СибНИИСХ в 1993 г. Сорт относится к западно-сибирской экологической группе, среднеспелый, вегетационный период 82 дня. Разновидность mutica. Сорт зерноукосного направления. Зерно плёнчатое. Зерно крупное, масса 1000 зёрен 40,0- 51,8 г, плёнчатость 26,1%, натурная масса 486-529 г/л, выход зерна 81%, содержание белка в зерне 13,5% (табл. 2).

Сорт устойчив к поражению пыльной головнёй, поражение при искусственном заражении 0,0%. Высота растений 83-97 см, продуктивная кустистость 1,2-1,8, устойчивость к полеганию 5,0 балла (по пятибалльной шкале), число зёрен в метёлке 35,0-43,0 шт., метёлка раскидистая, длина 14-20 см.

Средняя урожайность зерна сорта Креол 5,17 т/га, максимальная 5,48 т/га, что превышает сорт стандарт Ровесник на 1,2 т/га. Основными элементами продуктивности в формировании урожайности у сорта Креол является количество продуктивных стеблей, сохранившихся к уборке, r = 0,7444. Сорт формирует высокий урожай зелёной массы – 20,8-27,1 т/га. Содержание переваримого протеина 6,6 – 8,0 ц/га.

Сорт Креол находился в государственном сортоиспытании с 2009 г. По результатам испытания на госсортоучастках Кемеровской области сорт Креол подтвердил свою высокую потенциальную урожайность. На Мариинском госсортоучастке (зона – подтайга предгорий) урожайность в 2010 г. составила 5,20 т/га, в 2009 г. – 6,17 т/га. По результатам двух лет исследований сорт ярового овса Креол внесен в Государственный реестр по 10 региону. Получен патент за № 5895, 06.04.2011 г., заявка № 51340 от 01.12.2008 г. с датой приоритета 01.12.2008 г.

Таким образом, сорта, созданные в конкретных почвенно-климатических условиях, имеют высокие адаптивные свойства. Создан высокопродуктивный иммунный сорт ярового овса Креол с урожайностью зерна 5,17-6,17 т/га, зелёной массы – 20,8-27,1 т/га, с крупным зерном – 51,8 г и низкой плёнчатостью – 26,1%.

Библиографический список

1. *Баталова Г.А.* Оценка овса на устойчивость к засухе // Научные проблемы создания новых сортов с.-х. культур, адаптированных к современным условиям производства и переработки: материалы научной сессии, 21-22 июня 1998 г. – СПб., 1978. – С. 49-51.
2. *Родионова Н.А., Солдатов В.Н., Мережко В.Е. и др.* Культурная флора. Т. 2, ч. 3. Овес. – М., 1994.

УДК 631.21:631.523

С.Н. Красников
Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа

История Нарымского картофеля (к 90-летию со дня рождения селекционера-картофелевода Рогачёва Н.И.)

Сегодня трудно себе представить, как обходились когда-то люди без такой универсальной культуры как картофель. Нужен он и как продукт питания, и как сырье для промышленности, и как кормовая культура. Его возделывают в 130 странах мира. Родиной картофеля является Южная Америка, где он известен с незапамятных времен.

Первобытные племена для своего пропитания искали в земле съедобные корни растений, среди которых находили и клубни дикого картофеля. Известно более 150 его диких видов, произрастающих преимущественно в Южной и Центральной Америке. Из перемерзших клубней индейцы приготавливали чуньо – высушенный картофель, который можно было хранить долгое время. У индейцев картофель был настолько популярным и необходимым продуктом питания, что существовала поговорка: «Еда без чуньо – все равно, что жизнь без любви».

Картофель для Европы впервые открыли испанцы, обнаружившие в Южной Америке «мучнистые корни хорошего вкуса». Считается, что в 1565 г. его привезли в Испанию якобы по личному распоряжению короля Филиппа II. Отсюда он попал в Италию, где начал широко использоваться не только для пищевых, но и кормовых целей. В 1587 г. картофель из Италии доставляется в Бельгию. Мэр небольшого бельгийского города Монс Филипп де Сиври в начале1588 г. послал два

клубня и ягоду картофеля в Венский ботанический сад ботанику Каролису Клюзиусу, который в 1601 г. в своей книге «Описание редких растений» подробно описал картофель. Выращенные клубни Клюзиус выслал швейцарскому ботанику Касперу Бохену, который дал новому растению ботаническое название Solanum tuberosum (паслен клубнеплодный). Это название сохранилось за картофелем до наших дней. Затем картофель попадает во Францию, Польшу, Германию, Венгрию, Швецию.

Точных сведений о появлении картофеля в России нет, но его связывают с петровской эпохой. В конце XVII века Петр I, находясь в Нидерландах по корабельным делам, заинтересовался этим растением и «для расплода» прислал из Роттердама мешок клубней графу Шереметьеву и приказал разослать картофелины по различным областям России, местным начальникам, вменяя им в обязанность приглашать русских заняться его разведением. В Петербурге картофель начал выращиваться с 1736 г. на Аптекарском огороде. Под названием «тартуфель» его в очень малых количествах подавали в начале 40-х годов на придворные торжественные обеды.

С другой стороны, за столом принца Бирона в царствование императрицы Анны Иоанновны (1730-1740) картофель уже являлся вкусным и лакомым блюдом. Известный русский агроном, ученый и писатель Андрей Тимофеевич Болотов, участвовавший в действиях русской армии в Восточной Пруссии во время Семилетней войны (1756-1762 гг.), в журнале «Экономический магазин» в 1787 г. сообщил о том, что участники похода познакомились с картофелем и, возвращаясь на родину, привозили с собой клубни для разведения.

Директор музея-усадьбы «Суйда» А.В. Бурлаков документально установил, что первое картофельное поле в Санкт-Петербургской губернии появилось именно в Суйде, весной 1760 г. У истоков его создания стоял владелец местной усадьбы легендарный петровский арап Абрам Петрович Ганнибал. Будучи в отставке, он усердно занимался агрономической наукой и проводил у себя на мызе первые опыты по выращиванию картофеля.

Инициатором массового распространения картофеля стала Медицинская коллегия, президентом которой был в то время барон Александр Черкасов. В своем донесении в Сенат это учреждение сообщало, что для борьбы с голодом необходимо разводить новую культуру картофель или «земляные яблоки», как это делается в Англии. Императрица Екатерина II поддержала это предложение. В результате

19 января 1765 г. был издан первый Указ о внедрении картофеля и разослан всем губернаторам.

Это имело важные последствия. Энергичный генерал-майор и новгородский губернатор Яков Ефимович Сиверс 22 февраля 1765 г. послал в Сенат рапорт, в котором внес предложение об общегосударственной закупке семенного картофеля в Ирландии с целью последующей рассылки его по губерниям. Сенат рассмотрел рапорт Я.Е. Сиверса и поручил медицинской коллегии закупить семенной картофель, выделив на это 500 руб. Чтобы ускорить распространение картофеля, Сенат только в 1765-1766 гг. рассматривал вопрос о внедрении картофеля 23 раза.

Еще 12 апреля 1765 г. Сенат в ответ на запрос губернатора Петербурга С.Ф.Ушакова как разводить картофель, приказал медицинской коллегии составить «Наставление» о разведении картофеля. Такое «Наставление о разведении земляных яблок, называемых «потетес» было отпечатано в сенатской типографии в количестве 10 тыс. экземпляров и бесплатно разослано всем губернаторам из расчета 50 шт. на каждую провинцию или уезд, 25 шт. на каждый город и 100 шт. на губернию. «Наставление» состояло из введения и 16 разделов. Это была своего рода энциклопедия картофелеводства середины 18 века, где излагались сведения о сортах, подготовке почвы, сроках и густоте посадки, прополке и окучивании, уборке и хранении, использовании клубней в пищу и на корм скоту, размножении и другие советы. В декабре 1765 г. было издано дополнительное, специальное «Наставление» о перевозках и хранении получаемого семенного картофеля.

Указы Сената, агротехническая инструкция, агитационные материалы позволили уже осенью 1765 г. в нескольких местах получить блестящие результаты по размножению картофеля. В Новгороде под руководством Я.Е. Сиверса высадили на хорошей огородной почве около 40 кг картофеля. О своем успехе Я.Е. Сиверс доложил Сенату, а последний особым указом довел до сведения всех губернаторов империи и приказал напечатать об этом в первой русской газете «Санкт-Петербургские Ведомости», что и было сделано 10 февраля 1766 г.

Трудности перевозки семенных клубней картофеля на дальние расстояния заставили медицинскую коллегию послать картофель в Иркутск семенами. Часть из них, видимо, была собрана в петербургском аптекарском огороде, а часть закуплена в Берлине и Англии. Из Иркутска удивительно быстро семена картофеля были отправлены в Илимск, Якутск, Охотск и на Камчатку для раздачи «любопытным

мещанам» и «хорошим домостроям». Рассылали семена с инструкцией о выращивании сеянцев.

В Илимске воеводская канцелярия передала полученные семена (2,5 золотника, или 15 г) А. Березовскому. Последний умело вырастил рассаду и получил 12 фунтов клубней размером с «русский орех», а изредка «с куриное или утиное яйцо». Сам того не зная, он провел первую селекцию картофеля в Сибири, а может быть, и в России. Так было положено начало русскому картофелеводству.

Большая заслуга в расширении площадей под картофель в России принадлежала Вольному экономическому обществу, в трудах которого печатались статьи видных ученых о картофеле. Одним из основоположников школы научного картофелеводства в России являлся агроном А.Т. Болотов, опубликовавший в 1770 г. работу «Примечание о картофеле, или земляных яблоках». В данной статье он изложил агротехнические основы размножения клубней, дал советы по возделыванию и уборке картофеля.

С помощью Вольного экономического общества развернул свою деятельность даровитый селекционер-самородок, петербургский огородник и семеновод Ефим Андреевич Грачев. Свои сорта он демонстрировал на всемирных выставках в Вене, Кельне, Филадельфии. За развитие овощеводства Е.А. Грачев был награжден десятью золотыми и сорока серебряными медалями, избран членом Парижской академии сельскохозяйственных наук. На своем участке он высаживал и всесторонне испытывал более 200 сортов. Лучшие из них он усиленно размножал и распространял по всей территории России. Кроме того, им выведено из семян путем переопыления цветков около двадцати сортов картофеля, отличающихся по цвету клубней – белые, красные, желтые, розовые, пурпурные; по форме – круглые, удлиненные, конусообразные, с поверхностными и углубленными глазками, а также устойчивые к грибковым заболеваниям. Названия большинства этих сортов связаны с фамилией Грачева. После смерти его дело некоторое время продолжал сын В.Е. Грачев. В 1881 г. на выставке Вольного экономического общества он демонстрировал 93 сорта картофеля. Среди них известные сорта – Ранняя роза, Персиковый цвет, Снежинка, Вермонт, Эфилос, Светло-розовый и др.

После революции основателем и организатором селекционной и семеноводческой работы по картофелю с полным правом считают Героя Социалистического Труда Александра Георгиевича Лорха (1889-1980 гг.). По его инициативе была создана Кореневская опыт-

ная станция, реорганизованная в 1930 г. в НИИ картофельного хозяйства. Им были выведены первые советские сорта картофеля – Кореневский и Лорх.

В Санкт-Петербурге работал селекционер Абрам Яковлевич Камераз. Большой вклад в развитие селекции внес Константин Захарович Будин, который с 1979 г. возглавлял отдел клубнеплодов ВИР. Совместно с ведущими учеными по картофелю академиком Россельхозакадемии, Героем Социалистического Труда Сергеем Михайловичем Букасовым, Абрамом Яковлевичем Камеразом, Вадимом Степановичем Лехновичем, Алексеем Григорьевичем Зыкиным, Натальей Антоновной Житловой, Марией Александровной Вавиловой, Натальей Филипповной Бавыко, Людмилой Ильиничной Костиной, он усиленно работал над исследованием по изменению плоидности картофеля и использованию дигаплоидов в практической селекции. Им были созданы самые сложные многовидовые гибриды, послужившие основой для создания многих сортов. В последующие годы большой вклад в развитие картофелеводства на северо-западе России внесли ученики С.М. Букасова – Елизавета Александровна Осипова и Нина Александровна Лебедева [3].

Первые попытки создания новых сортов картофеля в Западной Сибири относятся к 1919 г. В Омске Л.И. Венени начал вести клоновый отбор из местного материала, в котором преобладала американская Ранняя роза [1]. В дальнейшем омские селекционеры Л. Катин-Ярцев с Ивановой, Б.Н. Дорожкин, Н.В. Дергачёва и др., применяя новые методы селекции, создали ряд замечательных сортов картофеля.

К сороковым годам картофель уже был широко распространён на приусадебных участках и в многочисленных колхозах Нарыма. В 1940 г. в колхозах Нарымского округа было посажено 1822 га картофеля. В числе возделываемых сортов тогда были: Ранняя роза, Вольтман, Лорх, Народный, Местный белый, Местный розовый, Красавица Нартана и ряд других, случайно попавших и, как правило, мало пригодных для нарымских условий. Около 70% площади занимал сорт Ранняя роза.

Селекция картофеля на Нарымской ГСС началась в 1938 г. с испытания 16 сортов и 308 номеров, поступивших с Парабельского сортоучастка. В 1939 г. было получено 200 селекционных номеров с Томской сельхозопытной станции.

Первым методом создания новых сортов явился метод вегетативной гибридизации. В 1939 г. впервые на станции было проведено

50 вегетативных прививок с использованием сортов Эпрон, Ранняя роза, Кобблер и Фитофтороустойчивый-8670.

Селекционную работу с картофелем на станции в 1938-1939 гг. проводила научный сотрудник Борейшис Н.А., а в 1940-1948 гг. научный сотрудник И.В. Карпович. Из селекционного материала, полученного в 1939 г. с Полесской станции, И.В. Карпович выделил Сеянец-36, названный затем Нарымчанином. Сорт Полесский-36 (Нарымчанин) был районирован в Томской области до 1949 г. и сыграл в картофелеводстве известную положительную роль [2].

С 1949 г. Николаем Ивановичем Рогачёвым начаты селекционные работы на основе межсортовой и внутривидовой гибридизации. Основным методом становится половая гибридизация с использованием вида S. demissum, а также сортов и гибридов, в происхождении которых участвовали дикие фитофтороустойчивые виды. Так были созданы и районированы замечательные, широко известные сорта столового назначения: Нарымский ранний, Колпашевский, Идеал, Приобский, Нарымка, Янга, Томич. Все сорта отличаются хорошими вкусовыми качествами. И ещё сейчас сорт Колпашевский, а сорт был районирован в 1966 г., возделывается в Северном (1) регионе. Этот сорт отличается высокими вкусовыми качествами – это его главное достоинство.

Сорт Колпашевский происходит от скрещивания сортов Ранняя роза и Петровский. Последний – межвидовой гибрид. В его происхождении участвовал вид С. демиссум. При скрещивании (1952 г.) преследовалась цель – соединить в одном сорте скороспелость и высокие вкусовые качества Ранней розы с устойчивостью к фитофторе и раку сорта Петровский. И это удалось. С 1966 г. сорт районируется в Красноярском крае и Кустанайской области, затем в Томской, Сахалинской и Камчатской областях, в Тувинской, Башкирской и Коми АССР. Имея генотип R1., он в ряде зон не поражался или слабо поражался фитофторозом. На Парабельском ГСУ Томской области за 16 лет испытаний урожаи Колпашевского варьировались в пределах 237-466 ц/га, или на 40-60 ц выше Берлихингена. В 1975 г. на Шушенском ГСУ Красноярского края получено 524 ц/га. Урожай на 77 ц превысил сорт Приекульский ранний. В зонах районирования сорт превосходил соответствующие стандарты в среднем на 20-30 ц/ га. Содержание крахмала у него повышенное (14-19%). За вкусовые качества он был включён в число восьми высокоценных сортов столового картофеля, на которые соответствующим ГОСТом была установлена надбавка к закупочным ценам.

Высокими вкусовыми качествами наши сорта обязаны скороспелке – Ранней розе. Она – мать Нарымского раннего и Колпашевского, бабушка Идеала и Приобского. Когда-то сорт был распространен в нашей стране, широко возделывался в Нарыме. Но из-за сильного поражения болезнями, травмирования при механизированной уборке и плохой лёжкости уступил место более надёжным сортам. Для селекции же он не потерял своего значения и поныне.

Селекционеры научились создавать сорта, устойчивые ко многим грибным, бактериальным и вирусным болезням. Но, к сожалению, устойчивость эта часто бывает недолговечной. При возделывании устойчивых сортов через какое-то время появляются и накапливаются более вирулентные расы и штаммы возбудителей различных болезней, и сорта начинают поражаться ими. Так, например, сорта Идеал и Колпашевский в условиях Нарымской ГСС не поражались фитофторой в течение 21-25 лет с момента их выведения, в том числе всего 10-11 лет после районирования [4].

В настоящее время сотрудники станции ведут работу по созданию для таёжной и северной лесостепной зон Сибири новых ранних и среднеранних сортов столового назначения, обладающих более высокими показателями продуктивности и качества, чем районированные прежде. Эти сорта должны отличаться высокой урожайностью, повышенной крахмалистостью, хорошими вкусовыми качествами, обладать устойчивостью к раку, нематоде, фитофторе, парше, ризоктониозу и вирусам. Успех селекционной работы зависит от наличия исходных родительских форм, их генетической изученности, методов гибридизации, оценки и отбора перспективных сортообразцов. Ежегодно изучается несколько сотен сортов и гибридов отечественной и зарубежной селекции, лучшие по тем или иным признакам используются в скрещиваниях.

2 сентября 2012 г. исполняется 90 лет со дня рождения селекционера Николая Ивановича Рогачёва. К сожалению, он не дожил до этой даты. Но его дело живёт, и ученики помнят о нём.

Н.И. Рогачёв родился 02.09.1922 г. в Кировской области в крестьянской семье. В 1941-1942 гг. участвовал в ВОВ. После окончания Тимирязевской сельскохозяйственной академии в 1947 г. поступает на работу в Нарымскую ГСС. Он является автором сортов картофеля Нарымский ранний, Колпашевский, Идеал, Приобский, соавтором сортов Нарымка, Янга, Томич, Накра, Памяти Рогачёва, Антонина, Солнечный, Юбиляр, Югана, Чая. За успехи в работе награждён орде-

нами Октябрьской революции и «Знак Почёта», двумя серебряными медалями ВДНХ СССР, медалями «Ветеран труда», «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия В.И. Ленина», знаками «Отличник соцсоревнования», «Ударник 11-й пятилетки», ему присвоено звание «Заслуженный агроном РСФСР». Стаж работы на НГСС – 39 лет.

Библиографический список

1. *Дорожкин Б.Н.* Региональные аспекты селекции картофеля в Западной Сибири//Сб. науч. трудов, посвящённый 170-летию Сибирской аграрной науки. – Омск, 1998.
2. *Красников С.Н.* История, результаты и перспективы селекции картофеля в таёжной зоне Западной Сибири//Сб.науч.тр.: Вклад НГСС в научное обеспечение АПК Сибири. – Томск, 2003. – С. 49-53.
3. *Осипов А.И.* Сельскохозяйственные вести. – 2010. – №3.
4. *Рогачёв Н.И.* Нарымские сорта картофеля // Земля сибирская, дальневосточная. – 1984. – № 8. – С. 20-21.

УДК 631.523/527:575

Ю.С. Ларионов
Омский ГАУ им. П.А. Столыпина

Принципы создания и управления генотипом сорта в селекции и семеноводстве

Генетическая информационная система является уникальным материальным образованием, возникшая на заре возникновения клетки, как формы живой материи и обеспечившая не только эволюцию клетки, всех видов существующих на Земле, но и в целом биосферы. В организации генетического аппарата выделяют ряд уровней: генный, хромосомный, геномный и цитоплазматический. Они и обеспечивают селекционно-репродукционное и эволюционное существование генотипа. Одновременно на каждом из них проявляются основные свойства материала наследственности и изменчивости и определенные закономерности его передачи и функционирования (генный, подвижные генетические элементы, хромосомный, геномный и цитоплазматический, их сложное взаимодействие). Каждый из них имеет, в свою очередь, достаточно сложную структуру внутренних взаимодействий

(аллельные, межаллельные, эпистаз, сверхдоминирование, кроссинговер, трансгрессии, транслокации, подвижные элементы и др.), осуществляемых внутри клетки. Все эти механизмы изначально обеспечивают индивидуальную изменчивость внутривидового, сортового разнообразия, фенокопий и модификаций [15, 16, 23, 19, 20, 21].

1. Эволюционно-генетический принцип. Он базируется на выявлении и использовании свободной и потенциальной генетической изменчивости рода, вида, сорта и выработки стратегии создания нового генотипа на основе филогенеза и эпигенеза. Для этого в селекции и генетике создано целое направление: сбор и изучение генетических ресурсов и кариотипов видов, создание, изучение исходного материала на основе генетических коллекций и широких рекомбинационных перестроек геномов и генотипов. Генотип вида, сорта – это продукт эволюции генетических систем. И только эти системы (геномы) обеспечивают его приспосабляемость, стабильное существование и изменение. В основе принципа лежат механизмы наследственности и изменчивости, обусловленные функционированием одного и того же материального субстрата. Химическая природа этого субстрата – нуклеиновые кислоты и белки. Общие свойства и уровни организации генетического аппарата позволяют рекомбинировать генетическую изменчивость у всех организмов на уровне клетки.

Сегодня можно четко говорить о том, что все взаимодействия внутри клетки имеют непосредственную связь к эволюционным преобразованиям вида и её реакция на внешние воздействия, на основе информационных эпигенетических механизмов, носит онтогенетический экологический характер. Это выражается в изменениях, в запретах, как на уровне отдельных генотипов, так и целых их систем, обеспечивающих динамику эколого-генетических и географических дифференцированных популяций, полиморфизма и индивидуальной изменчивости как на уровне популяции вида, так и сорта [19, 20, 21, 23, 18, 7, 28-30, 25, 26, 27].

А естественный отбор обеспечивает отбор адаптивных форм и дивергенцию вида, для которого новые изменения становятся нормой. Эта норма, в широком ее понимании, присуща сорту, являющемуся более узкой генетической единицей по отношению к виду, роду.

Руководствуясь учением Ч.Дарвина, эволюционное развитие всегда осуществляется в последовательном ряду поколений посредством отклонения потомков от своих предков, которое по существу представляет собой основу эволюции. Это прогрессирующее отклонение

осуществляется посредством слабых и единичных отличий потомков от предков до резких и комплексных (под действием гибридизации, мутагенеза, полиплоидии и др.).

Поэтому эволюционно-генетический принцип в селекции связан с такими универсальными свойствами генетического аппарата вида, как дискретность, непрерывность, линейность и относительная стабильность [23,29]. Дискретность – существование гена, хромосомы, генома – проявляется в виде множества аллелей, соответствующих гену; множества генов, соответствующих группе сцепления (хромосоме); множества групп сцепления, соответствующих геному.

Непрерывность – физическое единство групп сцепления. Оно проявляется в существовании множества генов, обнаруживающих сцепление между собой. Это свойство находит выражение также в различных типах эффекта положения гена, обнаруживаемых в результате хромосомных перестроек, а также полярных и регуляторных мутаций в оперонах.

Линейность – одномерность записи генетической информации, которая проявляется в определенной последовательности генов в пределах группы сцепления.

Относительная стабильность генетического аппарата вида – его способность к изменениям, которая проявляется в мутациях. Это свойство было определено Н.В. Тимофеевым-Ресовским как способность к ковариантной редупликации, что обозначает способность к воспроизведению и изменению генов с последующим воспроизведением измененных вариантов.

В связи с тем, что дискретность генетического материала имеет различные уровни проявления, мутации могут происходить за счет различных механизмов. В зависимости от характера изменений, возникающих в генетическом материале, мутации можно разделить на: 1) точковые, 2) инверсии, 3) хромосомные аберрации, или перестройки, 4) полиплоидизацию [23]. Таким образом, для селекции важно, что мутации могут вести к изменению генов, ведущие к появлению внутри вида, сорта новых аллелей; изменению хромосом, ведущие к появлению новых групп сцепления; изменению геномов, ведущие к появлению новых геномов. Сформулированный подход подразумевает обязательное применение генетического анализа в установлении генетических изменений мутационной природы селекционных признаков. Поскольку многие полигенные признаки могут варьировать при мутациях в соответствующих генах таким образом, что исследо-

ватель не сможет зафиксировать фенотипическое проявление (дискретность) в изменениях этих признаков.

В процессе отклонения потомков почти все переходные формы, занимающие промежуточное положение между ранними и поздними ступенями эволюционного движения, а также родоначальные формы обычно подвергаются вымиранию, что очень сильно ограничивает возможность детального анализа хода действия микроэволюционных преобразований в фитопопуляциях в ряду поколений.

Закономерности отклонения потомков могут быть выявлены селекционером только при анализе последовательных фаз адаптивных преобразований популяций в ряду поколений (причем только при наличии соответствующих методов). В то же время изучение процесса отклонения потомков служит ключом к познанию трансформирующей роли естественного отбора, так и генетического механизма выработки в филогенезе новых адаптивных форм, характеризующихся своими морфофункциональными структурами [1, 19, 21]. В современной литературе более важный прикладной общий аспект дарвиновской дивергенции, выражающийся в отклонении потомков, т. е. микроэволюции, незаслуженно оказался вне сферы узловых общеэволюционных вопросов, важных для эволюционной генетики, селекции, семеноводства и семеноведения. Говоря о временной характеристике эволюционно-генетического принципа в селекции и семеноводстве, т.е. процессов обусловленных им, необходимо отметить, что они допускают изменения в генотипе только на основе филогенетически устоявшихся взаимодействий (специфика геномов, ограничения по рекомбинациям, спектр мутаций, группы сцепления, полиплоидизация и др.), которые не будут меняться (будут сохраняться) через столетия и тысячелетия в генотипе сорта. Все они одновременно являются генетическими механизмами, возникшими и эволюционирующими под действием естественного отбора, а в настоящее и будущее время и искусственного отбора, представляющие собой разные уровни организации специализированной генетической информационной системы клетки. Эта сложная информационная система является основой эволюции живой материи, так как в неживой материи информационные системы более просты и достаточно унифицированы [33, 34, 35, 36].

Очень убедительно и иллюстративно работу эволюционно-генетического принципа показывают примеры создания и исследований межгеномных (пшенично-ржаных, различных видов полиплоидных пшениц и представителей рода эгилопс и др.) гибридов и замещен-

ных линий [24, 12, 37 и др.]. Исследования Ф.М. Шкутиной и др. на основе изучения кариотипов отдаленных гибридов T. aestivum и S. cereale, имеющих наряду с гаплоидными геномами диплоидные наборы хромосом, совместно с Л.А. Кравцовой обнаружена комбинация скрещивания гексаплоидного тритикале Т-21х (гексаплоидная пшеница) Саратовская 29, которая дает высокий процент растений с телоцентрическими и транслоцированными хромосомами. Это важно потому, что, как правило, для селекционных задач наиболее ценны (с позиций генетической стабилизации, биохимических и формообразовательных процессов) те пшенично-ржаные транслокации, при которых в геном мягкой пшеницы вводятся только отдельные чужеродные сегменты или плечи хромосом. Установлено, что совместимость, спектр формообразовательных процессов межродовых гибридов зависит от экотипа и генотипа родительских форм (Шумный, Першина, Суриков, Киссель, 1985 и др.), а также от их реакции на различные агроэкологические условия, обработку регуляторами роста. Это происходит вследствие перестройки функциональной активности генома, т.е. отключения одних и включения других локусов, что затрагивает уровень накопления нуклеиновых кислот, изменение множественных молекулярных форм легкорастворимых белков.

Таким образом, эволюционно-генетический принцип отражается в селекционно-генетических методах оценки геномной структуры вида и сорта и генетических механизмах, допускающих и не допускающих изменение спектра генотипической изменчивости, функционирования генотипа в его взаимодействии со средой в процессе селекции и семеноводства. На основе эволюционно-генетического принципа формируются новые геномы, и расширяется спектр внутривидовых формообразовательных процессов.

2. Эколого-генетический принцип. Он базируется на закономерностях существования генотипа и фенотипа сорта на основе рекомбинационной организации генетических систем вида, сорта и зависимости адаптациогенеза в конкретных агроэкологических (средовых) условиях. В генетике индивидуального развития среда представляет собой сложное понятие. С одной стороны, это непосредственное окружение, в котором осуществляют свои функции гены и генотип в целом. Уже на стадии транскрипции контроль экспрессии отдельных генов осуществляется путем взаимодействия генетических и негенетических факторов [29]. Следовательно, даже в формировании элементарных признаков организма – полипептидов – принимают учас-

тие генотип как система взаимодействующих генов и среда, в которой он реализуется. В понятие внутриорганизменных факторов, где осуществляют свои функции отдельные гены, включают клеточное содержимое (кроме ДНК), характер прямых межклеточных взаимодействий, биологически активные вещества и др., обозначают как среду 1-го порядка. Особенно большое влияние на функцию генотипа факторы этой среды оказывают в период митоза и мейоза, а также при формообразовательном процессе на основе эпигенеза, прежде всего в эмбриогенезе. С другой стороны, выделяют понятие окружающей среды, или среды 2-го порядка, как совокупности внешних по отношению к организму факторов, также оказывающих сильное влияние на функции генотипа в процессе онтогенеза.

Известно, что рекомбинационная изменчивость у высших растений, т.е. рекомбинация на уровне целых хромосом, сегментов хромосом (межгенный кроссинговер) и нуклеотидов (внутригенный кроссинговер, конверсия) обеспечивает образование преобладающей части адаптивных вариантов в расщепляющихся поколениях [19, 20, 21]. Например, у мягкой пшеницы только за счет независимого перераспределения целых хромосом можно получить 10 млрд генотипических вариантов. В процессе рекомбинационной селекции образуются новые адаптивные генотипы за счет трансгрессии по количественным признакам и их сочетаниям, интрогрессии, аномальной изменчивости. Именно за счет рекомбинаций мутационная изменчивость может быть преобразована в адаптивно значимые комплексы генов, т.е. сохраняемые в процессе естественного и искусственного отбора адаптивные признаки.

Эколого-генетические подходы способствуют разработке специфических методов управления адаптациогенезом через влияние условий на гаметный отбор, гаметогенез (гаметная селекция), селекция может искусственно обеспечить стратегию запасания и высвобождения генетической изменчивости, сезонные колебания в концентрации тех аллелей и рекомбинантов, которые имеют разную адаптивность в циклах существования популяций вида, сорта, комбинаторику аллелей и рекомбинантов, при гетерозисе у гетерозиготных особей и мн. др. [19, 20, 21, 30]. Известно, что условия среды, весьма благоприятные для получения высокого урожая данной культуры или сорта, могут одновременно отрицательно влиять на нормальное развитие эндосперма и дифференциацию органов зародыша, т. е. посевные и урожайные свойства семян. В практике растениеводства и семено-

водства это хорошо известно как явление «экологического гетерозиса», реализация которого достигается за счет организации семеноводства в специфической экологической зоне [27]. Фенотипические изменения, возникающие на основе одного и того же генотипа в различных экологических условиях его реализации, называют модификациями. Модификации отдельного признака или свойства, формируемого данным генотипом (сортом), образуют непрерывный ряд, но частота встречаемости каждого варианта в таком вариационном ряду различна и она зависит от агроэкологических условий его размножения (отсюда зональность в районировании сорта), а также его адаптивности, обусловленной нормой реакции генотипа сорта. В его семеноводстве она ежегодно(в онтогенезе) отражается в урожайных свойствах сортовых семян, а в конечном счете, это обусловлено эпигенетическими процессами, обусловленными внешними агроэкологическими условиями.

В фенотипическую изменчивость генотипов сортов, а также гибридных популяций, т.е. в генетику количественных признаков и эффективность отбора генотипа по фенотипу вносят экологические условия, которые могут переопределять генетические формулы для количественных признаков [13,14]. Генетическая формула количественного признака – конкретный набор (спектр) локусов и сочетаний аллелей в этих локусах, детерминирующих уровень количественного признака у данного генотипа (генетическое значение признака) может переопределяться (экспрессироваться) на фоне конкретного экологического фактора или их сочетания. Это понятие относится к отдельно взятому генотипу (особь, линия, клон, сорт). Например, сорта пшеницы, один из которых несет ген иммунитета к бурой ржавчине (Lr9), другой не несет этого гена. При выращивании этих сортов на фоне без заражения, они могут иметь одинаковые средние значения признака продуктивности и др., но на фоне инфекции локус иммунитета внесет свой вклад в признак. Таким образом, локус иммунитета начнет определять генетическую дисперсию признака, т. е. начинает вносить вклад в фенотипическое проявление признака генотипа.

Эти исследования показывают, что необходимо учитывать (иметь на вооружении селекционные, семеноводческие и генетические методы оценки и отбора) влияние экологических условий не только на рекомбинационные и мутационные процессы, но и на фенотипическое проявление признаков (экспрессию отдельных генов или их блоков), лежащих в основе не только селекционных стратегий, но и в процес-

се дальнейшего репродуцирования генотипа сорта в семеноводстве. Фактически, норма реакции представляет собой пределы модификационной изменчивости признака или свойства, допустимой при данном генотипе в различных экологических условиях.

С временной позиции эколого-генетический принцип в селекции и семеноводстве осуществляется в течение становления и существования генотипа на уровне популяции и сорта (становление гетерогенной популяции, гомозиготизация), затрагивает рекомбинационные и мутационные процессы, протекающие в генотипе сорта на онтогенетическом уровне в связи с действием различных агроэкологических условий при создании и существовании его (реализация генотипа при репродуцировании). То есть этот принцип обусловливает рекомбинагенез, мутации, различные генные взаимодействия, экспрессию генов и их эффекты под влиянием внешней среды, которыми может управлять также селекционер и семеновод. Поэтому задачи повышения эффективности адаптивной селекции следует рассматривать с эколого-генетических позиций не только самого селекционного процесса, но и взаимосвязанных с ним систем сортоиспытания, макро- и микрорайонирования сортов, сортовой агротехники, семеноводства и семеноведения. На основании вышесказанного применительно к весьма специфическим задачам селекции и сортового семеноводства должны разрабатываться и соответствующие эколого-генетические методы создания и существования генотипа сорта, обусловливающие его высокую адаптивность и продуктивность для конкретных агроэкологических условий возделывания. В практике эколого-генетический принцип отражается в селекционно-генетических и семеноводческих методах оценки, управлении генотипической и фенотипической адаптивностью вида, сорта и механизмах, обеспечивающих функционирование генотипа и его фенотипа в различных агроэкологических условиях.

3. Принцип естественного отбора. Он базируется на механизмах различных форм естественного отбора, обеспечивая отбор адаптивных форм и стабилизацию генотипа через фенотипические модификации на основе свободной генетической изменчивости, передаваемой из поколения в поколение на генном и геномном уровне организации наследственного материала, обеспечивая индивидуальное наследование и индивидуальное изменение отдельных признаков и свойств клетки, органов и организма в онтогенезе на уровне вида и сорта.

Допустимость рекомбинации единиц наследственности в генотипах особей обусловливает генетическое разнообразие их внутри вида, что имеет важное эволюционное и селекционное значение. Мутационные изменения, реализующиеся на генном уровне организации наследственного материала, – мутации регуляторных генов, обладающих широким плейотропным действием, количественные изменения доз генов, транслокации и транспозиции генетических единиц, влияющих на характер экспрессии генов, наконец, возможность включения в геном чужеродной информации при горизонтальном переносе нуклеотидных последовательностей между организмами разных видов являются ежечасным непосредственным объектом естественного отбора. Он обеспечивает на основе всех выше перечисленных механизмов отбор наиболее адаптивных рекомбинантов и модификаций в эволюции, селекции и семеноводстве. Сегодня можно однозначно говорить, что естественный отбор затрагивает все уровни организации живой материи. Согласно И.И. Шмальгаузена естественный отбор осуществляется на конституционном (неорганические факторы среды – температура, влага, свет, засоление, радиация и др.), межвидовом (представители других видов и родов живых организмов) и на внутривидовом (представители того же вида) уровнях взаимодействия генотипа с внешней средой.

Необходимо заметить, что широко используемые в селекционной практике провокационные фоны (засушник, полив, засоление и т. д.) базируются на конституционном уровне естественного отбора, связанного с избирательной ролью отдельных факторов неорганической среды и реакции на них генотипа, т.е. взаимодействие генотипа в процессе его становления или существования с агроклиматическими факторами внешней среды. В таких условиях естественным отбором вырабатываются климатипы, а не идеатипы, проблема которых наиболее трудна для современной генетики и селекции. В семеноводстве и семеноведении это взаимодействие отражает агроэкологическую зональность существования сорта. На инфекционных фонах селекционер использует межвидовой уровень взаимодействия механизма естественного отбора [27].

Акарп-метод (Алард, 1966) или так называемый метод эволюционной селекции [39, 40], также базируется на механизме естественного отбора, основанном на внутривидовом взаимодействии генотипа (ов), который обеспечивает использование адаптивных и эволюционных процессов, имеющих место во внутривидовых гетерогенных попу-

ляциях через ряд поколений, позволяющий выделить уже на основе искусственного отбора лучшие приспособленные гетерогенные популяции или индивидуумы, из пересеваемых без искусственного отбора гибридных популяций, к различным агроэкологическим условиям.

К эволюционному методу селекции, использующему принцип естественного отбора, относится разработанный нами метод отбора генотипов в смеси со стандартом [25, 26, 27]. Поскольку адаптивно сложные признаки полигенны, к тому же хозяйственно-биологические ценные признаки сортов почти все без исключения являются сложными, то их отбор на основе искусственного отбора низко эффективен, с чем связаны многие проблемы и трудности селекции прошлого и настоящего. Нами показано, что генетический эффект действия механизма естественного отбора связан с частотой встречаемости сравниваемых (соревнующихся) генотипов друг с другом (Шмальгаузен, 1966, 1969) и конкретно взаимодействующих между собой особей этих генотипов, относящихся к одному виду. На основе этого выявляются преимущества одних генотипов перед другими и их адаптивная ценность. При этом доля генотипической вариансы при выращивании в смеси 1:1 сравниваемых генотипов в общей дисперсии признака возрастает в сравнении с оценкой их при выращивании в чистом виде (явление увеличения доли генотипической вариации [25, 26]). Это доказывает, что отбор по полигенным признакам эффективнее проводить на принципе естественного отбора, а именно на его внутривидовой форме.

Самовозобновляющийся гетерозис, широко распространенный в природных популяциях, на него, как на наследственно обусловленное явление, опирается естественный отбор, и в настоящее время он также начинает использоваться в селекции и семеноводстве. Создание многолинейных сортов и семеноводство на широкой генетической основе ([27, 31и др.] как метод, основан на принципе естественного отбора (внутривидового взаимодействия), обеспечивающий повышение адаптивности и продуктивности сортов и исключающий эпифитотические процессы при возделывании их [32].

Механизм естественного отбора, базирующийся на генетически сложном внутригеномном, внутривидовом и внутрисортовом генетическом разнообразии и взаимодействии, лежащий в основе принципа естественного отбора, обеспечивает отбор генокопий, имеющих наследуемую основу нового положения нормы реакции генотипа. Он обеспечивает внутривидовую и внутрисортовую дифференциацию

популяций и сортов по агроэкологическим и географическим зонам. Это главный биологический фильтр эволюции живого на основе сложного внутриорганизменного и надорганизменного взаимодействия. Только здесь встречаются и непосредственно взаимодействуют разные уровни организации живого (молекулярный, клеточный, органный, организменный, популяционный и др.), условно с этого момента они эволюционируют, и начинается филогенез вида, сорта. На уровне сортовой семенологии естественный отбор действует через создание внутрисортового фенотипичного разнообразия, обуславливая, в первую очередь, разнокачественность семян по их урожайным свойствам.

Принцип естественного отбора, повышая гетерогенность, обусловливает генотипическое и фенотипическое разделение внутри популяции и сорта и, повышая тем самым эффективность селекции и семеноводства по сложному комплексу полигенных признаков, обеспечивающих адаптивность генотипа в онтогенезе каждого его индивидуума. Поэтому требуется дальнейшее углубление теории и методической основы селекционного процесса и сортового семеноводства, базирующихся на принципе естественного отбора, включающего тесно увязанные между собой и действующих одновременно во времени и пространстве все три его формы – конституционное, межвидовое и внутривидовое взаимодействие генотипа, что может быть успешно решено на основе разработки теории фонов.

То, что может разрешить индивидуальный отбор, подчас наталкивается на непреодолимые препятствия со стороны отбора группового [18, 29].

Таким образом, принцип естественного отбора обеспечивает разработку селекционно-генетических, семеноводческих и семеноведческих методов оценки и отбора всех жизнеспособных генотипов по их фенотипам, существующих на основе сложного внутригенотипического и межгенотипического взаимодействия (генные, хромосомные, геномные, популяционные) со средою в агробиоценозе.

4. Принцип искусственного отбора. Он базируется на целенаправленном преобразовании и сохранении потенциальной и свободной генетической изменчивости на клеточном, органном, организменном, сортовом, агроценотическом, видовом и других более высоких уровнях организации живого. Но наиболее бытующим до настоящего времени понятием искусственного отбора в селекции был принят в основном организменный и популяционно-видовой уровень, на котором

и осуществлялся отбор генотипов. Об этом свидетельствует анализ теории, практики селекции и семеноводства [2, 3, 5, 8, 9, 10, 13, 14, 15-17, 19-21, 37, 38], который показывает, что искусственный отбор представляет из себя сложную методически направленную селекцию и размножение (семеноводство) пород животных, сортов растений, штаммов микроорганизмов. Однако общим является то, что человек, прежде чем вступить в единоборство с существующим генетическим уровнем используемых в практике биологических объектов, осваивает и привлекает в своей селекционной и семеноводческой работе множество методов, как генетических, так и агроэкологических. При этом селекционер в процессе селекции работает как с целым организмом, так и с отдельными элементами его, называемыми селекционными признаками [17, 18, 37, 38], а сегодня уже на физиолого-биохимическом и молекулярном уровнях, знаменующих переход к методам генной инженерии [4, 37, 38 и др.]. Принцип искусственного отбора на современном этапе развития биологии обусловливает осуществление в селекции и семеноводстве ряда необходимых условий, их внутреннего системного единства:

1. Обязательное освоение методов определения уровня генотипического разнообразия особей в популяции вида.

2. Целевая установка генетического преобразования селектируемых форм – создание модели в виде совокупности желаемых свойств и признаков.

3. Овладение методом повышения генотипического разнообразия (или достижение необходимого модельного уровня) по селектируемому комплексу признаков (признаку).

4. Максимальное приближение селекции к тем условиям среды, для которых создается сорт, порода и т. д.

5. Выбор конкретного (или совокупности) метода оценки (отбора) генотипа по его фенотипу.

6. Владение методами сохранения генотипа и генетического потенциала продуктивности (урожайный потенциал сортовых семян) отселектированной формы при ее размножении и репродуцировании в практике семеноводства и растениеводства.

К сожалению, семеноводство и семеноведение, не имея своей достаточной глубокой генетической теории, не сформулировали методических требований к оценке и отбору и сохранению генотипа по семенам в процессе онтогенеза.

Кратко обобщая сведения по этим положениям, необходимо отметить, что по многим из них достигнуты достаточно высо-

кие теоретические и практические результаты (хотя признать их окончательными и до конца исчерпанными нельзя). Но для понимания сложности и системности выдвинутых положений следует дать им краткое резюме.

1. Генетические методы в селекции растений позволяют пока еще только удовлетворительно, с нашей точки зрения, определять уровень генотипического разнообразия и генетической структуры признаков особей в популяции вида для целей селекции (нет четкого анализа количества генов и рекомбинационных возможностей при наследовании свойств и признаков), а также обоснований на основе наследуемости признаков, методов отбора генотипов (индивидуальный, массовый, групповой в сочетании с физиолого-биохимическими свойствами и др.) по их фенотипам из гибридных популяций [6, 9, 18, 30, 37, 38]. Создание моделей в виде совокупности желаемых свойств и признаков на фенотипическом уровне осуществляется пока что достаточно примитивно, путем простого суммирования, хотя известно, что любая совокупность признаков и свойств одного организма, не говоря уже об их множестве, существующих во времени и пространстве, должна базироваться на системных правилах и законах существования и соответственно моделирования [22].

3. Обобщая основные на сегодняшний день методы повышения генотипического разнообразия (мутагенез, полиплоидия, гибридизация, клеточная и генная инженерия), следует отметить их достаточно хорошую теоретическую и практическую разработанность. Все они преследуют цель более широкого рекомбиногенеза как на внутригеномном, так и межгеномном уровнях [15, 16, 19-21, 30, 37 и др.].

4. «Селекция – дело местное». Нельзя создавать сорта для конкретной почвенно-климатической зоны, не ведя в ней селекцию. Об этом неоднократно говорил Н.И. Вавилов (1966), H. Nillson-Ehle (1927). Создание селекцентров в нашей стране убедительно доказало это. Однако слабым местом здесь остается отсутствие теории фонов и материально-технической базы для создания разнообразных фонов для рекомбинаций и отбора (индивидуальный, массовый, групповой, негативный и др.) с точки зрения идентификации генотипа по фенотипу [13, 14, 19-21, 25, 26].

5. Существующие в настоящее время методы идентификации генотипа по фенотипу все еще остаются недостаточно эффективными [19-21, 8, 9, 13, 14, 29, 37, 38], несмотря на значительные успехи в селекции, которые обусловлены не всегда экономически оправданны-

ми объемами гибридизации и других работ (мутагенез, полиплоидия). В то время как нужны более надежные методы отбора, теоретическое обоснование которых еще предстоит. Подавляющее большинство методов отбора, используемых для этого, базируются на принципе искусственного отбора и представляют собой различные разновидности массового и индивидуального отбора (однократный, многократный, позитивный, негативный, индивидуально-семейный, семейно-групповой, периодический). И очень мало имеется, если не сказать отсутствуют, целенаправленных методов отбора на принципе естественного отбора [25-27, 39, 40], который необходим, в первую очередь, для отбора по совокупности сложных адаптивных хозяйственно-ценных количественных признаков (акарп-метод, метод смеси со стандартом [25-27]).

6. Сохранение генотипа сорта, гетерозисного гибрида в ряду поколений зависит от генотипической структуры его и методов семеноводства (первичное семеноводство, размножение при репродуцировании), обеспечивающих разграничение генотипической, модификационно-фенотипической изменчивости его в различных агроэкологических условиях [27, 31]. При этом модификационная изменчивость выступает как показатель адаптивности через экспрессию генов, обусловливает реализацию генетического потенциала продуктивности сорта в конкретных условиях через урожайные свойства и урожайный потенциал сортовых семян конкретной партии их в конкретном хозяйстве [27]. При такой постановке задачи, существующие методы внутрисортового контроля мы рассматриваем как недостаточно эффективные, поскольку реализация генетического потенциала возделываемых сортов все еще остается на уровне 30-70% [8, 19, 20] и дальнейший его подъем зависит от усилий разработки теоретических и практических методов агроэкологического семеноводства на основе отбора сортовых семян с высокими урожайными свойствами и урожайным потенциалом, близким к урожайному потенциалу сорта.

Обобщенно принцип искусственного отбора обеспечивает целенаправленный онтогенетический отбор генотипов, рекомбинацию признаков и свойств и контроль за ними в процессе селекции и семеноводства на основе фенотипа по рекомбинированным и мутировавшим признакам и свойствам, а также селекционно-генетический внутрисортовой и семенной контроль за ними на основе эффектов различных генных взаимодействий и экспрессии генов на основе морфогенеза.

Таким образом, принцип искусственного отбора обусловливает целенаправленный рекомбинагенез и методы отбора нужных генотипов как по отдельным признакам и свойствам, так их сочетанию на уровне индивидуума, группы особей, популяции в онтогенезе и применим только к конкретным агроэкологическим условиям, при этом эффективность его достаточно высока только по генетически простым признакам.

Принцип искусственного отбора является также главной методической основой сортового семеноводства и семеноведения, т.е. сохранение генотипа сорта и реализации его генетического потенциала в процессе репродуцирования на основе индивидуального и массового внутрисортового отбора растений и семян.

Все рассмотренные принципы широко используются в селекции и семеноводстве, но отмеченные методические недостатки снижают эффективность практической селекции, требуют получения и оценку не всегда оправданных больших объемов гибридного и отбираемого перспективного материала. Ещё сложнее дело обстоит с семеноводством, где отсутствует теоретическая основа сохранения генотипа сорта и использование его длительных модификаций, отражающих наиболее адаптивные внутрисортовые формы в конкретных агроэкологических условиях.

Библиографический список

1. *Агаев М. Г.* Экспериментальная эволюция. – Л., 1978. – 271 с.
2. *Бороевич С.* Принципы и методы селекции растений. – М.: Колос, 1984. – 344 с.
3. *Бриггс Ф., Ноулз П.* Научные основы селекции растений. – М.: Колос, 1972. – 398 с.
4. *Бутенко Р.Г.* Клеточные технологии в селекционном процессе // Состояние и развитие с.-х. биотехнологии: материалы всесоюз. конф. – Л., 1986. – С. 29-38.
5. *Вавилов Н.И.* Избранные сочинения. Генетика и селекция. – М.: Колос, 1966. – 559 с.
6. *Гинзбург Э.Х., Никоро З.С.* Разложение дисперсии и проблемы селекции. – Новосибирск, 1982.
7. *Грин Н., Стаут У., Тейлор Д.* Биология: 3 т. / Пер. с англ.; Под ред. Р. Сопера. – М.: Мир, 1993. – 325 с., ил.

8. *Гончаров П.Л.* Селекция зерновых и кормовых культур на засухоустойчивость в Сибири // Селекция зерновых и кормовых культур для районов недостаточного увлажнения / СО ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1985. – С. 3-17.
9. *Гончаров Н.П., Гончаров П.Л.* Методические основы селекции растений. – Новосибирск, 2009. – 423 с.
10. *Гужов Ю., Фукс А., Валичек П.* Селекция и семеноводство культурных растений. – М.: Агропромиздат, 1991. – 463 с.
11. *Дарвин Ч.* Происхождение видов. – М.: Госсельхозиздат, 1952. – 483 с.
12. *Дорофеев В.Ф.* Отдаленная гибридизация в эволюции и селекции пшеницы // Роль отдаленной гибридизации в эволюции и селекции пшеницы: сб. Всесоюз. совещ. – Тбилиси, 1985. – С. 7-8.
13. *Драгавцев В.А.* Генетика количественных признаков растений в решении селекционных задач: автореф. дис. … д-ра биол. наук. – М.: Институт общей генетики АН СССР, 1984. – 33 с.
14. *Драгавцев В.А.* Алгоритмы эколого-генетической инвентаризации генофонда и методы конструирования сортов сельскохозяйственных растений по урожайности, устойчивости и качеству / ВИР. – С.-Петербург, 1994. – 49 с.
15. *Дубинин Н. П.* Общая генетика. – М.: Наука, 1986. – 559 с.
16. *Дубинин Н. П.* Синтетическая теория эволюции // Экологическая генетика и эволюция. – Кишинев: Штиинца, 1987. – С. 7-49.
17. *Жегалов С.И.* Введение в селекцию сельскохозяйственных растений. – М. – Л., Изд. 3. – 1930.
18. *Животовский Л.А.* Проблемы анализа комплекса признаков // Экологическая генетика и эволюция. – Кишинев: Штиинца, 1987. – С. 117-134.
19. *Жученко А.А.* Экологическая генетика культурных растений (адаптация, рекомбинагенез, агробиоценоз). – Кишинев: Штиинца, 1980. – 587 с.
20. *Жученко А.А.* Селекция растений: Эколого-генетические аспекты. Препринт. – Кишинев, 1986.
21. *Жученко А.А.* Экологическая генетика культурных растений: теория и практика // Экол. генетика и эволюция. – Кишинев: Штиинца, 1987. – С. 50-73.

22. *Коваль С.Ф., Шаманин В.П.* Растение в опыте. – Омск: ОмГАУ, 1999. – 201 с.

23. *Инге-Вечтомов С.Г., Репневская М.В., Карпова Т.С.* О возможной общности механизмов мутации и модификации. Экологическая генетика и эволюция. – Кишинев: Штиинца, 1987. – С. 103-116.

24. *Конарев В.Г.* О природе геномов пшеницы // Роль отдаленной гибридизации в эволюции и селекции пшеницы: сб. Всесоюз. совещ. – Тбилиси, 1985. – С. 14-15.

25. *Ларионов Ю.С.* Принципы отбора в селекции пшеницы // Сб. науч. трудов. – Омск, 1985. – С. 47-55.

26. *Ларионов Ю.С.* Методические принципы отбора в селекции пшеницы: материалы науч. зон. конф. 50-летия КСХИ. – Курган, 1994. – С. 44-45.

27. *Ларионов Ю.С.* Теоретические основы современного семеноводства и семеноведение / ЧГАУ. – Челябинск, 2003. – 361 с.

28. *Левонтин Р.* Генетические основы эволюции. – М.: Мир, 1978. – 351 с.

29. *Малецкий С.И.* Эволюционная биология: словарь терминов. ИЦиГ. – Новосибирск, 2005. – 179 с.

30. *Мережко А.Ф.* Проблема доноров в селекции растений. – С.-Петербург, 1994. – 126 с.

31. *Самигуллин С.Н.* Фитоценогенетический анализ популяции мягкой пшеницы. – Уфа, 1994. – 185 с.

32. *Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я.* Эпифитотиология (экологические основы защиты растений). – Новосибирск, 1998. – 226 с.

33. *Петров Н.В.* Живой космос. – Санкт-Петербуг, 2011. – 417 с.

34. *Тертышный Г.Г.* Волновые нанотехнологии управления биосистемами. Теория и эксперименты / Г.Г. Тертышный, П.П. Гаряев // Основы физического взаимодействия. Теория и практика: сб. – Киев, 2008. – С. 338-366.

35. *Синергетика.* Исследования и технологии / Под ред. Г.Г. Малинецкого. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 220 с.

36 *Чернавский Д.С.* Синергетика и информация (Динамическая теория информации). – Изд. 2-е. – Москва: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.

37. *Цильке Р.А.* Генетика, цитогенетика и селекция растений. – Новосибирск, 2003. – 621 с.
38. *Цильке Р.А.* Прикладная генетика. – Новосибирск, 2007. – 391с.
39. *Harlan H.V., Martini M.L., Stevens H.* A study of methods in barley breeding. U. S. Dept. of ag-ric. Tech. Bull., 1940. 720 p.
40. *Suneson C.A.* An evolutionary plant breeding method. Agron. J. 48, 1956.

УДК 577.3 (100) (06)

Ю.С. Ларионов[1], Н.А. Ярославцев[2], С.М. Приходько[3], Е.В. Екимов[4]
[1] – ОмГАУ, Россия, 644008, Омск, Институтская площадь, 1, e-mail: larionov42@mail.ru
[2] - Россия, Омск, e-mail: yaroslavcev_na@mail.ru
[3] - Россия, Жигулёвск, e-mail: avita-x3@mail.ru,
[4] - Россия, Омск, ekimov1971@mail.ru

Энергоинформационные взаимодействия как основа концепций целостности эволюции материального мира

Разительное несоответствие многих наук и идей современного общества (например, обоснование «золотого миллиарда» и многие другие научные направления) показывает, что ход тысячелетнего общественно-исторического развития человечества нуждается в пересмотре ряда парадигм мирового развития. Ведущими направлениями в реализации таких представлений является необходимость формирования целостной естественно-научной картины материального мира на основе обоснования его эволюционных процессов. В современных научных представлениях вектор эволюционных процессов получил развитие, связанное с синтезом биологических процессов и усложнением их до уровня человека, как высшей формы биологической материи, обладающей самосознанием, которое привело его к социальной форме организации (существования), которая стремится взять на себя роль управления эволюцией материи. Само по себе это логично, исходя из материальной сущности человека и его самосознания как вербальной формы информации. Но сегодня, чтобы не зайти в тупик и не

породить катастрофы различного уровня, необходимо пересмотреть ряд принятых научных представлений, концепций, теорий. Это связано с пониманием сложных взаимодействий, на различных уровнях иерархии и организации материи в эволюционных процессах, протекающих на основе энергоинформационных взаимодействий, которые, на наш взгляд, лежат в основе целостного существования материального мира.

В описании и интерпретации научных исследований существует проблема корректности употребления термина «энергоинформационные взаимодействия», особенно в части электромагнитных взаимодействий низкой и сверхнизкой интенсивности. Такое положение, на наш взгляд, вызвано представлениями о «несводимости» терминов «энергия» и «информация». Энергия традиционно выступает как атрибут материи в процессах её взаимодействия. А термин «информация» является вербальной категорией, связанной со знанием человека и присутствует только на уровне его самосознания. В первую очередь это связано с весьма неопределённой трактовкой термина «информация», которая, согласно [1], имеет более двухсот определений и интерпретируется в философии и естествознании в зависимости от направления и задач исследований. Это ведёт к существенному углублению неопределённости в понимании целостной картины Мира и взаимодействий, протекающих в нём.

В философии [2] существуют две противостоящих друг другу концепции термина «информация» – атрибутивная и функциональная. Атрибутивная концепция трактует информацию как свойство всех материальных объектов, т.е. как атрибут материи. Функциональная концепция связывает информацию лишь с функционированием самоорганизующихся систем. Каждая из этих концепций отражает определённый аспект информации, и поэтому их необходимо рассматривать в единстве, при котором атрибутивная концепция делает акцент на независимости информации как атрибута материального объекта от процессов её использования. Функциональная концепция связывает информацию, отражает её вербальную составляющую, и определяет информацию через динамику информационных процессов, показывая её полезность для какой-либо деятельности человека или установления им закономерностей взаимосвязи взаимодействия в каких-либо материальных процессах.

Целостность мировоззренческих подходов связана с пониманием терминов “информация” и «информационные взаимодействия», как атрибутов материи, а её вербальная составляющая присутствует у

человека, как у высшей биологической формы материи, обладающей сознанием и самосознанием, благодаря чему, он может познавать окружающий мир в различных формах.

Для устранения указанной неопределённости предлагаем ввести следующую трактовку термина «информация», как неотъемлемого атрибута материи. Информация – динамическая системная совокупность форм-структур эволюционирующей материи, атрибут, определяющий её состояние и взаимодействие на различных уровнях её организации и иерархии. Преобразование форм-структур различной иерархии и организации с определённой скоростью приводит к информационным изменениям атрибутивного уровня, и, как следствие этого материальными преобразованиями, сопровождающимися энергетическими изменениями в пространственно-временном континууме. Из этого следует, что, если опираться на указанный термин, в котором информация является атрибутом материи, то корректность термина «энергоинформационные взаимодействия» достаточно определенна и непротиворечива. Этот термин пригоден для употребления в вербальном смысле с учётом его атрибутивной сути. Так как вербальная информация является частным случаем атрибутивной информации.

Сегодня мы видим, что человек стремительно создает растущую ноосферу и именно таким образом сознательно управляет дальнейшей эволюцией материального мира пока ещё в пределах планеты Земля. Однако этот процесс может быть гораздо более эффективным и целенаправленным, если будет создана целостная естественно-научная картина материального мира и эволюционно обоснованные концепции его развития. Согласно логике и иерархического соотношения высших и низших ступеней развития в известной нам сегодня части материального мира высшее сложнее низшего и подчиняет его. **Эволюционный факт появления самосознания у материи в форме человеческого вида (организм это живая форма-структура материи) знаменует высший этап развития материи. Поэтому создание эволюционной науки как целостной системы, которую необходимо представлять как высший уровень научного знания о материи из всех сегодня существующих на Земле наук является актуальной задачей.** Это послужит в дальнейшем для формирования новых взглядов на процессы, происходящие во Вселенной, что позволит выработать человечеству концепции развития материального мира и его целостную естественно-научную картину. Это послужит, в первую очередь, для его дальнейшего развития и формирования но-

осферы будущего. Эти выдвигаемые нами теоретические положения лежат в основе следующих концепций:

Концепция целостности материального мира. Окружающее материальное пространство организовано по голографическому принципу и представляет собой всеобщую информационную среду, придающую ему целостность. По сути, материя представляет из себя информацию, выраженную в виде динамической системной совокупности форм-структур эволюционирующей материи, как её неотъемлемый атрибут, определяющий её состояние на любых уровнях организации и иерархии. Носителем информации являются электромагнитные излучения (ЭМИ) и электромагнитные поля (ЭМП) различных характеристик низкой и сверхнизкой интенсивности. Их можно представить в виде сочетания электрической и магнитной составляющей ЭМИ и ЭМП или электрическим и магнитным диполями. В материальном мире электрический диполь выполняет роль воспринимающей системы (рецептора), а магнитный диполь, как система хранения информации (памяти), во взаимодействиях с окружающими электромагнитными системами на различных уровнях организации и иерархии материи.

Концепция общей информационной эволюции материи. Материя находится в бесконечном эволюционирующем состоянии, в виде различных форм-структур на космофизико-химическом, геохимическом и биохимическом уровнях организации иерархии материи, связанных и взаимодействующих между собой на электромагнитной или информационной основе. Эволюционные процессы материальных (информационных) систем протекают с повышением уровня её информативности относительно системы, обладающей более высоким уровнем организации и иерархии. Эти процессы заканчиваются в случае выравнивания информационной составляющей эволюционирующей системы относительно системы, обладающей более высоким уровнем организации и иерархии (информативности).

Концепция формирования информационных структур на различных уровнях организации материи. Образование информационных структур реализуется как по вертикали (иерархия), так и по горизонтали (организация), отражающих целостность материального мира с присутствием прямых и обратных связей. В свою очередь, каждый уровень иерархии может иметь множество подуровней, связанных с её информационной составляющей. Эволюция информационных систем материи протекает от атрибутивной формы до вербальной.

Концепция формирования эволюционных процессов в живой материи. Эволюция живой материи на информационном уровне подчиняется закономерностям, характерным для материи в целом. Элементар-

ной единицей живой материи является клетка. Она представляет собой самостоятельную, сложную систему, где базовой составляющей является иерархически выстроенные внутриклеточные структуры [3]. Первоначальный этап эволюции клетки реализуется на информационном уровне, в виде изменения состояния её информационной системы, связанным с внешним воздействием. Информационные изменения реализуются во внешней среде на морфологическом уровне, как этапы эволюции биологических видов на основе живой клетки, с приобретением ею новых эмерджентных свойств. По окончании жизненного цикла клетки (организма), или изменения внешних условий, система возвращается на первоначальный более низкий атрибутивный информационный уровень. Вершиной эволюции и организации живой материи является сознание и самосознание её сложно организованных форм, обеспечивающий вербальный уровень информации.

Концепция формирования информационных процессов в эволюции клетки. Клетка является самостоятельной информационной системой, базирующейся на генетическом информационном коде, существующая в виде форм-структур различной иерархии, которые служат биологической основой для формирования более сложных информационных систем различного уровня организации. Клетка организована по принципам самоподобия, фрактальности и матричности. Она является самостоятельной, целостной, элементарной единицей фенотипа живого, хранителем и координатором её генетической (информационной) программы, одновременно являясь элементарной единицей информации соответствующего уровня в биологической иерархии видов. Таким образом, клетка эволюционировала от уровня самоорганизации, самовоспроизводства до уровня самосознания в более сложно организованных информационных системах (организмах, видах). Клетка стоит на вершине информационной и биохимической эволюции живой материи. Она обладает внутренней атрибутивной двойственностью – собственной электромагнитной информационной основой, обусловливающей формирования её структур. И хромосомной генетической информационной основой, обеспечившей её эволюцию в виде различных видов, т.е. реализовавшаяся в различных морфологических структурах – дифференцированные клетки, ткани, органы, организмы, виды (т.е. различные формы-структуры). Это обеспечило формирование вербальной формы информации у биологического вида Homo sapiens, которая является составной частью атрибутивной информации материи.

Таким образом, концептуальные положения показывают, что электромагнитная основа материи обеспечивает её плазменно-космическое состояние, которое не имеет границ. Пространственно-временной

континиум Вселенной базируется на эволюционно сложных системах, состоящих из материальных форм-структур различных иерархий, отраженных наиболее четко на космофизико-химическом, геохимическом и биохимическом уровнях организации эволюционирующей в круговороте материи. В конечном итоге это объясняет существование Человека на вершине эволюции материи, куда его привела эволюция клетки, базирующаяся на системах атрибутивной информации, лежащих в основе материального мира.

Библиографический список

1. *Чернавский Д.С.* Синергетика и информация (динамическая теория информации)/ Д.С. Чернавский. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – С. 12-13.
2. *Семенков О.И.* Информация [Текст] /О.И.Семенков / Новейший философский словарь. – Мн.: Книжный Дом, 2003. – С. 431.
3. *Ларионов Ю.С., Косов А.А, Ярославцев Н.А., Приходько С.М.* Эволюция живой клетки до уровня универсальной энергоинформационной матрицы, как результат общего закона развития и взаимодействия различных уровней организации материи //Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона: сб./ Омский ГПУ. – Омск, 2008. – С. 343-351.

УДК 575.16:581.163:577.151.64:633.413

Е.В. Левитес, С.С. Кирикович

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук

Комбинаторные процессы как механизмы изменчивости в агамоспермных потомствах сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.)

Введение

В настоящее время получено много фактов, указывающих на то, что соотношение фенотипических классов в агамоспермных потомствах определяется комбинаторными процессами, различными по своей природе, такими как расхождение хромосом в мейозе (Малецкий,

Малецкая, 1996) и потеря избыточных копий областей хроматид клеткой, вступающей в эмбриогенез (Levites, 2005). Оба эти процесса могут происходить при образовании агамоспермного потомства одного и того же растения, что делает необходимым поиск экспериментальных моделей, позволяющих различить вклад обоих процессов в выявляемый полиморфизм.

Материалы и методы

В исследование были взяты агамоспермные потомства от двух пыльцестерильных растений из коллекции лаборатории популяционной генетики растений ИЦиГ СО РАН. Семена используемых в работе форм свеклы перед проращиванием обрабатывали 0,1 % раствором колхицина в условиях, позволяющих воздействовать на геном, но не приводить к полиплоидизации растения (6 часов при 18^0С в темноте), после чего семена отмывали проточной водой, проращивали в термостате и затем высаживали в гидропонную теплицу. Контрольные растения выращивали из необработанных семян. После яровизации растения выращивали в грунте, а в период цветения растения накрывали бязевыми изоляторами для предотвращения попадания посторонней пыльцы. В качестве маркерного признака был взят изоферментный спектр алкогольдегидрогеназы (ADH1, E.C. 1.1.1.1.), контролируемой локусом *Adh1*. Электрофорез и выявление изоферментов проводили по стандартным методикам, описанным ранее (Левитес, 1986). Теоретические расчеты частот фенотипов проводили по предложенному Дж. Холдейном методу, в основе которого лежит использование гипергеометрической схемы распределения вероятностей, применяемой для описания комбинаторных процессов (Haldane, 1930).

Результаты и обсуждение

Изоферментный спектр ADH1 гомозиготных растений генотипов *Adh1-F/Adh1-F* (сокращенно *FF*) и *Adh1-S/Adh1-S* (сокращенно *SS*) выявляется на электрофореграмме одной полосой, соответственно, с быстрой (FF) или медленной (SS) электрофоретической подвижностью. У гетерозигот *Adh1-F/Adh1-S* (сокращенно *FS*) на электрофореграмме выявляется трехполосный изоферментный спектр FS, легко отличимый от каждого из двух типов гомозигот. Таким образом, методом электрофореза можно различить все три фенотипических класса.

Результаты анализа агамоспермных потомств представлены в таблице. Можно видеть симметричность выявленных соотношений фе-

нотипических классов, которая указывает на то, что образование данных потомств происходило без опыления, сопровождаемого обычно проявлением гена самонесовместимости и достоверным отклонением выявляемых соотношений фенотипических классов от теоретических менделевских соотношений 1:2:1 (Малецкий, Коновалов, 1985).

Соотношение фенотипических классов 18FF:48FS:17SS в контрольном агамоспермном потомстве *№1-контр* хорошо соответствует соотношению 3:8:3 (χ^2=0.044; P>0.05) (табл. 1), что типично для гамет, когда полиморфизм обусловлен мейозом в тетраплоидных клетках, имеющих по две хроматиды и, следовательно, по две копии каждого из аллелей в каждой хромосоме, т.е. *FF FF SS SS*.

Соотношение фенотипических классов алкогольдегидрогеназы (ADH1) в агамоспермных потомствах сахарной свеклы

Исследуемая форма	Условия опыта и количество растений	Фенотипы ADH1	$\chi^2_{(3:8:3)}$	$\chi^2_{(1:4:1)}$
		FF FS SS		
№1	*Контроль*, n=1	18 48 17	0.044	2.952
	Колхицин, n=2	31 59 29	2.858	15.735**
№2	*Контроль*, n=3	17 36 17	0.933	7.314*
	Колхицин, n=1	67 92 68	25.596**	68.802**

Вероятность сходства с теоретически ожидаемыми соотношениями:
*-P<0.05;
** P<0.001.

Соотношение в потомстве *№1-контр* типично для случая, когда автосегрегация происходит по хроматидному типу. Хорошее соответствие этому расщеплению также было обнаружено в экспериментальном потомстве этой формы *№1-колх* (табл. 1). Соответствие соотношению 3:8:3 подтверждает тот факт, что клетки, вошедшие в эмбриогенез, являлись яйцеклетками, образовавшимися в результате мейоза тетраплоидных материнских клеток мегаспор.

Хорошо известно, что при мейозе полиплоидных клеток генетическое расщепление зависит от степени удаления маркерного гена от центромеры. При тесном сцеплении маркерного гена с центромерой расщепление идет по хромосомному типу, и соотношение генотипов гамет у тетраплоида составляет 1:4:1 (Haldane, 1930). При этом соотношении доля гетерозигот составляет 0,668, и это выше, чем при хроматидном расщеплении 3:8:3, характерном для локусов тетраплоида,

удаленных от центромеры более чем на 50% перекреста (Haldane, 1930). У тетраплоида в хроматидном расщеплении участвуют восемь хроматид, содержащиеся в четырех хромосомах, и доля гетерозигот в таком случае составляет лишь 0,572.

У формы *№1-контроль* соотношение фенотипов соответствует как модели 3:8:3, так и модели 1:4:1. Однако у *№1-колх* наблюдается соответствие только соотношению 3:8:3, где доля гетерозигот ниже. Суммарное соотношение фенотипов в потомствах *№2-контр* соответствует соотношению 3:8:3 (χ^2 = 0,933; P > 0.05) и не соответствует соотношению 1:4:1 (χ^2 = 7.314; P < 0,05), что связано с невысокой долей гетерозигот. В опытном потомстве данной формы (*№2-колх*) доля гетерозигот еще меньше. Соотношение фенотипических классов здесь составляет: 67FF : 92FS : 68SS и достоверно отличается как от соотношения 3:8:3 (χ^2 = 25,596; P < 0,001), так и от 1:4:1 (χ^2 = 69,802; P < 0,001) (таблица).

Таким образом, в обеих контрольных группах (*№1-контр* и *№2-контр*) соотношения фенотипических классов указывают на то, что сегрегация идет по хроматидному типу. Однако значительное снижение доли гетерозигот, выявленное в группе *№2-колх* и приводящее к несоответствию соотношению 3:8:3, свидетельствует о наличии дополнительных факторов, влияющих на полиморфизм в агамоспермном потомстве.

Необычное соотношение фенотипов в потомстве *№2-колх* можно объяснить тем, что полиморфизм в агамоспермном потомстве мог быть обусловлен двумя последовательными процессами. Детально эти процессы можно представить следующим образом. Например, в диплоидном гетерозиготном по маркерному локусу растении *№2-колх* среди основной массы диплоидных материнских клеток мегаспор генотипа *FS* присутствовали тетраплоидные клетки, имеющие, соответственно, генотип *FFSS*. В результате мейоза и хроматидного типа расщепления, а также последующего гаметогенеза из этих клеток образовались диплоидные яйцеклетки трех генотипов в соотношении 3*FF*:8*FS*:3*SS*, что можно выразить в виде следующей суммы частот 0,214*FF*+0,572*FS*+0,214*SS*. При задержке эмбриогенеза, вызванной отсутствием пыльцы и, соответственно, отсутствием слияния гамет, а также под воздействием предобработки материнского растения колхицином в яйцеклетках происходила политенизация хромосом. Политенизация маркерного локуса в гомоаллельных («гомозиготных») клетках, несущих один аллель, не приводит впоследствии к комбина-

торному процессу, в то время как политенизация в гетероаллельных («гетерозиготных») клетках, несущих оба маркерных аллеля, приводит к выявляемому комбинаторному процессу, который может существенно сказываться на соотношении фенотипических классов в потомстве. Предположим, что в диплоидных яйцеклетках генотипа *FS* в период задержки эмбриогенеза прошел один цикл политенизации участков хромосом, несущих аллели *F* и *S*. Тогда яйцеклетки данного растения будут содержать по 2 копии каждого из аллелей. Состояние локуса, находящегося в политенизированном участке хромосом, можно обозначать с помощью понятия «полигенотип» (Левитес, Кирикович, 2011), которое характеризует аллельный состав локуса, число хромосом и число хроматид, несущих каждый из аллелей. В рассматриваемой ситуации полигенотип маркерного локуса в гетероаллельных («гетерозиготных») яйцеклетках можно обозначить как F_2S_2.

Согласно предложенной ранее гипотезе вступившая в эмбриогенез клетка освобождается от избытка копий целых хроматид или их отдельных участков (Levites, 2005). Предполагается, что диминуция проходит по вероятностным законам, позволяющим рассчитать соотношение генотипов в потомстве. Необходимо указать еще на одно важное допущение. Полученные ранее многочисленные факты позволяют предполагать, что в клетке перед её вступлением в эмбриогенез и перед её первым делением происходят процессы перекреста и обмена участками хроматид политенизированных районов. Это означает, что участок хроматиды, принадлежащей одной хромосоме, может замещаться аналогичным участком хроматиды, принадлежащей другой хромосоме. Таким образом, мы допускаем, что в клетке перед её вступлением в эмбриогенез и перед её первым делением происходит такой же обмен участками хроматид, какой существует в профазе I мейоза.

Из клеток полигенотипа F_2S_2 в результате равновероятной диминуции избыточных копий аллелей происходит образование трех типов клеток в следующих относительных долях: 1*FF*:4*FS*:1*SS*, что можно выразить в виде следующей суммы частот 0,166*FF*+0,668*FS*+0,166*SS*. Таким образом, для клеток генотипа *FS* получаем частоту 0,668. Подставляя в выражение 0,214 *FF* + 0,572 *FS* + 0,214 *SS*, описывающее соотношение яйцеклеток, выражение 0,166*FF* + 0,668*FS* + 0,166*SS*, описывающее соотношение генотипов, образующихся в результате диминуции избытка хроматид из яйцеклеток полигенотипа F_2S_2, получаем:

$$0{,}214FF + 0{,}572FS + 0{,}214SS =$$

$$=0{,}214FF + 0{,}572(0{,}166FF + 0{,}668FS + 0{,}166SS) + 0{,}214SS=$$

$=(0{,}214+0{,}572Ч0{,}166)FF + 0{,}572Ч0{,}668FS + (0{,}214 + 0{,}572Ч0{,}166)SS=$

$=0{,}309FF + 0{,}382FS + 0{,}309SS.$

Проведенные расчеты показывают, что определенная часть гетероаллельных яйцеклеток после диминуции дает зародыши, пополняющие классы гомоаллельных генотипов, что и приводит к уменьшению доли гетероаллельных генотипов.

Экспериментально найденное соотношение 67FF : 92FS : 68SS хорошо соответствует теоретически ожидаемому (χ^2 =0,529; P > 0,05). Это указывает на то, что принятые предположения и используемая модель верны.

Хорошее соответствие экспериментальных данных теоретическим служит также подтверждением предположению о существовании обмена участками хроматид между гомологичными хромосомами перед вступлением клетки в эмбриогенез и её первым делением.

Таким образом, полученные данные вносят вклад в объяснение механизма изменчивости в агамоспермных потомствах и позволяют нам утверждать, что наряду с известными комбинаторными процессами, обусловленными случайным расхождением хромосом в мейозе и случайным объединением гамет, существует и постмейотический комбинаторный процесс, обусловленный политенизацией хромосом и равновероятной потерей (диминуцией) избыточных копий хроматид при первом делении эмбриогенеза.

Библиографический список

1. *Левитес Е.В.* Генетика изоферментов растений. – Новосибирск: Наука, 1986. – 144 с.
2. *Левитес Е.В., Кирикович С.С.* Автосегрегация ферментных локусов в агамоспермных потомствах триплоидных растений сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) // Генетика. – 2011. – Т. 47, № 7. – С. 945–951.
3. *Малецкий С.И., Коновалов А.А.* Наследование алкогольдегидрогеназы у сахарной свеклы. Сообщение 1: Анализ отклонений от моногенного расщепления // Генетика. – 1985. – Т. 21, № 9. – С. 1527–1534.
4. *Малецкий С.И.*, *Малецкая Е.И.* Самофертильность и агамоспермия у сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) // Генетика. – 1996. – Т. 32, № 12. – С. 1643–1650.

5. *Haldane J.B.S.* Theoretical genetics of autopolyploids // J. Genet. – 1930. – V. 22, № 3. – P. 359–372.
6. *Levites E.V.* Sugarbeet plants produced by agamospermy as a model for studying genome structure and function in higher plants // Sugar Tech. – 2005. – V. 7, № 2–3. – P. 67–70.

УДК 57.017.64:57.033:575.822

С.И. Малецкий
Институт цитологии и генетики СО РАН, stas@bionet.nsc.ru

Развитие растений и взгляды Н.И. Вавилова в контексте современных представлений об эпигенетической наследственной изменчивости

Глаза того не зрят,
чего не видит разум.

Имя Н.И. Вавилова прочно вошло в историю отечественного и мирового естествознания. Его не без основания считают выдающимся теоретиком биологии, ботаником, агрономом, генетиком. Авторы в статьях, посвященных вкладу Н.И. Вавилова в науку, указывают на закон гомологических рядов наследственной изменчивости, теорию иммунитета растений, теорию центров происхождения культурных растений. Особое внимание отдается его замечательным ботанико-агрономическим путешествиям по сбору растений и концентрации генофонда культурных растений со всего мира во Всероссийском НИИ растениеводства (ВИР, г. Санкт-Петербург). Н.И. Вавилов – крупный организатор науки: создал первый в рамках АН СССР генетический институт (Институт общей генетики РАН), Всероссийский НИИ растениеводства (ВИР), носящими ныне его имя.

Приведенный выше список научных достижений академика Н.И. Вавилова можно пополнить. На наш взгляд, его с полным правом можно отнести к одному из основоположников нового направления в науке о наследственности (*эпигенетики*), сформировавшегося только в последние десятилетия. Интеллектуальный вклад Н.И. Вавилова в эпигенетику еще никем не был рассмотрен, чему препятствуют, на наш взгляд, длящиеся десятилетия малопродуктивные дискуссии по

истории отечественной биологии 1930-х гг. В этой дискуссии некоторые авторы придерживаются «черно-белой дихотомии», используя в своих аналитических текстах классовый подход и большевистский арго (см. статьи в Википедии).

Если термин «эпигенетика» появился относительно недавно, то это не означает, что множество признаков и свойств животных и растений, которыми оперирует селекция на протяжении многих веков, нельзя отнести к эпигенетическим. Не будет преувеличением утверждать, что селекция растений, по существу, строилась в прошлом и строится сегодня преимущественно на основе эпигенетической изменчивости. Осознание этого факта научным сообществом происходит постепенно и в точности, как у известного героя Мольера, который только к концу жизни случайно узнал, что он всю жизнь говорил только «прозой».

«Долгое время ДНК считалась единственным носителем наследственной информации. Но сегодня биологи уверены, что существует другой, более лабильный информационный уровень, связанный с хромосомами. *На смену генетики приходит эпигенетика*» (Гиббс, 2004, с. 65). «Долгое время эпигенетику не признавали, стыдливо или даже намеренно умалчивали о ней – как правило, потому, что природа эпигенетических сигналов и пути их реализации в организме казались очень расплывчатыми. Считалось, что генетика – это святое, а эпигенетика – от лукавого (Ванюшин, 2004). «По образному выражению П. и Д. Медаваров, «генетика лишь предполагает, а эпигенетика располагает».

Эпигенетика – новая парадигма в науке о наследственности. По причине ее новизны, однозначного определения термина «эпигенетика» не существует. Само же слово «эпигенетика» произошло от другого слова – «эпигенезис» (по Аристотелю), т.е. последовательность новообразований при развитии организма из бесструктурной субстанции оплодотворенной (или неоплодотворенной) яйцеклетки. Можно привести несколько определений нового направления в исследованиях по наследственности, которые встречаются в публикациях. «Несколько лет назад (1947 г.) я ввел термин «эпигенетика», произведя его от аристотелевского «эпигенеза»... и предложил называть эпигенетикой ветвь биологии, изучающую причинные взаимодействия между генами и их продуктами, образующими фенотип» (Уоддингтон, 1970, с.18). *Эпигенетика* – наука, изучающая изменения в веществе наследственности (идиоплазме), которые возникают в онтогенезе, а также их наследование в дочерних поколениях, и связь измененной

идиоплазмы с признаками особей (Малецкий, 2005). Основные молекулярные события, связанные с эпигенетической наследственностью, сопряжены с изменениями в активности генов без нарушения последовательности нуклеотидов в молекулах ДНК (например, метилирование цитозина в молекулах ДНК), и которые устойчиво наследуются в ряду митотических и мейотических клеточных делений (Ванюшин, 2004; Яблонка, Лэмб, 2008) .

Зарождение эпигенетических исследований в СССР. Временем зарождения эпигенетики в нашей стране можно считать историческую поездку Н.И. Вавилова на одну из селекционных станций системы ВИР (г. Гянджа, Азербайджанская ССР) и его знакомство с работами молодого сотрудника этой станции – Т.Д. Лысенко. Опираясь на относительно малоизвестные факты о роли температурных воздействий на растения, Лысенко разработал методику проращивания семян при низких положительных температурах, которую впоследствии была обозначена термином «яровизация»*. Другими словами, для воздействия на растения был использован температура («стресс»), вызывающая изменения в развитии семян (проростков). Холодовой стресс позволяет регулировать ход развития растений, ускорять его. Этот метод индукции наследственных изменений некоторые авторы называли температурным «мутагенезом», положив его в основу создания сортов озимой пшеницы.

Как нам представляется, Н.И. Вавилову было интуитивно присуще целостное понимание феномена наследственности у растений (синтез идей физиологии, генетики и селекции растений), так как по складу ума и уровню подготовки он был одновременно и естествоиспытателем, и натуралистом, и агрономом. Побудительная же причина, по которой Н. И. Вавилов проявил неподдельный интерес к работе молодого агронома по яровизации, была его заинтересованность в использовании температурной индукции в качестве методического приёма синхронизации цветения у растений. Эта проблема была весьма актуальна не только с теоретической, но и с практической точки зрения. Коллектив ВИРа, руководимый Н.И. Вавиловым, в те годы столкнулся с «неразрешимыми» проблемами при проведении скрещиваний между растениями из коллекционных образцов, полученных из разных географических мест, и требующих синхронизации сроков цветения.

---

* В 1933 г. за рубежом появился термин «вернализация» (от лат. vernus — «весенний»), предложенный в 1933 г. англичанами Р. Уайтом и П. Хадсоном. Два термина – яровизация и вернализация – равнозначны.

Как ответственный руководитель, он решил сделать яровизацию достоянием селекционной практики*. «Можно определённо утверждать, что яровизация является крупнейшим достижением в селекции, ибо она сделала доступным для использования все мировое разнообразие сортов, до сих пор недоступное практическому использованию в силу обычного несоответствия вегетационного периода и малой зимостойкости южных озимых форм» (Вавилов, 1965, С. 272).

Н.И. Вавилов не просто высоко оценил опыты «босоного профессора», но предложил всем опытным станциям системы ВИР развернуть испытания по оценке эффективности методики яровизации в селекции. Так, в ноябре 1931 г. он писал директору Полярного отделения ВИР в Хибинах И.Г. Эйхфельду: «То, что сделал Т.Д. Лысенко, и то, что он делает, представляет совершенно исключительный интерес, и надо Полярному отделению эти работы развернуть» (Википедия).

Выступая на VI Международном Генетическом Конгрессе (Канада, 1932 год) Вавилов говорил: «Замечательное открытие, недавно сделанное Т.Д. Лысенко в Одессе, открывает новые громадные возможности для селекционеров и генетиков… Это открытие позволяет нам использовать в нашем климате тропические и субтропические разновидности» (Википедия, Вавилов). 17 июня 1935 года на заседании Президиума ВАСХНИЛ Вавилов давал Лысенко такую характеристику: «Лысенко – осторожный исследователь, талантливейший, его эксперименты безукоризненны». Вавилов не просто высоко оценил работу молодого агронома, но послужил тем «лифтом», который поднял провинциального агронома Т.Д. Лысенко на большую административную высоту, дав ему рекомендации для избрания в АН УССР и АН СССР.

В 1934 г. Т.Д. Лысенко по рекомендации Н.И. Вавилова был избран членом-корреспондентом АН УССР и АН СССР, а позже – действительным членом трех академий – АН СССР, АН УССР и ВАСХНИЛ. Кроме Вавилова достижения Лысенко активно поддержали и другие члены АН СССР, которые почти единодушно (но тайно) голосовали за избрание Т.Д. Лысенко. Годом ранее Вавилов представил «теорию стадийного развития растений» на соискание Ленинской премии как «крупнейшее достижение физиологии растений за последнее десятилетие». 16 марта 1933 г. он писал в комиссию содействия ученым при СНК СССР: «Настоящим представляю в качестве кандидата на премию в 1933 г. агронома Т.Д. Лысенко. Его работа по так называ-

* Руководить – это значит не мешать хорошим людям работать (Петр Капица).

емой яровизации растений, несомненно, является за последнее десятилетие крупнейшим достижением в области физиологии растений и связанных с ней дисциплин. Впервые с исключительной глубиной и широтой тов. Лысенко удалось найти пути овладения управлением растением, найти пути сдвигов фаз растений, превращения озимых растений в яровые, позднеспелых в раннеспелые. Его работа является открытием первостепенной важности, ибо открывает новую область, притом вполне доступную исследованию. Несомненно, что за работой Лысенко последует развитие целого раздела физиологии растений; его открытие дает возможность широкого использования мировых ассортиментов растений для гибридизации, для продвижения их в более северные районы. И теоретически, и практически открытия Лысенко уже в настоящей фазе представляют исключительный интерес, и мы бы считали т. Лысенко одним из первых кандидатов на получение премии в 1933 г. Если бы понадобились более подробные данные, то они могут быть представлены мною». Академик Н.И. Вавилов (цит. по Волков, 1997).

Вавилов не ошибался, давая лестные оценки научной интуиции и заслугам Т.Д. Лысенко. С точки зрения современной физиологии растений, яровизация и теория стадийного развития были и остаются значительным достижением отечественной биологии 1930-х гг. В настоящее время яровизация (температурная индукция) находит широкое применение в селекции, позволяя получать дополнительные поколения растений в селекционных камерах, фитотронах и теплицах, а также позволяет совмещать сроки цветения у растений, имеющих различное географическое происхождение.

Если рассматривать теорию стадийного развития растений с общебиологических позиций, то можно сделать вывод, что Лысенко расширил понимание предмета генетики, включив в него понятия роста и развития растений (Лысенко, 1952). Он вполне разумно полагал, что процессы роста и развития растений должны рассматриваться в контексте наследственности и наследственной изменчивости.

Развитие эпигенетических представлений в 1930-е гг. Кроме исследований по температурным стрессам (яровизация) в 1930 в ВИРе и в других научных учреждениях страны параллельно и независимо от работ Т.Д. Лысенко велись работы по индукции наследственных изменений у растений с помощью иных форм стресса и последующего использования этих приемов в селекции. Взгляды на эту проблему четко изложены во введении к учебнику «Курс генетики» (1938 г.)

Н.Н. Гришко и Л.Н. Делоне (учебное пособие для растениеводческих вузов). «Генетика возникла в начале XX века. …. В буржуазной генетике проблема наследственности оказалась искусственно разбитой на проблему *наследственной передачи и проблему наследственного осуществления*, причем буржуазная генетика занималась и занимается только решением *проблемы передачи*, тогда как *проблему осуществления* она передала науке, названной «механикой развития» (или «динамикой развития»). Такое раздробление проблемы наследственности на две проблемы, теряющей между собою связь, несомненно, является глубоко неправильным. *Генетика, решающая только проблему передачи, а не проблему осуществления, перестает видеть организм в его развитии – в его динамике, а берет его в статике*. Советские генетики Мичурин и Лысенко достигли громадных успехов, изучая организм *в его развитии*. Только такой подход обусловливает возможность выработки мер воздействия на организм, приводящий к результатам, ценным в практическом отношении» (Гришко, Делоне, 1938, с. 4-5). Фактически Н.Н. Гришко и Л.Н. Делоне сформулировали один из постулатов современной эпигенетики, рассматривающей не только материальные носители наследственности в хромосомах (гены), но и роль наследственных факторов в процессах роста и развития растений. Это была не просто новая семантическая конструкция наследственности и изменчивости у растений, но одновременно и итог конкретных экспериментальных достижений, достигнутый авторами в описываемые годы.

В частности, к этому времени Н.Н. Гришко путем *раневого стресса* научился регулировать пол цветков у двудомных растений конопли (*Cannabis sativa* L.). Это привело к замечательным достижениям в селекции – созданию растений с двуполыми цветками (конец 1930-х гг.) и подобные сорта были получены впервые в мире. Методы работы Н.Н. Гришко открыли в дальнейшем путь к созданию сортов конопли без канабиоидов (одно из современнейших направлений в селекции конопли сегодня). Благодаря изменению способа репродукции удалось полностью преобразовать методы селекции культуры конопли (Аринштеин, 1959; Малецкий, 2008). Таким образом, стрессорные воздействия (раневая индукция) позволяют выявлять скрытую изменчивость, которые сегодня обозначают как эпигенетическую.

В те же годы раневой стресс использовали и в других экспериментах, в частности, для получения тетраплоидных форм у различных видов растений. Эти исследования в 1930-е гг. проводились как за ру-

бежом, так и в СССР. В СССР эти исследования выполняла сотрудница Н.И. Вавилова Шавинская А.С., получая с помощью раневых воздействий полиплоидные формы у многих видов культурных растений (Щавинская, 1937а; б) – метод раневой полиплоидии.

Творческие взаимоотношения между Н.И. Вавиловым и Т.Д. Лысенко в первой половине 1930-х гг. многими авторами сегодня рассматриваются в конфронтационном ключе с использованием необольшевистского жаргона. Тексты на эту тему пишутся, по преимуществу, в черно-белом окрасе, с использованием стилистических клише эпохи классовой ненависти. Вот самая «безобидная» оценка этих отношений Президентом ВОГиС академиком В.К. Шумным. «Сегодня во многих литературных источниках о Н.И. Вавилове проскальзывает в его адрес упрек в том, что на первом этапе он поддержал Т.Д. Лысенко, способствовал его избранию академиком АН Украины и АН СССР, …, но это свидетельствует лишь о том, что Н.И. Вавилов как в высшей степени интеллигентный, порядочный и доброжелательный человек поддерживал многих начинающих в науке, активных и амбициозных, предлагающих новые решения сельскохозяйственных проблем. Из сотен поддержанных он ошибся в одном случае, не разглядев в Т.Д. Лысенко *политико-идеологической составляющей в его деятельности*» (Шумный, 2007, с. 477). Современному читателю трудно понять, чего конкретно не видел Николай Иванович в деятельности Лысенко, в те годы весьма креативного молодого биолога-агронома, активно поддержав его и обеспечив ему социальный лифт в советской академической иерархии. По сути, поддержал он не просто конкретную личность, а исследования по яровизации, способствуя тем самым новому направлению в науке о наследственности и наследственной изменчивости– ***эпигенетики***.

Лысенкоизм. Во времена СССР Т.Д. Лысенко относился к наиболее авторитетным академикам на протяжении почти 30-летнего периода. Его активно поддерживали не только многие ученые биологи и практики сельского хозяйства, но и высшее партийно-государственное руководство страны. Деятельность Т.Д. Лысенко породила в исторической литературе термин «лысенкоизм», который «используется для обозначения политической, социальной и управленческой деятельности Лысенко…. Советский лысенкоизм был мрачнейшим периодом современной науки, а его основной продукт – мичуринская биология – была собранием абсурдных теорий, обычно основанных на случайных наблюдениях или на нескольких плохо спланирован-

ных экспериментах без надлежащего контроля и без какой-либо статистической оценки результатов» (Флегр, 2002, интернет).

С позиций современной социальной политологии, можно дать более общее определение лысенкоизма, а именно, «использование руководителями административного ресурса для полного или частичного подавления своих идейных или научных противников (конкурентов)». В этом смысле административный ресурс можно отнести к одной из форм коррупции, которая наносила вред прежде (в советское время) и сегодня как ржа разъедает современное российское общество и академическую науку. Административный ресурс в 1940- 1960-е гг. действительно использовался в науке, одним из наглядных и негативных примеров которого стал запрет на занятия генетикой в стране после 1948 г. Но вот наивный вопрос – исчез ли лысенкоизм после снятия акад. Т.Д. Лысенко с административных должностей в АН СССР? Если под «лысенкоизмом» понимать использование административного ресурса, то нет. Современные члены РАН, допущенные до дележа бюджетных средств по различным направлениям науки (по бюджету или грантам), активно его используют и потому «лысенкоизм» скорее жив, чем мертв. Если, например, административным путем в 1948-1964 гг. была запрещена «буржуазная генетика», лишившая рабочих мест наиболее известных специалистов по генетике и цитологии, то из арифметических соображений ясно, что «освободившиеся» бюджетные средства перекочевали к адептам «мичуринской генетики». Сегодня в биологии доминирует «молекулярная генетика», поглощающая немалые бюджетные средства, и потому получить грант научному сотруднику в области аграрной биологии (например, по генетике и селекции растений) примерно, то же самое, что выиграть автомобиль Porsche по трамвайному билету.

Сделаем маловероятное предположение – приверженность к административному ресурсу при дележе бюджетных средств может быть связано с психологическими особенностями отдельных личностей, ярко охарактеризованных когда-то З. Фрейдом*.

Заключение. Спустя десятилетия можно сказать, что биологические дискуссии конца 1930-х и 1940-х гг. в СССР о природе наследственности и изменчивости велись в режиме жесткого противостояния

---

* «Жажда делать деньги есть следствие подавленной сексуальности» (по Фрейду).

Порядочный начальник всегда поровну делит заслуги (и деньги) с тем, кто сделал всю работу.

и привели ко многим несчастьям. Но, как показало время, оба направления биологических исследований (менделизм и мичуринская биология) оказались одновременно в чем-то правы и в чем-то неправы, но каждый, по-своему. Вот как лаконично комментирует итоги этой истории Эвы Яблонки (Израиль) и Марии Лэмб (Англия), успешно работающие в области эпигенетической наследственности. Они констатируют, что программы исследований наследственности в СССР и странах Запада долгое время не совпадали. Сегодня всеми общепризнано, что: «1) Не все наследственные изменения обязательно связаны с различиями в последовательностях ДНК. 2) Не все наследственные изменения имеют случайное происхождение. 3) Не все эволюционные изменения носят постепенный характер. 4) Не все паттерны эволюционной дивергенции напоминают древо. В бывшем СССР первые три вызова современному эволюционному синтезу были включены в общую концепцию наследственности (мичуринская биология, адептом которой был Т. Лысенко, отрицавший менделеевскую генетику)» (Яблонка, Лэмб, 2008, с.338).

На фоне такой исторической оценки эволюции взглядов в биологических исследованиях в СССР, интеллектуальные усилия Н.И. Вавилова по развитию нового направления (воздействие стрессов на растения) в науки о наследственности и изменчивости (эпигенетики) выглядят сегодня особенно рельефно и убедительно.

Настоящая работа выполнялась при финансовой поддержке грантов РФФИ № 10-04-00697 и интеграционного гранта Президиумов СО РАН и НАНБ №3 (2012-2014 гг.).

Библиографический список

1. *Ариништеин А.И.* Переделка двудомных форм конопли в однодомные // Наследственность и изменчивость растений, животных и микроорганизмов. – М.: Наука, 1959. Т. 2. – С. 104-110.
2. *Вавилов Н. И.* Избранные труды. – М.; Л., 1965. – Т. 5. – С. 272.
3. *Вавилов Н.И.* // Википедия. http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1490
4. *Волков В.А.* У истоков лысенковщины// Природа. – 1997. – № 11.
5. *Ванюшин Б. Ф.* Материализация эпигенетики, или небольшие изменения с большими последствиями // Химия и жизнь – XXI век. – 2004. № 2. С. 32-37.

6. *Гиббс У.* Теневая часть генома: за пределами ДНК // В мире науки. – 2004. – № 3. – С. 65-71.
7. *Гришко Н.Н., Делоне Л.Н.* Курс генетики. – М.: Сельхозгиз, 1938. – 354 с.
8. *Лысенко Т.Д.* Стадийное развитие растений. – М.: Сельхозгиз, 1952. – С. 5–189. http: // library.psu.kz/index.php?option=com_catalog&cat=articles&n=24949&lang=rus
9. *Малецкий С.И.* Иерархия единиц наследственности, изменчивость, наследование признаков и видообразование у растений // Эпигенетика растений. – Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 2005. – С. 7-53.
10. *Малецкий С.И.* Эпигенетическая изменчивость пола цветков и создание на ее основе однодомных форм конопли (*Canabis sativa* L.) (к исследованиям Н.Н. Гришко) в 1930-х гг.) // Интродукция растений (г. Киев) // Междунар. науч. журнал. – 2008. – № 1. – С. 100-113.
11. *Уоддингтон К.Х.* Основные биологические концепции // На пути к теоретической биологии. – М.: Мир. – С. 11-38.
12. *Шумный В.К.* Глобализм обобщений Николая Ивановича Вавилова // Вестник ВОГиС. – 2007. – Т. 11, № 3/4. – С. 477-478.
13. *Щавинская С.А.* Тетраплоидная капуста, полученная путем регенераций//Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1937. – Сер. 2, № 7. – С. 13-36.
14. *Щавинская С.А.* Восстановление плодовитости у герани (*Pelargonium radula roseum* W.) путем удвоения хромосомного комплекса // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1937. – Сер. 2, № 7. – С. 101-106.
15. *Яблонка Е., Лэмб М.* Эпигеном в эволюции: за пределами современного синтеза (перевод С.И. Малецкого) // Вісн. Укр. товариства генетиків і селекціонерів. – 2008. – Т. 6, № 2. – С. 337-355.
16. Flegr Jaroslav. Was Lysenko (partly) right? Michurinist biology in the view of modern plant physiology and genetics // Rivista di Biologia. Biology Forum, 95 (2002), pp. 259–272, http://lysenkoism.narod.ru/flegr-lys.htm.

УДК 633. 16. 631. 527

С.В. Мартынова, В.Н. Пакуль
ГНУ Кемеровский НИИСХ Россельхозакадемии

Формирование урожайности высокопродуктивных линий ярового ячменя в условиях северной лесостепи Кузнецкой котловины

Экстремальность климата Западной Сибири, связанная с коротким вегетационным периодом, проявлением различного типа засух и неравномерным распределением осадков в период вегетации, обусловливает необходимость создания сортов сельскохозяйственных культур с устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды.

Среди зерновых культур, выращиваемых в Западной Сибири, яровой ячмень занимает особое место: высокая продуктивность, гарантированное получение семян, ранняя продукция для животноводства. В Сибири, несмотря на контрастность ее природно-климатических условий, ячмень является надежной культурой, способной максимально использовать биологический потенциал для формирования устойчивых урожаев [1]. Это одна из ведущих культур в мире, в стране и Западной Сибири. Кемеровская область входит в число ведущих регионов Сибири по возделыванию ячменя. В 2011 г. под ячменем было занято 146 тыс. га.

Одним из отрицательных факторов климата Кузнецкой котловины является засуха в мае и июне, которая оказывает существенное влияние на снижение продуктивности растений. Количество осадков в обычные годы в умеренно влажных районах не превышает 180-250 мм, а большая часть из них (75%) выпадает во второй половине лета. Нередко отмечаются поздние весенние и ранние осенние заморозки. Жёсткие агроклиматические условия определили направление селекции ярового ячменя: скороспелость, засухоустойчивость, устойчивость к неблагоприятным факторам среды, полеганию, иммунитет к наиболее вредоносным болезням, повышение урожайности.

Метеоусловия в годы исследований имели свои характерные отличия. Особенностью 2008 г. являются высокие температуры первой и второй декад мая (на 1,3 и 5,9^0 С выше среднемноголетних показателей). Понижение температуры отмечено в третьей декаде мая и второй декадах июня (на 2,0-1,6 ^{0}С). В третьей декаде июня среднесуточная температура повысилась до 19,1^{0}С. 2009 г. характеризовался высокой

влагообеспеченностью в период вегетации, перенасыщенностью почвы влагой в период кущения ячменя, ГТК = 2,10-3,33. Корневая система развивалась близко к поверхности почвы, что снижало устойчивость растений к полеганию, при достаточно высокой их биомассе.
Для вегетационного периода 2010 г. характерна недостаточная обеспеченность влагой до фазы колошения ячменя. Первые осадки после посева выпали 26 июня. Во второй половине вегетации имели место обильные осадки. В конкурсном сортоиспытании изучалось за период 2006-2010 гг. 117 селекционных линий ячменя.

Таблица 1

Агробиологическая характеристика селекционных линий ячменя

Годы изучения	Урожайность		Высота растений, см	Кол-во зёрен в колосе, шт.	Кол-во продуктивных стеблей, сохранившихся к уборке, шт.	Продуктивность главного колоса, г	Масса 1000 семян, г
	т/га	$НСР_{05}$					
Одесский 100							
2008	5,35	0,37	70,5	18,0	615	0,88	50,0
2009	5,75	0,44	87,2	19,0	638	0,90	50,0
2010	4,05	0,39	60,6	14,5	508	0,82	46,5
Среднее за 3 года	5,05		72,8	17,2	587	0,87	48,8
КМ-137							
2008	6,43	0,37	68,8	19,3	699	0,92	47,0
2009	6,57	0,44	88,0	23,0	600	1,10	45,0
2010	5,05	0,39	54,4	16,1	598	0,86	41,1
Среднее за 3 года	6,02		70,4	19,5			
КМ-106							
2008	6,27	0,37	70,3	23,2	634	1,00	43,3
2009	6,33	0,44	95,4	23,2	573	1,12	46,7
2010	5,96	0,39	62,1	16,0	406	1,47	48,5
Среднее за 3 года	6,19		75,9	20,8	537	1,20	46,2

По результатам комплексной оценки выделились наиболее перспективные селекционные линии: КМ-06 (КМ-7 х Л.1899), КМ-137 (Bankuti Korai х Рамос), КМ-81 (Л.53 HVS 91/76 х Суздалец).

Урожайность селекционной линии КМ-137 за годы изучения (2008-2010 гг.) составила 5,05-6,57 т/га, при продуктивности главного колоса 0,86-1,1 г, количестве зёрен в колосе 16,1-23,0 шт., массе 1000 семян 41,1-47,0 г (табл. 1). Формирование продуктивности селекционной линии КМ-137 определялась в значительной степени массой 1000 зёрен, r = 0,9118* и количеством зёрен в колосе, r = 0,8861, в меньшей степени имела место зависимость с количеством продуктивных стеблей, сохранившихся к уборке, r = 0,4417.

По результатам трёх лет исследований преимущество имеет селекционная линия КМ-106, при средней урожайности 6,19 т/га, что превышает сорт стандарт на 1,14 т/га, имеет хорошую озернённость колоса – 20,8 шт., массу 1000 семян – 46,2 г. Урожайность данной линии формировалась в первую очередь за счёт количества зёрен в главном колосе, r = 0,9885* и продуктивных стеблей, сохранившихся к уборке, r = 0,9159*. Определена тесная зависимость урожайности селекционных линий ячменя с высотой растений, r = 0,7918 – 0,8656*.

Высота растений имеет тесную взаимосвязь с их биомассой. Накопление биомассы в онтогенезе характеризует комплексную работу органов фотосинтеза, дыхания и роста растения. Генотипические особенности в нарастании биомассы растений проявляются в фазу колошения, так как в этот период отмечается наибольший её прирост. Установлена тесная взаимосвязь между биомассой растений ячменя с единицы площади в фазу колошения и урожайностью, r = 0,5542* 0,8570*[2].

Степень влияния фактора – селекционная линия на формирование урожайности ячменя за 2008–2010 гг. составила 38,9%, фактора среда (годы) – 43,1%. В значительной степени на урожайность ячменя оказала влияние влагообеспеченность в периоды всходы – кущение (ГТК = 1,10-2,87), r = 0,4682-0,5273 и выход в трубку – колошение (ГТК = 1,18-2,13), r = 0,4222-0,5216.

Вариабельность урожайности селекционных линий ячменя по годам составила 6,8-35,0%. Наименьшую изменчивость урожайности имели селекционные линии КМ-106 – 3,2%, КМ-81 – 3,7%, КМ-137 – 14,0%.

Селекционная линия КМ-81, имеющая стабильно высокую урожайность по годам, выделена как наиболее перспективная в 2007–2009 гг. Самая высокая урожайность отмечена у селекционной линии КМ-81 в 2009 г. – 7,23 т/га, при продуктивности главного колоса 1,18 г, массе 1000 семян 46,2 г. Прибавка к сорту стандарту Одесский 100 составила 1,48 т/га. Определяющим элементом продуктивности

является количество продуктивных стеблей, сохранившихся к уборке – 618 шт./м^2. При наиболее жёстких условиях второго срока посева линия КМ-81 имела незначительное снижение урожайности – на 2,4%, что говорит о высокой пластичности созданного селекционного материала. По комплексу хозяйственно положительных признаков селекционная линия КМ-81 передана в 2009 г. в государственное сортоиспытание как сорт Владук (табл. 2).

Таблица 2

Яровой ячмень Владук, 2007-2009 гг.

Признак	КМ-81	Одесский 100
Вегетационный период, дней	85	82
Урожайность, т/га	6,12	5,08
Количество продуктивных стеблей, сохранившихся к уборке, шт./м^2	593	552
Продуктивная кустистость	1,8	1,9
Масса зерна колоса, г	1,05	0,91
Длина колоса, см	7,6	7,3
Число зерен в колосе, шт.	20,8	17,7
Масса 1000 зерен, г	50,0	51,0
Высота растений, см	74,7	78,6
Содержание сырого протеина в зерне, %	11,3	11,8
Содержание крахмала, %	58,0	56,5
Прорастаемость, %	96,0	90,5
Крупность зерна, %	89	90
Плёнчатость, %	8,4	8,5
Устойчивость к полеганию, балл	9,0	7,7

Яровой ячмень Владук

Создан в ГНУ Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства СО Россельхозакадемии в результате творческого сотрудничества со Всероссийским научно-исследовательским институтом растениеводства им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). Выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции (Л.53 HVS 91/76 х Суздалец) с селекционной проработкой на отбор иммунных к пыльной головне форм со стабильной продуктивностью. Имеет высокую устойчивость к поражению пыльной (Ustilago nuda (Jens) Kell et Swing и твёрдой головнёй (Ustilago hordei (Pers) Kell et Swing). Сорт относится к разновидности nutans, к группе среднеспелых сортов, вегетационный период 85 дней. Средняя урожайность

6,12 т/га, максимальная 7,23 т/га. Определяющим элементом продуктивности является количество продуктивных стеблей, сохранившихся к уборке – 593 шт./м^2, с числом зёрен в колосе 20,8 шт., массой 1000 зёрен 50,0 г при продуктивной кустистости 1,8, массе зерна с колоса 1,05 г. Формирует выровненный стеблестой при высоте растений 74,7 см, высокую устойчивость к полеганию – 9 баллов, пониканию колоса. Сорт имеет оптимальные показатели качества зерна для пивоваренных ячменей: содержание белка в зерне 11,3%, прорастаемость зерна 96,0%. Крупность зерна – 89%, плёнчатость – 8,4%, натурная масса – 699 г/л. Основные достоинства сорта – высокая засухоустойчивость, устойчивость к полеганию, высокая продуктивность, слабо реагирует на стрессовые факторы резким снижением продуктивности.

Таким образом, основными элементами продуктивности в формировании урожайности селекционных линий ячменя в условиях северной лесостепи Кузнецкой котловины является количество зёрен в колосе, r = 0,8861-0,9885*, количество продуктивных стеблей, сохранившихся к уборке, r = 0,4417-0,9159*, масса 1000 зёрен, r = 0,9118. В значительной степени на урожайность ячменя оказала влияние влагообеспеченность в периоды от всходов до колошения, r = 0,4222-0,5273. Выделены высокоадаптивные селекционные линии ярового ячменя: КМ-106 (КМ-7 х Л.1899), КМ-137 (Bankuti Korai х Рамос), КМ-81 (Л.53 HVS 91/76 х Суздалец) с средней урожайностью 6,02-6,19 т/га, при максимальной продуктивности 7,23 т/га. Создан новый сорт ярового ячменя Владук, пивоваренного назначения, обладающий иммунитетом к головнёвым грибам, высокой засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию, высокой продуктивностью, слабо реагирует на стрессовые факторы резким снижением продуктивности.

Библиографический список

1. *Сурин Н.А., Ляхова Н.Е.* Селекция ячменя в Сибири: монография/ РАСХН. Сибирское отделение. НПО «Енисей». – Новосибирск, 1993. – С. 121-123.
2. *Пакуль В.Н.* Селекция ярового ячменя в зоне рискованного земледелия // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 9. – С. 11-13.

УДК 631.527.5:[633.11:633.14]:631/528/2

А.В. Мединский, П.И. Стёпочкин
ГНУ Сибирский НИИ растениеводства и селекции Россельхозакадемии

Создание и изучение генофонда озимых тритикале в СибНИИРС

Тритикале, как сельскохозяйственная культура, в западносибирском регионе возделывается на небольших площадях, занимая на данный момент около 10 тыс. га. Связано это с тем, что, во-первых, в Сибири по сравнению с другими регионами России, селекцией этой культуры стали заниматься гораздо позднее. Во-вторых, свой первичный материал на основе местных зимостойких сортов пшеницы и ржи долго не создавался. Селекционеры использовали первичные и вторичные формы тритикале, полученные на основе европейских сортов озимой пшеницы [1, 2]. В-третьих, не было большого коллекционного материала тритикале, чтобы испытывать и отбирать наиболее адаптивные к местным условиям родительские формы для гибридизации и дальнейшей селекции.

Таблица 1

Сорта озимой тритикале сибирской селекции

Название сорта	Год госрегистрации	Организация - оригинатор	Краткая характеристика
Алтайская 1	1986	АНИИЗиС, Алтай	Длинностебельный, высокозимостойкий, низкобелковый, зернофуражный и зерноукосный
Алтайская 2	1993	АНИИЗиС, Алтай	Среднестебельный, высокозимостойкий, зернофуражный
Алтайская 3	1997	АНИИЗиС, Алтай	Среднестебельный, высокобелко вый,зернофуражный, высокоурожайный
Алтайская 4	2005	АНИИЗиС, Алтай	Среднеспелый, среднестебельный
Алтайская 5	2008	АНИИЗиС, Алтай	Среднеспелый, среднестебельный
Омская	1986	Омский СХИ, Омск	Длинностебельный, позднеспелый
Цекад 90	2005	СибНИИРС, Новосибирск	Короткостебельный, устойчив к полеганию, зернофуражный, зимостойкий
Сирс 57	2009	СибНИИРС, Новосибирск	Короткостебельный, устойчив к полеганию, зернофуражный, зимостойкий

К настоящему времени созданы сорта озимой тритикале сибирской селекции, которые были в разные годы районированы и внесены в Госреестр селекционных достижений РФ (табл. 1).

За 23 года районировано и внесены в Госреестр селекционных достижений РФ 8 сортов озимой тритикале. Из них только два – Цекад 90 и Сирс 57 получены на основе использования отдалённой гибридизации пшеницы с рожью для создания базовых пшенично-ржаных гибридов, которые опыляли уже имеющимися формами гексаплоидных тритикале для получения рекомбинантных форм – исходного материала для селекции.

Для успешной дальнейшей селекции озимой тритикале необходимо расширить генофонд этой культуры, пополнив его наиболее адаптивными к местным условиям коллекционными формами и новым, созданным за предыдущие годы работы материалом.

Целью настоящего исследования было изучение коллекции ВИР и имеющиеся формы тритикале различного происхождения для включения в сибирский генофонд.

Материал, методы и условия проведения исследований

Материалом исследования являются коллекционные образцы ВИР, отборы из коллекции ВИР, селекционные формы гибридного происхождения, формы, полученные в результате спонтанного процесса деполиплоидизации октаплоидных тритикале, а также двуручки, полученные в результате спонтанного мутагенеза озимых форм.

Посев проводили в первых числах сентября вручную на делянках 0,3 м^2. Норма высева изучаемых образцов 100 зёрен на делянку. Глубина заделки 4-5 см. Уборку урожая проводим вручную, урожай приводим к 100 %-й чистоте.

Структурный анализ элементов продуктивности растений проводили в лабораторных условиях. Результаты фенологических наблюдений, проведённых в поле, а также структурного анализа записывали в электронную таблицу EXEL, где автоматически рассчитывалась интегральная ценность образца или растения по программе, разработанной совместно с ГНУ ЦИВО Россельхозакадемии.

Каждому образцу присваивался каталожный номер сибирского генофонда с сохранением каталожного номера ВИР, если коллекционная форма была зарегистрирована в этом учреждении.

Агрометеорологические условия перезимовки и вегетации озимых в 2010-2011 гг. складывались относительно благоприятно (табл. 2). Температурный режим и достаточное количество осадков способствовали нормальному осеннему развитию растений. В конце вегетации посевы озимой тритикале находились в стадии кущения (кустистость 3,4 побега).

Таблица 2

Агрометеорологические условия перезимовки озимых культур (по данным агрометеорологической станции п. Огурцово)

Показатель	Средняя многол.	2007	2008	2009	2010	2011
Дата прекращения вегетации	5.10	8.10	18.10	16.10	20.10	19.10
Дата установления снежного покрова	01.11	24.10	18.11	25.10	17.11	
Высота снежного покрова, см	30-34	51-52	51-52	40-45	35-40	60-62
Минимальная t на ГУК, ˚С	-	-5,2	-7,0	-10,0	-14	-8
Дата схода снежного покрова	09.04	13.04	08.04	06.04	21.04	13.04
Начало вегетации	24.04	18.04	20.04	22.04	26.04	16.04
Продолжительность периода отсутствия вегетации, дн.		192	184	188	191	179

Прекращение вегетации отмечено 19 октября, что позднее средней многолетней на 14 дней. Запасы влаги пахотного и 1- метрового слоя осенью были близки к оптимальным.

В зимние месяцы температура на глубине узла кущения не опускалась ниже – 8˚С, при длительном сохранении низкой среднесуточной температуры воздуха в первой декаде января до - 32°С. Высота снежного покрова в этот период установилась на уровне 50-60 см, что обеспечило высокую сохранность растений. Промерзание почвы достигло 119 см, при средней многолетней 194 см.

Сход снега на опытных полях отмечен 13 апреля, начало весеннего отрастания растений – 16 апреля, что на 8-10 дней раньше средней многолетней. Достаточное количество осадков (143 % к норме) в апреле обеспечили интенсивное отрастание растений после перезимовки.

Раннее начало вегетации и летний дефицит влагообеспеченности обусловили более раннее наступление фазы «колошение» и «цветение». Созревание отмечено на 7-10 дней ранее по сравнению с предыдущими годами.

Результаты и обсуждение

Генофонд тритикале формируется и пополняется на основе:

- поступающих в СибНИИРС из НИУ Сибири и других регионов сортов, передаваемых в государственное сортоиспытание, а также районированных или внесенных в Госреестр РФ; селекционных форм, изученных селекционерами в собственном конкурсном сортоиспытании; образцов рабочих коллекций **при обязательном сохранении селекционного номера и оригинального названия**;
- поступлений из коллекции ВИР **с сохранением оригинального каталожного номера ВИР и оригинального названия**;

Все образцы тритикале, входящие в генофонд, регистрируются с присвоением каталожного номера СибНИИРС, представляющего собой пятизначный код, оригинальным названием и местом происхождения (табл. 3).

Таблица 3

Фрагмент таблицы регистрации образцов сибирского генофонда озимой тритикале

№ каталога СибНИИРС (С-00000)	ACCENUMB № каталога ВИР (к-00000)	CULNUMRUS Название образца	GEORUS Происхождение	DATREG Год регистр.
с-00018	3816	Праг 468/1	Дагестан	2012
с-00019	3845	Варвара	Самара	2012
с-00020	3868	Newo	Польша	2012
с-00021	3869	Pawo	Польша	2012
с-00022	3876	Сотник	Краснодар	2012
с-00023	3903	Зимогор	Ростов	2012
с-00024	3904	Консул	Ростов	2012
с-00025	3905	Вокализ	Ростов	2012
с-00026		Цекад 90	Новосибирск	2012
с-00027		Сирс 57	Новосибирск	2012

Сохранение генофонда осуществляется на базе СибНИИРС, который гарантирует его **сохранность и соблюдение прав авторов сортов и селекционных образцов**, получаемых для включения в состав Генофонда.

Генофонд поддерживается *ex situ* и хранится в бумажных пакетах при комнатной температуре и влажности воздуха с обязательным восстановлением всхожести семян путем их пересева через 5-8 лет (в зависимости от культуры).

Перечень сохраняемых коллекций размещается на постоянной основе на сайте www.sibniirs.ru.

Некоторые образцы зерновых культур, поступающие из ВИР и селекционных учреждений, являются гетерогенными популяциями по морфотипу растений. Так, образец к-3547 содержал 4 морфотипа растений примерно в одинаковой пропорции 20-30% (рисунок).

Морфотипы растений коллекционного образца к-3547

В таком случае каждому морфотипу присваивается свой каталожный номер сибирского генофонда, с сохранением каталожного номера ВИР и оригинального названия (табл. 4).

Расчёт интегральной ценности растения (образца) делается автоматически по программе, разработанной совместно с ГНУ СибФТИ, с учётом коэффициента значимости и относительного балла данного признака.

По интегральной оценке выше 0,7 балла выделились 12 образцов (табл. 5). Наибольший вклад в этот показатель внесли 6 признаков:

длительность вегетационного периода (0,06), высота растения (0,2), перезимовка (0,01), масса 1000 зерен (0,1), натура зерна (0,2), продуктивность образца (0,15). Наибольший коэффициент 0,85 отмечен у сорта Гармония (с-00043, к-3693).

Таблица 4

Параметры дифференциации морфотипов коллекционных образцов ВИР

Номер каталога сибирского генофонда	Номер каталога ВИР	Название образца	Длина остей, см	Диаметр колосоножки, см	Степень опушения колосоножки, балл	Перезимовка, балл	Интегральная оценка, балл
1	2	3	4	5	6	7	8
с-00094	3547	АДП-6 5’	10,50	0,19	0,0	2,5	0,74
с-00095	3547	АДП-6 5”	2,00	0,18	0,0	3,5	0,81
с-00096	3547	АДП-6 5”’	9,50	0,21	4,0	4,5	0,69
с-00097	3547	АДП-6 5””	2,00	0,20	3,5	3,5	0,71
с-00098	3641	Рондо	8,50	0,20	4,0	1,5	0,66
с-00099	3548	Фламинго	9,00	0,20	3,5	1,0	0,71
с-00100	3594	Полейский	7,80	0,19	0,1	3,0	0,73
с-00101	3584	Каприз’	9,2	0,21	4,5	4,5	0,78
с-00102	3584	Каприз”	9,6	0,19	0,1	4,5	0,66
с-00103	3579	Рус	9,30	0,20	4,50	3,00	0,63
с-00104	3579	Рус’	7,50	0,21	0,0	1,00	0,67
с-00105	3579	Рус”	2,00	0,20	0,0	0,50	0,67
с-00106	3022	Алтай	6,10	0,21	3,50	4,50	0,81
с-00107	3022	Алтай’	2,50	0,22	5,00	4,25	0,78
с-00108	3022	Алтай”	7,50	0,20	5,00	3,50	0,55
с-00109	3022	Алтай”’	1,50	0,19	0,0	3,50	0,69
с-00110	3022	Алтай””	3,00	0,20	0,0	3,50	0,59
с-00111	3022	Алтай””	6,20	0,19	0,0	3,50	0,69
с-00112	3869	Pawo’	8,20	0,20	3,00	4,75	0,74
с-00113	3869	Pawo”	9,00	0,20	2,00	4,75	0,68

Таблица 5

Основные параметры образцов озимой тритикале, выделившихся по интегральной оценке, 2012 г., ГНУ СибНИИРС

Номер каталога сибирского генофонда	Номер каталога ВИР	Название	Дл. вегет. периода, сутки	Высота растения, см	Перезимовка, балл	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, мг/мл	Продуктивность образца	Интегральная оценка, балл
с-00023	3903	Зимогор	273	**82**	**5**	57	2,02	643	0,77
с-00043	3693	Гармония	**268**	90	**5**	50,2	**2,1**	515	0,85
с-00052	3715	Л29	271	100	**5**	**58,3**	2	**725**	0,81
с-00061	3860	Легион	271	**85**	4,5	**56,2**	2,03	571	0,78
с-00066	3703	Janko	269	98	4,5	47,2	**2,1**	**672**	0,80
с-00090	3597	Pinokio	271	**85**	3,5	53,4	2,03	530	0,80
с-00095	3547	АДП-6 5”	269	**85**	3,5	51	**2,1**	442	0,81
с-00097	3547	АДП-6 5””	**268**	**70**	3,5	46,8	1,93	**856**	0,71
с-00080	3635	Тарас. Юб.	271	104	2	**55,2**	**2,1**	381	0,76
с-00101	3584	Каприз’	**268**	**80**	4,5	46,5	**2,14**	367	0,78
с-00106	3022	Алтай	274	125	4,5	**59,4**	2,03	**747**	0,81
с-00107	3022	Алтай’	273	130	4,25	**62,6**	1,93	**737**	0,78
с-00027		СИРС 57 (ст.)	277	**70**	1,5	39,0	2,07	57	0,59

Выводы

1. Создана базовая коллекция сибирского генофонда озимой тритикале, имеющая собственный каталожный номер с сохранением каталожного номера ВИР, если образец получен из этой организации.

2. Впервые при анализе коллекции применена компьютерная программа по интегральной оценке образца на основе долевого вклада наиболее важных признаков.

3. Из 120 изученных в 2012 г. образцов по интегральной оценке выделились 12.

Библиографический список

1. *Шулындин А.Ф., Наумова Л.Н.* Пшенично-ржаные амфидиплоиды и их селекционное значение // Сел. и сем-во. – 1962. – № 1. – С. 64-66
2. *Стёпочкин П.И.* Формообразовательные процессы в популяциях тритикакле. – Новосибирск, 2008. – 164 с.

УДК 631.52:631.523:633.11:633.16:633.13

М.Е. Мухордова
ГНУ СибНИИСХ Россельхозакадемии, г. Омск

Сравнительный анализ корреляционных зависимостей и путевых коэффициентов признаков продуктивности гибридов зерновых культур (пшеница, ячмень, овес)

Знание корреляций между хозяйственно-ценными признаками позволяет выяснить их взаимосвязь и избежать односторонней оценки, а следовательно, и малой эффективности селекции.

Оригинальный метод анализа связей между причинами и следствиями, получивший название метода путей разработал С. Райт [1].

В отличие от корреляционного анализа метод коэффициентов путей учитывает не только корреляции между различными количественными признаками, но и взаимоотношения между ними. Он позволяет определить степень, с которой изменчивость данного признака в пределах группы детерминируется изменчивостью ряда факторов или причин, объединенных в некую определенную систему [2, 3,4].

Известно, что такие признаки, как продуктивная кустистость, число зерен в колосе (метелке), масса 1000 зерен и масса зерна растения, играют существенную роль в формировании урожая растения.

Но, чтобы лучше ориентироваться при отборе, необходимо определить взаимоотношения этих признаков с помощью корреляционного и путевого анализа [5].

Цель настоящей работы – провести сравнительный анализ парных корреляций и коэффициентов путей по элементам продуктивности и на их основе выявить вклад изучаемых признаков в урожайность разных культур (пшеницы, ячменя и овса).

Исходный материал и методы исследования

Пшеница. В качестве объекта исследования привлечены два сорта яровой мягкой пшеницы (P_1), 9 аллоплазматических линий (P_2) и 36 реципрокных гибридов (F_1). Схема скрещивания – топкроссная. Тестеры – сорта Алтайская 92 (Алт.92) и Лютесценс 6747 (Лют.6747). Аллоплазматические линии, содержащие цитоплазму видов Triticum и Aegilops – T. dicoccum schubl ev vernal (T. dic.), Ae. comosa Sibth et Sm.

(Ae. com.), Ae. cylindrica Host var typical (Ae. cyl.), а ядро сортов Белорусская 12 (Бел.12), Омская 19 (Ом.19) и Лютесценс 232 (Лют.232).

В 1996-1998 гг. закладывался полевой опыт. Высевались исходные сорта, аллоплазматические линии, гибриды F_1 (высевалось по 60 зерен). Длина рядка 2 м. Площадь питания растений 10 х 20 (см^2). Повторность опыта трехкратная. Посев ручной сажалкой. Предшественник – черный пар. Сроки сева оптимальные.

Ячмень. В качестве объекта исследований использованы 5 сортов ячменя (Омский 87, Сигнал, Одесский 100, Maresi, Viva) и 20 межсортовых гибридов F_1, полученных по полной диаллельной схеме скрещиваний. Подбор родительских компонентов проведен с учетом требований к пивоваренным ячменям и эколого-географических особенностей. Среди них сорта местной селекции, ближнего и дальнего зарубежья.

В 2000-2002 гг. закладывался полевой опыт в оптимальные для региона сроки. Высевались сорта и гибриды F_1. Длина рядка – 2 м. Площадь питания растений 10х20 см. Повторность опыта трехкратная. Предшественник – чистый пар.

Овес. Исходным материалом служили 4 сорта ярового овса – 2 пленчатых (A. sativa subsp. sativa var. mutica), 2 голозерных (A. sativa subsp. nudisativa var.inermis) и 4 реципрокных гибрида F_1. В прямых скрещиваниях материнскими формами являлись пленчатые сорта Сиг и Корифей, отцовскими – голозерные сорта – Paul и QA504-5; в обратных скрещиваниях – наоборот, материнские формы – голозерные сорта, отцовские – пленчатые.

В 2007-2008 гг. закладывался полевой опыт по следующей схеме: P_1 $F_{1(п)}$ $F_{1(о)}$ P_2. Длина рядка 1м. Площадь питания растений 10х20 (см)^2. Посев проведен ручной сажалкой. Предшественник – зерновые. Сроки сева оптимальные.

После уборки растений осуществлялся структурный анализ. Экспериментальные данные обрабатывались методами дисперсионного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову [6], и методом путевого анализа по А.И. Седловскому и др. [7].

Результаты и обсуждение

Пшеница. Выявлено, что озерненность колоса проявляет наибольший прямой эффект, а косвенный – отрицателен во взаимосвязях продуктивности растения с крупностью и продуктивной кустистостью в 1996 г.; положителен с этими же компонентами в 1998 и 1997 гг. (за исключением прямых скрещиваний по продуктивной кустистости).

В 1996 г. получен высокий прямой эффект массы 1000 зёрен в сочетании с отрицательными вкладами числа зёрен в колосе и продуктивной кустистости (исключение обратные скрещивания по продуктивной кустистости) и незначительными положительными в 1997 и 1998 гг. (исключая прямые скрещивания по продуктивной кустистости) выразился в значительной положительной корреляции между массой 1000 зёрен и продуктивностью растения.

Таблица 1

Путевой анализ продуктивности растения

Признак	Путевые коэффициенты						Коэффициент корреляции	
	Ч З К		М 1000 зерен		П К			
	П	О	П	О	П	О	П	О
1996 г.								
Ч З К	**0,819**	**0,797**	- 0,015	- 0,108	- 0,530	- 0,163	0,274	0,526
М1000 з	- 0,020	- 0,172	**0,596**	**0,501**	- 0,057	0,194	0,519	0,523
П К	- 0,530	- 0,283	- 0,041	0,212	**0,818**	**0,459**	0,247	0,388
1997 г.								
Ч З К	**0,933**	**0,704**	0,109	0,038	- 0,212	0,043	0,830	0,785
М1000 з	0,201	0,080	**0,509**	**0,332**	- 0,122	0,130	0,588	0,542
П К	- 0,579	0,078	- 0,179	0,110	**0,342**	**0,393**	- 0,416	0,581
1998 г.								
Ч З К	**0,595**	**0,662**	0,109	0,095	0,032	0,133	0,736	0,890
М1000 з	0,199	0,357	**0,326**	**0,177**	0,059	0,132	0,584	0,666
П К	0,042	0,287	0,042	0,076	**0,452**	**0,307**	0,536	0,670

Примечание. Выделены путевые коэффициенты, характеризующие прямые эффекты. P_0 – влияние неучтенных факторов;

P_0 (1996, П) = 0,50 P_0 (1996, О) = 0,38;

P_0 (1997, П) = 0,26 P_0 (1997, О) = 0,20;

P_0 (1998, П) = 0,36 P_0 (1998, О) = 0,33.

Прямой вклад продуктивной кустистости оказался также высокозначим, а достоверная положительная корреляция продуктивной кустистости с продуктивностью в большей мере обусловлена отрицательными в 1996 и 1997 гг. (в прямых скрещиваниях) и низкими положительными в 1997 г. (в обратных скрещиваниях) и 1998 г. косвенными эффектами озерненности и крупности зерна.

Различия косвенных эффектов в прямых и обратных скрещиваниях объясняются влиянием цитоплазмы в благоприятных условиях 1997 г. Во взаимосвязях всех компонентов с продуктивностью растений проявились противоречия между эффектами числа зерен в колосе и про-

дуктивной кустистостью именно в 1997 г. в прямых скрещиваниях, что также обусловлено эффектами цитоплазмы.

Полученные результаты указывают на селекционную важность озерненности, обнаруживающей наибольший вклад в продуктивность растения яровой пшеницы в условиях проведенного опыта.

Ячмень. Данные табл. 2 показывают, что продуктивная кустистость проявляет наибольший прямой эффект. Её косвенный эффект отрицателен в связях с числом зерен в колосе по всем годам исследования. Высокий прямой эффект массы 1000 зерен в сочетании с незначительными вкладами числа зерен в колосе и продуктивной кустистости (исключение 2001 г.) выразился в достоверной положительной корреляции между крупностью зерна и продуктивностью растения. Прямой и косвенный вклады озерненности колоса незначимы по годам исследования.

Таблица 2

Путевой анализ продуктивности растения

Признак	Путевые коэффициенты						Коэффициент корреляции	
	Ч З К		М 1000 зерен		П К			
	П	О	П	О	П	О	П	О
2000 г.								
Ч З К	**0,022**	**0,270**	- 0,136	- 0,057	- 0,222	- 0,532	- 0,336	- 0,318
М1000 з	- 0,013	- 0,038	**0,227**	**0,405**	0,327	0,316	0,541	0,684
П К	- 0,006	- 0,170	0,096	0,151	**0,769**	**0,846**	0,859	0,828
2001 г.								
Ч З К	**- 0,033**	**0,252**	- 0,014	0,102	0,226	0,271	0,179	0,625
М1000 з	0,001	0,090	**0,438**	**0,287**	- 0,142	0,199	0,298	0,178
П К	- 0,009	0,098	- 0,074	-0,078	**0,800**	**0,696**	0,713	0,713
2002 г.								
Ч З К	**0,180**	**- 0,033**	- 0,097	- 0,003	- 0,299	0,133	0,215	0,097
М1000 з	- 0,033	0,0003	**0,519**	**0,299**	0,163	0,560	0,649	0,860
П К	- 0,067	- 0,006	0,105	0,234	**0,805**	**0,715**	0,843	0,944

Примечание. Выделены путевые коэффициенты, характеризующие прямые эффекты. P_0 – влияние неучтенных факторов;

P_0 (2000, П) = 0,47 P_0 (2000, О) = 0,33;

P_0 (2001, П) = 0,55 P_0 (2001, О) = 0,54;

P_0 (2002, П) = 0,15 P_0 (2002, О) = 0,27.

Таблица 3

Путевой анализ продуктивности растения

Путевые коэффициенты								
Сиг х Paul								
Признак	ЧЗМ		М 1000 зерен		ПК		Коэффициент корреляции	
2007 год								
	П	О	П	О	П	О	П	О
ЧЗМ	**1,03**	**0,14**	0,05	-0,04	-0,80	0,03	0,28	0,14
М1000 з	-0,14	0,01	**-0,33**	**-0,87**	-0,48	0,14	-0,95	-0,72
ПК	-0,82	0,01	0,15	-0,19	**1,00**	**-0,62**	0,33	0,44
2008 год								
ЧЗМ	**1,17**	**0,38**	-0,01	-0,04	-0,25	0,40	0,98	0,74
М1000 з	0,003	-0,08	**-0,37**	**0,18**	-0,004	-0,01	-0,46	0,09
ПК	-0,19	0,32	-0,09	-0,01	**0,88**	**0,48**	0,63	0,79
Корифей х QA504-5								
2007 год								
ЧЗМ	**-0,79**	**0,71**	0,06	0,02	-0,09	0,24	-0,82	0,97
М1000 з	0,67	-0,50	**-0,07**	**-0,03**	0,08	-0,18	0,69	-0,72
ПК	0,69	0,61	-0,06	0,02	**0,10**	**0,28**	0,73	0,91
2008 год								
ЧЗМ	**2,04**	**0,48**	-0,99	-0,13	-0,49	0,07	0,56	0,42
М1000 з	-2,02	-0,07	**1,00**	**0,88**	0,49	-0,03	-0,53	0,78
ПК	2,00	0,12	-0,97	-0,09	**-0,50**	**-0,30**	0,53	0,33

Примечание. Выделены путевые коэффициенты, характеризующие прямые эффекты. P_0 – влияние неучтенных факторов.

Сиг х Paul P_0 (2007, П) = 0,25 P_0 (2007, О) = 0,28;

P_0 (2008, П) = 0,10 P_0 (2008, О) = 0,57.

Корифей х QA504-5 P_0 (2007, П) = 0,58 P_0 (2007, О) = 0,18;

P_0 (2008, П) = 0,80 P_0 (2008, О) = 0,17.

Как в прямых, так и в обратных скрещиваниях различия косвенных эффектов объясняются влиянием цитоплазмы в благоприятных условиях 2001 г. Во взаимосвязях всех компонентов с продуктивностью растений отмечены противоречия между эффектами числа зерен в колосе и массой 1000 зёрен в 2001 г., а также между эффектами первого показателя с продуктивной кустистостью в 2002 г., что также детерминировано цитоплазмой.

Полученные результаты указывают на селекционную важность продуктивной кустистости, обнаруживающий наибольший вклад в продуктивность растения ячменя в условиях проведенного опыта.

Овес. Для удобства интерпретации данных мы условно разбили полученный материал на два блока. В первый входят сорта Сиг и Paul, а также реципрокные гибриды между ними, во второй сорта Корифей и QA504-5 и их потомки.

При помощи путевого анализа продуктивности растения можно вскрыть причины полученных связей (табл. 3).

В первом блоке в 2007 г. наибольший прямой эффект оказывает число зерен в метелке в прямых скрещиваниях. Его косвенное влияние отрицательно в связях продуктивности растения с крупностью зерна и продуктивной кустистостью. В обратных скрещиваниях максимальный отрицательный прямой эффект характерен для крупности зерна. Косвенные эффекты данного показателя выражены незначительными отрицательными значениями в связи с озерненностью метелки и продуктивной кустистостью. В 2008 г. в прямых скрещиваниях озерненность метелки также проявляет наибольший прямой эффект. Ее косвенное влияние положительно в связях продуктивности растения с крупностью зерна и отрицательно с продуктивной кустистостью. Прямой эффект числа продуктивных стеблей равен 0,88, его косвенные влияния отрицательны как с озерненностью, так и с массой 1000 зерен, что выражается в положительной корреляции между продуктивной кустистостью и продуктивностью растения.

Во втором блоке скрещиваний в 2007 г. значительный отрицательный прямой эффект числа зерен в метелке в сочетании с положительными вкладами крупности зерна и продуктивной кустистости отмечен в прямых комбинациях. В обратных скрещиваниях этого блока представлена обратная картина влияния признаков продуктивности. Прямой эффект озерненности метелки демонстрирует наибольший показатель наряду с отрицательным крупности зерна и положительным вкладами продуктивной кустистости. Расчеты 2008 г. показывают, что в прямых скрещиваниях максимальный положительный прямой эффект проявляет, опять-таки, число зерен в метелке. Его косвенные влияния отрицательны в связи с массой 1000 зерен и положительны с продуктивной кустистостью. Высокий прямой эффект массы 1000 зерен отмечен в сочетании с отрицательными долями числа зерен в метелке и продуктивной кустистости. Обратные скрещивания показывают противоположную зависимость, как и в 2007 г., что и говорит о наличии реципрокного эффекта. Максимальный прямой эффект в данном случае обнаружен у массы 1000 зерен наряду с отрицательными косвенными вкладами озерненности и продуктивной

кустистости. Во взаимосвязях всех компонентов с продуктивностью проявились противоречия между эффектами массы 1000 зерен и числа зерен в метелке.

Полученные результаты по первому блоку скрещиваний указывают на селекционную важность числа зерен в метелке, который вносит наибольший вклад в продуктивность растения ярового овса в условиях проведенного опыта.

Анализ второго блока скрещиваний обнаружил наличие реципрокного эффекта по озерненности и крупности. Если в 2007 г. в прямых комбинациях продуктивность определяет масса 1000 зерен, то в обратных – число зерен в метелке. В 2008 г. прослеживается противоположная тенденция.

Выводы

1. Высокая положительная связь между продуктивностью гибридов пшеницы и озерненностью определяет селекционную важность числа зерен в колосе.

2. В качестве маркерного признака у гибридов ячменя в селекционном плане представляет интерес продуктивная кустистость. Значимым для селекции является также и признак «масса 1000 зерен».

3. Достоверная корреляционная зависимость между продуктивностью гибридов овса и числом зерен в метелке указывает на его ценность в селекционном плане. Продуктивная кустистость также вносит существенный вклад в продуктивность данной культуры.

Библиографический список

1. *Wright S.* The theory path coefficients. Genetics, 8, 1923.
2. *Paroda R.S.* Correlation path-coefficients and the implication of discriminant function for selection in wheat (T.aestivum L.) / R.S. Paroda, A.B. Joshi // Heredity. – 1970. – V.25, №3. – P. 382-392.
3. *Das P.K.* Studies on selection for yield in wheat. An application of genotypic and phenotypic correlations, path-coefficient analysis and discriminant functions / P.K. Das // J. of Agric. Sci. – 1972. – V.79. – P.447-453.
4. *Качур О.Т.* Взаимосвязь массы зерна колоса и его крупности с продуктивностью растения у озимой пшеницы / О.Т. Качур // Теоретические основы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Западной Сибири: сб. науч. тр./ Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ. – Новосибирск, 1985. – С. 73-78.

5. *Зыкин В.А., Калашник Н.А.* Основы комбинационной селекции самоопылителей в условиях Западной Сибири: метод. рекомендации / В.А. Зыкин, Н.А. Калашник. – Новосибирск, 1984. – 60 с.
6. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. *Седловский А.И.* Генетико-статистические подходы к теории селекции самоопыляющихся культур / А.И. Седловский, С.П. Мартынов, Л.К. Мамонов. – Алма-ата: Наука, 1982. – 200 с.

УДК 633.2/.3:631.524.86:632.1/.7(571.56)

А.Н. Неустроев
ГНУ Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии

Приемы возделывания вики посевной на семена и корм в условиях Центральной Якутии

Сенной тип кормления крупного рогатого скота в стойловый период всегда был в Якутии преобладающим, а вернее сказать, даже единственным типом. На момент организации здесь НИИ сельского хозяйства (1956 г.) с естественных лугов поступало 95 % заготавливаемого на зиму корма, концентраты в рационах животных тогда практически отсутствовали [1], на зиму запасали менее 10 ц к.ед. на условную голову. Результат такого кормления – низкие надои, например, в 1956 г. от каждой коровы получено по 730 л молока. За последующие 20 лет удои поднялись до 1300…1500 кг, в основном благодаря привозному комбикорму.

Исследованиями в области кормления животных доказано, что в условиях Якутии в стойловый период кормовой рацион должен состоять из силоса – 27…30 %, концентратов – около 20 %, остальное – грубые корма и различные добавки, всего 17 ц к.ед. на условную голову[2].

Научные разработки [3] и опыт передовых хозяйств показали, что при гармоничном сочетании лугового и полевого кормопроизводства проблема кормления скота в зимний период успешно решается. Например, ОПХ «Покровское» ЯНИИСХ, владея одной пятой земельных угодий своего района, производило одну треть от всей сельскохозяйственной продукции. Доля полевого кормопроизводства в хозяйс-

тве поднялась почти до 50%. Только силоса готовили по 5 т на корову. Удои перевалили за 3700 кг, приближаясь, по оценке зоотехников, к генетически обусловленному потенциалу имеющегося молочного скота. К уровню ОПХ постепенно подтягивались и соседние хозяйства, например, крупный совхоз «Октемский». А животноводы и агрономы уже задумывались над проблемой дальнейшего роста продуктивности животных, путем совершенствования породного состава молочного стада, дальнейшего развития полевого кормопроизводства и главное – повышения протеиновой обеспеченности зимних рационов.

Но в связи с проведением реформ в стране, в агропромышленном комплексе страны произошли глубокие социально-экономические изменения. Крупные хозяйства распались, сократились посевные площади сельскохозяйственных культур, поголовье всех видов животных. Снизилась обеспеченность их кормами, уменьшилась продуктивность. В Якутии сенной тип кормления снова стал основным и к тому же скудным, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином составляет около 70 г при зоотехнической норме 105-110 г [4]. По данным МСХ РС (Я), в 2010 г. на зиму заготовлено всего по 10 ц к.ед. на одну условную голову, при норме 17 ц. Продуктивность молочного скота опустилась на прежний уровень – 1…1,5 тыс. литров.

Однако, в настоящее время в агропромышленном комплексе республики образовываются новые формы собственности и хозяйствования. Начинается восстановление территориально-отраслевого производства – постепенно расширяются посевные площади, увеличивается поголовье молочного скота. Увеличение поголовья потребует повышения не только общей питательности кормовых рационов, но и их протеиновой обеспеченности. В связи с этим увеличение производства растительного белка превратилось в одну из наиболее острых проблем северного кормопроизводства.

В обозримом будущем основным направлением ликвидации белкового дефицита будет увеличение производства растительного белка внутри самих хозяйств. Это положение обосновывалось давно, но остаётся справедливым и по сей день. На официальном сайте МСХ РФ в программе «Решение проблемы кормового белка в стране» говорится, что «главным источником кормового белка в настоящее время и на перспективу являются растительные корма». Для этого следует заменять одновидовые посевы овса и ячменя на их смеси с викой яровой, горохом и чиной, что повысит протеиновую составляющую в объемистых кормах (сено, силос, сенаж) и позволит отойти от повы-

шенного расхода концентратов, невыгодного экономически и вредного для здоровья животных [5].

В Якутском НИИСХ (2006-2010 гг.) проведены исследования с одной из названных однолетних зернобобовых культур – викой яровой. Если по гороху в Якутии имеются определённые наработки [3], были и есть его районированные сорта, то вика, по сути, новая для нас культура. А ведь она по ряду показателей даже превосходит горох, в частности, по содержанию протеина во всех частях растения, а следовательно, во всех видах корма из вики.

Наиболее значимое в наших условиях преимущество вики – это её мелкосемянность. Семена у неё в 3…6 раз мельче, чем у различных по крупности семян сортов гороха, и доля затрат на семена в общих затратах на культуру значительно ниже. Для северных широт с их невысоким биоклиматическим потенциалом, это в ряде случаев имеет решающее значение, особенно на начальном этапе освоения культуры производством.

В Якутии пока нет районированного сорта вики. Для исследований использованы семена скороспелого гибрида Г-813 селекции лаборатории трав СибНИИРС СО РАСХН. В результате наших исследований дано обоснование возможности возделывания вики яровой не только для производства кормов, но и получения полноценных семян.

Установлено, что в условиях Центральной Якутии гибрид Г-813 в среднем в одновидовых посевах обеспечивает при влажности 70 % до 75,5 ц/га зеленой массы, при влажности 15 % до 27,4 ц/га сена. В смеси с овсом (сорт Покровский) урожайность викоовсяной смеси составляет до 147,3 ц/га, сена до 53,6 ц/га. В 1 кг сухого корма вики при одновидовом посеве и в смеси с овсом, в среднем содержалось до 10,2 МДж обменной энергии, до 19,3 и 17,7 % сырого протеина соответственно, 24 % сырой клетчатки. Полученные данные позволяют отметить, что вика яровая перспективная культура для выполнения поставленных задач по улучшению качества кормов для животноводства Якутии.

В Якутске сумма климатических температур выше 10°С составляет 1578°[6]. Тогда как для возделывания вики яровой на семена необходима сумма биоклиматических температур 1485°. Исходя из вышеизложенного и по нашим расчетам, сумма биоклиматических температур для возделывания вики яровой на семенные цели вполне соответствует сумме активных климатических температур, наблюдаемых в Центральной Якутии. Разность между фактической обеспе-

ченностью теплом и необходимым для стабильного созревания семян вики в условиях Центральной Якутии дает основание рекомендовать раннелетние сроки посева (1-3 июня), кроме общепринятых весенних (18-20 мая). Тогда появляющийся промежуток времени позволяет провести качественную подготовку поля с тщательным выравниванием поверхности, уничтожением сорняков и др.

Уборка вики переоборудованной косилкой с валкообразователем

Посев семян вики осуществляется любыми зерновыми сеялками. Вику на семена рекомендуется сеять только в чистом виде, с нормой высева 2 млн шт. всхожих зёрен на гектар, что позволяет получать до 14,6 ц/га зерна. В смешанных посевах семенная продуктивность вики снижается [7].

В условиях Центральной Якутии, по нашим данным, вика на семенные цели хорошо отзывается приростом урожая на 29%, при внесении азотно-фосфорных удобрений дозой $(NP)_{60}$, но не реагирует на калийные удобрения. При внесении полного минерального удобрения дозой $(NPK)_{30}$ отмечена прибавка урожайности на 25 % [8].

Узким местом в семеноводстве полегающих культур как вика является уборка семян. Обычно она проводится в две фазы: I фаза ска-

шивание травостоя с образованием валков, II фаза – подбор валков комбайном с подборщиком. Скашивание ведётся специальными бобовыми жатками, или сенокосилками, переоборудованными по способу Льговской опытной станции. На уборке вики нами использовано такое приспособление к сенокосилке КС-1,6 (рисунок). В производственных условиях с помощью такого приспособления собраны 4,6 ц зерна, урожайность составила 9,2 ц/га.

Подробное изложение переоборудования сенокосилки описано Г.И. Конюховым и вполне возможно ее изготовление в производственных условиях[9].

Таким образом, наши исследования показали возможность возделывания вики яровой на семенные цели. Семеноводство ценной кормовой культуры в Центральной Якутии даст возможность ее распространения для производства высокобелковой викоовсяной смеси с содержанием до 176 г переваримого протеина в 1 к.ед., с энергетической питательностью до 10,2 МДж ОЭ.

Библиографический список

1. *Система* мероприятий по дальнейшему развитию сельского хозяйства Якутской АССР. – Якутск, 1957.
2. *Петровская В.А.* Кормление крупного рогатого скота в Якутии. – Якутск: Кн. изд-во, 1967.
3. *Конюхов Г.И.* Земледелие Якутии/РАСХН. Сиб. отд-ние. ЯкутНИИСХ. – Новосибирск, 2005. – 360 с.
4. *Афанасьев М.Г.* Организационно-экономические основы развития кормопроизводства в Республике Саха (Якутия): автореф. дис. … канд. наук. – Якутск, 2007. – 15 с.
5. *Киселева Н.* Какими должны быть комбикорма для молочных коров/ Н. Киселева // Комбикорма. – 2010. – № 4.
6. *Агроклиматический* справочник по Якутской АССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1963.
7. *Неустроев А.Н.* Особенности возделывания вики яровой в условиях Центральной Якутии/А.Н. Неустроев // Кормопроизводство. – 2011. – № 7. – С. 34-36.
8. *Неустроев А.Н.* Влияние минеральных удобрений на продуктивность вики яровой в условиях Якутии/А.Н. Неустроев // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 5. – С. 29-30.
9. *Конюхов Г.И.* Зернобобовые культуры Якутии. – Якутск: Кн. изд-во, 1963.

УДК 635.21:631.529(571.151)

Н.А. Окашева, Т.А. Стрельцова
Горно-Алтайский государственный университет,
г. Горно-Алтайск

Сравнительная оценка коллекции сортов картофеля по устойчивости к заболеваниям в мониторинге

Республике Алтай нужны сорта картофеля, которые адаптированы к условиям горных регионов. В связи с этим очень обострились вопросы обеспечения населения элитными семенами ценных и устойчивых к болезням сортов, так как основными производителями товарной продукции картофеля в республике стали личные хозяйства населения.

Ранее было установлено, что в Горном Алтае имеются экологические ниши, свободные от инфекций (Улаган, Усть-Кокса, Иня), но в то же время в низкогорье и отдельных пунктах среднегорья встречаются многие инфекции, которые требуют изучения.

Болезни картофеля подразделяются на: вирусные (крапчатость, закручивание листьев, морщинистость), бактериальные (кольцевая гниль, смешанная гниль), грибные (фитофтороз, альтернариоз, парша, фомоз). В низкогорье Республики Алтай распространены фитофтороз и парша обыкновенная.

Фитофтороз. Заболевание проявляется чаще всего во время смыкания ботвы в рядках, т.е. при достижении растениями высоты 15-20 см поражаются листья, стебли и клубни. Первые признаки фитофтороза проявляются, как правило, на листьях верхнего и среднего ярусов, а также на стеблях в виде отдельных бурых мокнущих пятен. С нижней стороны листовой пластинки на границе больной и здоровой тканей формируется рыхлый белый пушистый налет – спороношение гриба. При благоприятных условиях (прохладная дождливая погода, туманы, обильные ночные росы) болезнь быстро прогрессирует и в течение нескольких дней охватывает все растение.

Парша обыкновенная. Заболевание отличается повышенной вредоносностью. Проявляется оно сначала в виде бурых пятен, а впоследствии образуются различного рода язвы и струпья диаметром до 1 см и более, которые при сильном поражении соединяются и покрывают всю поверхность клубня. Могут поражаться также столоны и

корни. Клубни хуже хранятся, так как в них легко проникают другие патогенные грибы и бактерии, вызывающие сухую и мокрую гнили. Развитию парши способствуют реакция среды от слабокислой до слабощелочной, свежие органические удобрения, сухая и жаркая погода. Основным источником инфекции парши обыкновенной являются зараженные клубни и почва.

Цель этого исследования заключается в изучении устойчивости ранних сортов картофеля к болезням при выращивании в разных экологических условиях.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. В полевых и лабораторных условиях провести сравнительную оценку устойчивости к болезням сортов картофеля ранней группы спелости в трех экологических поясах – *низкогорье, среднегорье и высокогорье.*

2. Оценить инфекционный фон в пунктах испытания и провести отбор сортов картофеля на устойчивость к болезням.

Полевые опыты проводились по методике государственного и экологического сортоиспытания. Схема посадки следующая: пятикратная повторность; число растений каждого сорта в рядке – 30, расстояние между рядками – 70 см; расстояние между растениями в рядке – 35 см. Площадь делянок 7,5 м^2, повторность 4-кратная. Все опытные участки своевременно обрабатывались, осуществлен необходимый уход, фиточистки и сортовые прополки.

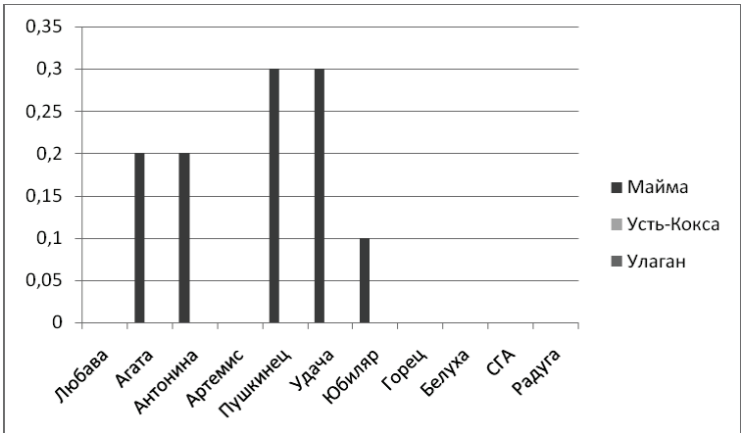


Рис. 1. Изменчивость поражаемости клубней ранних сортов паршой (%) в 2005 г. в зависимости от пункта испытания

Испытуемые сорта: Любава, Агата, Антонина, Артемис, Пушкинец, Удача, Юбиляр, Горец, Белуха. Сувенир Горного Алтая.

Устойчивость к болезням учитывалась путем клубневого анализа, визуального осмотра каждого клубня. Оценку устойчивости к парше обыкновенной проводили по 9-балльной системе Международного унифицированного классификатора СЭВ, на основе общей шкалы в баллах от 1 до 9 по возрастанию (1 балл – 100% поражение; 9 – здоровый клубень). Фитофтороз и бактериальная гниль учитывалась путем фактического подсчета зараженных клубней, и учёта процентного содержания зараженных клубней в урожае.

Сравним поражаемость паршой и фитофторой за 3 года. Как показали результаты исследований в 2005 г., поражаемость клубней картофеля паршой незначительно варьирует в зависимости от генотипа и пункта испытаний (рис. 1). В целом, у ранних сортов поражаемость колебалась от 0,1 % (сорт Любава, Майма) до 2,5% (сорт Агата, Улаган).

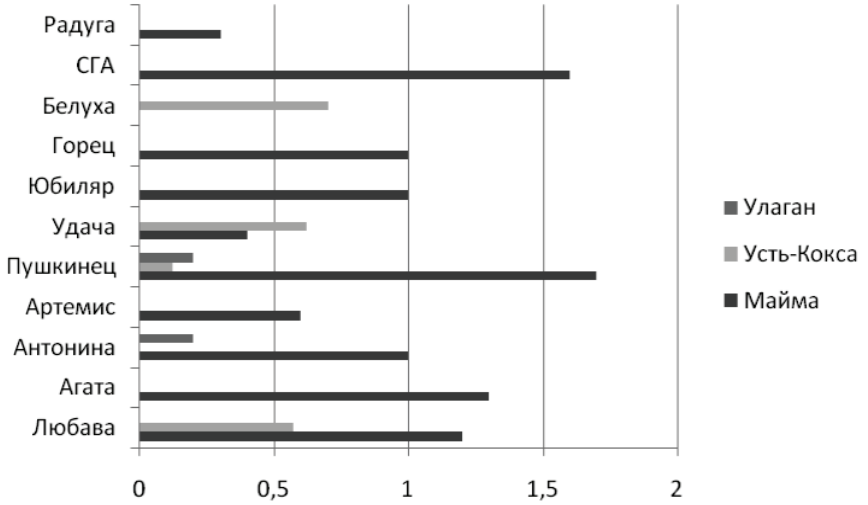


Рис. 2. Изменчивость поражаемости клубней ранних сортов паршой (%) в зависимости от пункта испытания в 2006 г.

Результаты исследований в 2006 г. показали, поражаемость клубней паршой у растений картофеля разных групп спелости незначительно варьирует в зависимости от генотипа и пункта испытаний.

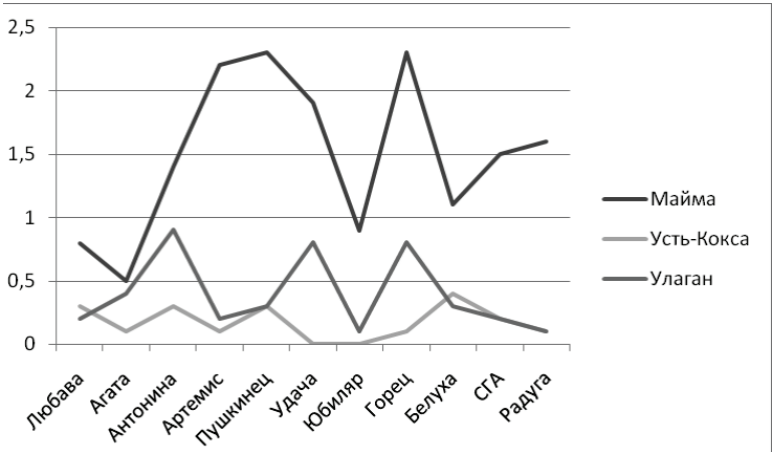


Рис. 3. Изменчивость поражаемости клубней ранних сортов паршой (%) в 2007 г. в зависимости от пункта испытания

В целом у ранних сортов (рис. 2) поражаемость колебалась от 0,5% (сорт Радуга, Улаган) до 3,0% (сорт Сувенир ГА, Улаган). Средние данные по сорту свидетельствуют о том, что всего 3% клубней сорта Сувенир Горного Алтая поражались паршой, а это самый высокий показатель среди сортов ранней группы спелости и в то же время *ничтожный.*

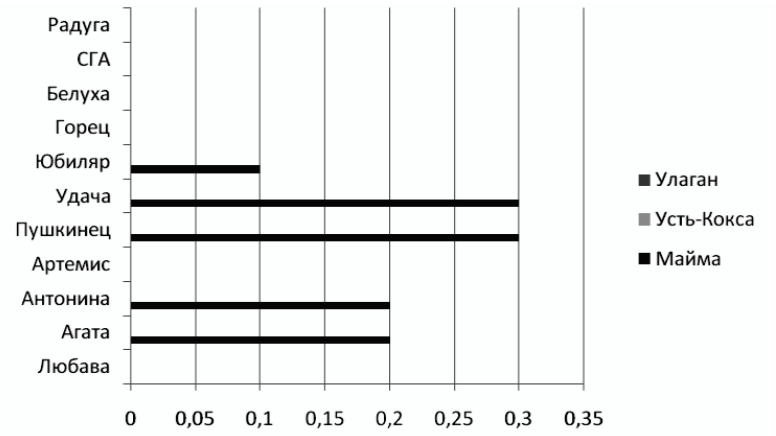


Рис. 4. Изменчивость поражаемости клубней фитофторой (%) в 2005 г. в зависимости от пункта испытания

В целом у ранних сортов относительно поражались сорта Агата, Удача в Улагане, в пункте Майма поражаемость клубней колебалась от 0,5% (сорт Пушкинец) до 3,7% (сорт Белуха). В Усть-Коксе сорта были устойчивы в этом году. Такие результаты объясняются тем, что режим влагообеспеченности, наблюдавшийся в 2007 г., был более благоприятен для сортов среднеранней и среднеспелой групп спелости, и относительно неблагоприятен для ранних сортов.

Прежде всего нужно отметить, что клубни растений ранней группы спелости (рис.4) в Улагане и Усть-Коксе не поражались фитофторозом, а в Майме поражаемость была незначительной и варьировала от 0,1 (Юбиляр) до 0,3% (Удача, Пушкинец) в 2005 г. Поражаемость клубней фитофторозом у растений картофеля ранней группы спелости незначительно варьирует в зависимости от генотипа и пункта испытаний.

Таблица 1

Пораженность клубней фитофторой

Сорт	Майма			Усть-Кокса			Улаган			Среднее по сорту
	2005	2006	2007	2005	2006	2007	2005	2006	2007	
Любава	0	1,2	0,8	0	0,6	0,3	0	0	0,2	0,3
Агата	0,2	1,3	0,5	0	0	0,1	0	0	0,4	0,2
Антонина	0,2	1	1,4	0	0	0,3	0	0,2	1	0,4
Артемис	-	0,6	2,2	-	0	0,1	-	0	0,2	0,5
Пушкинец	0,3	1,7	2,3	0	0,1	0,3	0	0	0,3	0,5
Удача	0,3	0,4	2	0	0,6	0	0	0	1	0,4
Юбиляр	0,1	1	0,9	0	0	0	0	0	0,1	0,2
Горец	-	1	2,3	-	0	0,1	-	0	1	0,6
Белуха	-	0	1,1	-	0,7	0,4	-	0	0,3	0,4
СувенирГА	-	1,6	1,5	-	0	0,2	-	0	0,2	0,5
Радуга	-	0,3	1,6	-	0	0,1	-	0	0,1	0,3

Клубни растений ранней группы спелости в 2006 г. (табл. 1) в Улагане и Усть-Коксе меньше поражались фитофторозом, а в Майме поражаемость варьировала от 0,3% (Радуга) до 1,7% (Пушкинец).

Следует отметить что процент пораженных клубней у растений, выращенных в предгорье (Майма), значительно выше, чем у картофеля, выращенного в среднегорье и высокогорье, что свидетельствует о пониженной инфекционной нагрузке на данных территориях. Так, у

ранних сортов показатель по данному признаку варьировал от 2,2-2,3% сорт (Артемис, Горец, Майма) до 0% (Удача, Юбиляр, Усть-Кокса).

Поражение фитофторозом всех ранних сортов, выращенных в Улагане, было менее одного процента.

Как показали результаты исследований в 2007 г. поражаемость клубней фитофторозом у растений картофеля ранней группы спелости не значительно варьирует в зависимости от генотипа и пункта испытаний.

Выводы

1. В *среднегорье* у ранних сортов в 2007 г. незначительно поражались фитофторой сорта Пушкинец и голландский сорт Артемис, но это объясняется не наличием инфекции в горах, а механическими повреждениями нежной оболочки клубней этих ультраранних сортов при транспортировке, что способствовало заражению инфекцией.

2. При анализе данных за 3 года процент пораженных клубней у растений, выращенных в *низкогорье* (Майма), значительно выше, чем у картофеля, выращенного в *среднегорье и высокогорье*, что свидетельствует о пониженной инфекционной нагрузке в горах. Ранние сорта, выращенные в Улагане, практически не поражались фитофторозом.

3. Поражаемость клубней паршой в 2007 г. у ранних сортов варьировала в зависимости от генотипа и пункта испытаний. Практически не поражались сорта Белуха, Горец и Агата во всех пунктах, а в *высокогорье все сорта были здоровы*.

4. В среднем за 3 года у ранних сортов поражаемость клубней паршой колебалась от 0,5% (Радуга, Улаган) до 3,0%, при самом низком балле поражения.

Библиографический список

1. *Модина Т.Д.* Климаты Республики Алтай. – Новосибирск, 1997. – 130 с.
2. *Стрельцова Т.А.* Генотипическая и паратипическая изменчивость продуктивности картофеля в условиях Горного Алтая / Т.А. Стрельцова, О.В. Сафонова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – Новосибирск: Изд-во РПО СО РАСХН, 2000. – № 3-4. – С. 23-30.
3. *Стрельцова Т.А.* Рекомендации картофелеводам Горного Алтая. – Горно-Алтайск: РИО «Универ-Принт», ГАГУ, 2002. – 36 с.

4. *Стрельцова Т.А.* Выращивание картофеля в горных районах Республики Алтай // Материалы научно-практической конференции «Проблемы сельского хозяйства Республики Алтай на рубеже третьего тысячелетия». – Горно-Алтайск, 2002. – С. 44-48.
5. *Стрельцова Т.А.* Горные районы Алтая перспективны для оздоровления семенного материала / Т.А. Стрельцова, В.А. Колбешкин, М.В. Овчарик, Ю.А. Александрова //Картофель и овощи. – 2002. – № 1. – С. 31-33.
6. *Стрельцова Т.А.* Оценка изменчивости устойчивости клубней картофеля к парше и гнилям в условиях Горного Алтая /Т.А. Стрельцова, О.В. Сафонова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – Новосибирск: Изд-во РПО СО РАСХН, 2003. – № 1-2. – С. 33-43.
7. *Стрельцова Т.А.* Адаптивность генотипов картофеля по урожайности в Горном Алтае / Т.А. Стрельцова, Е.Г. Добруцкая // Вестник РАСХН. – Москва: Изд-во РАСХН, 2008. – № 11. – С. 85-99.
8. *Стрельцова Т.А.* Экологическая изменчивость признаков при интродукции инорайонных генотипов картофеля в разные по высотной поясности условия Горного Алтая. – Новосибирск: Унив. кн. изд-во, 2008. – 140 с.

УДК 635.21:631.529(571.151)

А.А. Оплеухин, Т.А. Стрельцова, М.В. Федюнина
Горно-Алтайский государственный университет

Подходы к решению проблемы статистической обработки данных экологического сортоиспытания картофеля

Данные экологического сортоиспытания представляют сложный комплекс, характеризующийся большим объемом и сложной внутренней взаимосвязью. Это вызвано большим количеством регистрируемых признаков и влияющих факторов. Кроме этого, задачи, предъявляемые к этим данным, зачастую подразумевают глубокий анализ, способный выявить взаимосвязи между условиями среды, генетической программой и разнообразными признаками. Могут быть поставлены задачи и чисто утилитарного свойства, связанные с продук-

тивностью отдельных сортов в различных условиях произрастания, широтой их реакции на среду. Безусловно, это является более узкой задачей, однако, вместе с тем подразумевает иной взгляд на проблему и использования иных методов оценки и обработки данных.

Все вышеназванное подразумевает использование разнообразных методов статистической обработки, способных решить поставленные задачи и представить данные экологического сортоиспытания соответственно поставленным задачам.

Для решения задачи выявления влияния факторов среды, на группу признаков растительного организма, нами был использован подход, объединяющий факторный анализ, метод главных компонент, дисперсионный анализ, рассмотрение корреляций и данных по средним значениям признака.

При проведении статистической обработки использованы экспериментальные данные, полученные в лаборатории экологической генетики и селекции растений ГАГУ[1-3].

В 1999-2001 гг. было проведено экологическое сортоиспытание и генетический мониторинг 14 сортов картофеля в трех пунктах Горного Алтая разных по высотной поясности – в Майме (350 м над уровнем моря), Чемале (630 м) и Усть-Кане (1100 м). Испытания проводились согласно «Методическим указаниям по экологическому сортоиспытанию картофеля» (1982), с использованием и других современных методик [4-10]. Полевые опыты размещались синхронно по вертикальной зональности (площадь делянок 7,5 м, повторность 4-кратная, размещение рендомизированное).

Испытуемая коллекция включала генотипы 3 групп спелости – ранние (Приекульский ранний, Корине, Новосибирский, Алмаатинский и Уральский сувенир); среднеранние – Невский, Огонек, Адретта, Свитанок киевский, Эскорт и Гибрид 89/18 и среднеспелые – Луговской, Ласунок и Символ. Фиксировались показатели: продуктивность (г/куст), число клубней с 1 куста, крупность (средняя масса 1 клубня), высота стебля, число стеблей. Статистическая обработка была проведена при помощи модулей ППП STATISTICA: факторный анализ, главные компоненты и классификационный анализ, дисперсионный анализ; для построения графика распределения вариантов эксперимента в пространстве главных компонент использовался Microsoft Excel.

Первоначальная обработка – факторный анализ (метод главных компонент) [11]. Два фактора, объясняющие 70% дисперсии, имели следующие факторные нагрузки указанных переменных (табл. 1).

Первый фактор включает большую часть дисперсии продуктивности и высоты стеблей. Второй фактор –число клубней и крупность, при этом крупность вносит отрицательный вклад. Это говорит о корреляциях между указанными величинами. При этом выявлены наиболее существенные, достоверные корреляции между высотой стебля и массой клубней с куста (r = 0,58), а также отрицательная корреляция между крупностью и числом клубней с куста (r = -0,64), что и было отражено в факторных нагрузках первых двух главных компонент.

Таблица 1

Факторные нагрузки

Признаки	Фактор 1	Фактор 2
Масса клубней с куста	0,912	0,075
Число клубней с куста	0,290	0,929
Число стеблей	0,246	-0,121
Высота стеблей	0,838	0,062
Крупность	0,409	-0,870

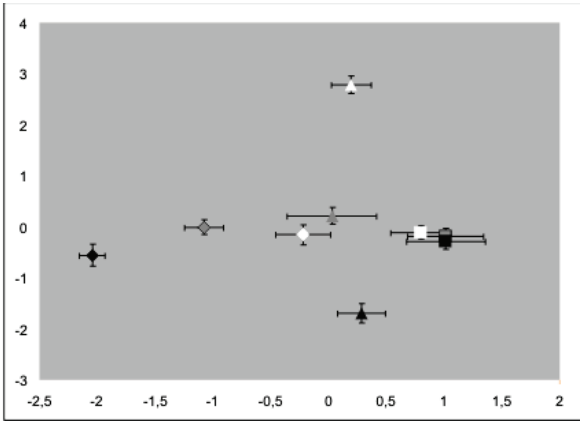


Рис. 1. Центроиды, обозначающие положение показателей сортов, в пространстве главных компонент, в зависимости от года и места выращивания (треугольник – 1999 г., ромб – 2000 г., квадрат – 2001 г.: цвет белый – Майма, серый – Чемал, черный – Усть-Кан)

Для рассмотрения распределения вариантов эксперимента мы использовали полученные координаты вариантов в пространстве главных компонент, однако большее количество сортов затрудняет чтение графика, поэтому после выяснения отсутствия закономерности в рас-

пределении сортов в пределах каждой выборки, они были заменены центроидами с указанием 95% доверительных интервалов. В результате чего график приобрел вид представленный на рис. 1, из которого видно, что по оси второй главной компоненты (ось ординат) наиболее отличны варианты за 1999 г. в Майме и Усть-Кане. По координатной оси первой главной компоненты (ось абсцисс) распределение наблюдается в основном по годам вегетации: наименьшие значения имеет 2000 г., около нуля 1999 и наибольшие, в целом в 2001 г., при этом с довольно сильными различиями по пунктам выращивания.

Для выяснения причин смещения в пространстве главных компонент указанных вариантов, обратимся к данным по средним арифметическим признаков. Продуктивность и высота стеблей были наименьшими в 2000 г. (480 г/куст, 59 см), особенно в Усть-Кане (399 г/ куст, 49 см) и наибольшими в 2001 (713 г/куст, разница по высоте стеблей с 2000 г. не столь существенна). В 1999 г. в Майме наблюдалось большое число клубней с куста (16) и низкая крупность (39 г), в то время как в Усть-Кане малое количество клубней с куста (5,6), но высокая крупность (103 г), что, однако, не отразилось на продуктивности, в результате обратной корреляции указанные величины скомпенсировали продуктивность.

Для объяснения отклонений крупности и количества клубней в 1999 г. в Усть-Коксе и Майме необходимо рассмотреть метеорологические данные. По-видимому, критическим было количество осадков в июле: в Майме на 30% ниже нормы, в Усть-Кане на 16% выше нормы.

Более подробно рассмотрим степень влияния факторов на продуктивность при помощи дисперсионного анализа. Согласно этим данным наибольшее влияние оказывают метеорологические условия (год) 42%, что подтверждается и при анализе средних. Средние по годам в пределах одного пункта различаются гораздо сильнее, чем средние по пунктам в пределах одного года.

Для решения задачи, связанной с анализом продуктивности отдельных сортов в различных условиях произрастания, мы использовали методику А.В. Кильчевского, Л.В. Хотылёвой [12].

Мы взяли блок данных меньшего объема для этого примера, включающие среднепоздние сорта картофеля Накра (КемНИИСХ и ВНИИКХ), Аспия (ВНИИКХ), Никулинский (ВНИИКХ), Кетский (СибНИИСХиТ и ВНИИКХ). Полевые опыты заложены по методике, указанной выше, однако были использованы другие пункты: высокогорья – Улаган (Саратан, 2050 м.), среднегорье – Усть-Кокса

(1100 м) и предгорье – Майма (350 м). Испытание проходило в течение трех лет: 2005-2007 гг.

Методика А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылёвой предполагает использование данных среднего урожая по сортам в нескольких пунктах испытания, на основе чего делается вывод о:

Xi – среднем значении признака по всем средам;

OACi – общей адаптивной способности сорта, характеризующей сохранение среднего значения признака в различных условиях среды;

CACi – специфической адаптивной способности, характеризующей отклонение от OACi;

Sgi – относительной стабильности генотипа — способности генотипа поддерживать в различных условиях среды значение исследуемого признака;

bi – пластичность сорта (коэффициент регрессии генотипа на среду) — реакция генотипа на улучшение условий среды;

СЦГi – селекционной ценности генотипа — сочетание высоких значений признака со стабильностью его проявления в разных условиях.

Кроме того, производится оценка параметров среды по следующим показателям:

dk – продуктивность среды, отклонение среднего значения признака всех образцов в оцениваемой среде от среднего по всем средам;

tk – типичность среды, способность сохранять ранги генотипов по изучаемому признаку, полученные при их усредненной оценке по всей совокупности сред;

Sek – относительная дифференцирующая способность среды, характеризующая способность среды вызывать изменчивость признака.

В результате обработки полученных данных было выявлено, что высокую отзывчивость на условия среды проявил сорт Кетский в течение всех лет (bi > 1), среднюю – Аспия и Накра (bi = 1), слабую – Никулинский (bi < 1).

Сходные выводы можно сделать и по параметру Sgi (относительная стабильность генотипа), так, сорт Кетский показал себя пластичным (Sgi > 30), средняя стабильность у сортов Аспия и Накра – (Sgi ≈ 30) и стабильным был сорт Никулинский (Sgi < 30). Сорта Накра и Аспия проявляют себя сходно, занимая промежуточное положение почти по всем показателям, однако сорт Аспия несколько более отзывчив на (bi) условия среды, имеет большую урожайность и в связи с этим и показатель СЦГi.

Сорт Никулинский имеет наибольший показатель СЦГi (кроме 2007 г., уступая Аспии), что связано с его стабильностью в проявлении признака. Средняя урожайность его примерно равна сортам Накра и Аспия, однако по показателям изменчивости он показывает более высокую стабильность проявления признака.

Полученные в результате статистической обработки показатели являются производными от средних показателей урожайности сортов в отдельные годы в разных пунктах испытания.

Потому для более детального анализа показателей обратимся к средним (рис.2).

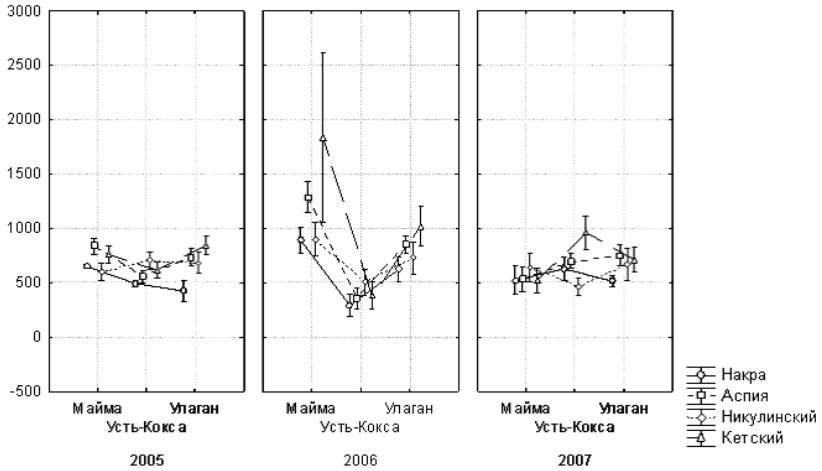


Рис. 2. Взвешенные средние. Смещение средних в зависимости от года и пункта по сортам.
Вертикальные планки показывают 0,95 доверительный интервал

Данные по средним подтверждают полученные выводы.

Действительно, сорт Кетский гораздо сильнее реагирует на изменение среды нежели другие сорта, что снижает его показатель СЦГi. Однако, несмотря на высокую изменчивость признака, его отклонения носят положительный характер (знак отклонения от среднего значения в методике не учитывается [12]), что подтверждается самой высокой средней урожайностью по всем пунктам испытания. Таким образом, пластичность сорта выражается в данном случае в использовании сортом потенциала среды.

Заключение

Примененный в первом случае подход позволяет при анализе экспериментальных данных не постепенно интегрировать найденные закономерности, а изначально охватить общую картину полученных данных и закономерностей (при помощи факторного анализа, метода главных компонент). После этого углубить анализ в направлении наиболее информативных блоков (корреляционный анализ, дисперсионный анализ, использование графиков и схем). Это уменьшает временные затраты при анализе ответа генотипов на факторы среды, изначально выстраивая четкую картину полученных результатов.

Во втором случае примененная методика показала степень отзывчивости генотипа на изменение среды, однако в ней не учитывается знак отклонения, что вызывает необходимость проверять показатель СЦГi по средним данным. Также следует помнить, что преобразования в этом методе происходят в основном с участием средних (сорта, пункта испытания). Следовательно, *показатели генотипов* могут существенно меняться в зависимости от *состава выборки сортов* и *пунктов испытания*.

Библиографический список

1. *Стрельцова Т.А.* Рекомендации по внедрению адаптированных сортов картофеля в Горном Алтае. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2009. – 47 с.
2. *Стрельцова Т.А.* Картофель в Горном Алтае. – Новосибирск: Унив. кн. изд-во, 2007. – 200 с.
3. *Стрельцова Т.А., Сафонова О.В.* Генотипическая и паратипическая изменчивость продуктивности картофеля в условиях Горного Алтая// *Сиб. вестн. с.-х. науки.* – 2000. – № 3-4. – С. 23-30.
4. *Методические* указания по экологическому сортоиспытанию картофеля/ Сост. С.Н. Карманов [и др.]. – М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1982. – 14 с.
5. *Методические указания* по оценке и поддержанию мировой коллекции картофеля ВИР / Сост. С.М. Букасов, А.Г. Зыкина, А.Я. Камераз и др. – Л., 1976. – 30 с.
6. *Международный* классификатор СЭВ. – Л., 1984. – 43 с.
7. *Методические* рекомендации по проведению исследований с картофелем УААН. – Немешаево, 2002. – 182 с.

8. *Методика* исследования по культуре картофеля. – М.: Колос, 1976. – 225 с.
9. *Методические* указания по оценке отличимости, однородности, стабильности сортов картофеля и отбору отечественных сортов-эталонов. – М.: Изд-во Россельхозакадемии, ВНИИКХ, 2000. – 28 с.
10. *Рокицкий П.Ф.* Биологическая статистика. – Минск: Вышейша шк., 1994. – 328 с.
11. *Ефимов В.М., Ковалева В.Ю.* Многомерный анализ биологических данных. – СПб.: ВИЗР, 2008. – 86 с.
12. *Кильчевский А.В.* Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева // Генетика. – 1985. – № 9. – С. 1491-1498.

УДК 633.111.1:632.4

Е.А. Орлова
ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии

Оценка яровой пшеницы на устойчивость к пыльной головне

Пыльная головня пшеницы распространенный возбудитель, встречается во всех странах, где возделывается эта культура. На территории Российской Федерации болезнь отмечается повсеместно и главным образом на мягкой яровой пшенице (рис. 1).

Заболевание является высоко вредоносным, так как потери урожая пропорциональны числу колосьев, пораженных пыльной головней. Кроме явных потерь, пыльная головня вызывает скрытые потери, не поддающиеся учету при внешнем осмотре посевов. Они выражаются в том, что возбудитель, находящийся в растении с момента прорастания зерна и до его созревания, действует на растение угнетающе: снижается всхожесть семян, зараженные проростки сильнее поражаются почвенными грибами, растения отстают в росте, многие из них не выколашиваются, нарушается нормальное течение биохимических процессов, снижается налив зерна.

Использование химических методов борьбы не сняло острой проблемы головневых заболеваний. С учетом возрастающей стоимости

пестицидов и отрицательных экологических последствий их применения, на сегодняшний день наиболее предпочтительным и экологически безопасным методом защиты растений остается селекционно-генетический, позволяющий создавать устойчивые к заболеванию сорта пшеницы.

Стратегия создания устойчивых сортов включает в себя следующие этапы:

- получение сведений о расовом составе возбудителя болезни и его генотипической изменчивости;
- поиск эффективных источников иммунитета к распространенным в регионе популяциям патогена;
- включение наиболее ценных доноров в селекционные программы;
- отбор резистентных селекционных линий, созданных на основе этих доноров, подтверждающих свою устойчивость при искусственном заражении.

Исследования по головневым заболеваниям следует начинать с определения расового состава, так как без данных о вирулентности возбудителя трудно вести селекцию на резистентность.

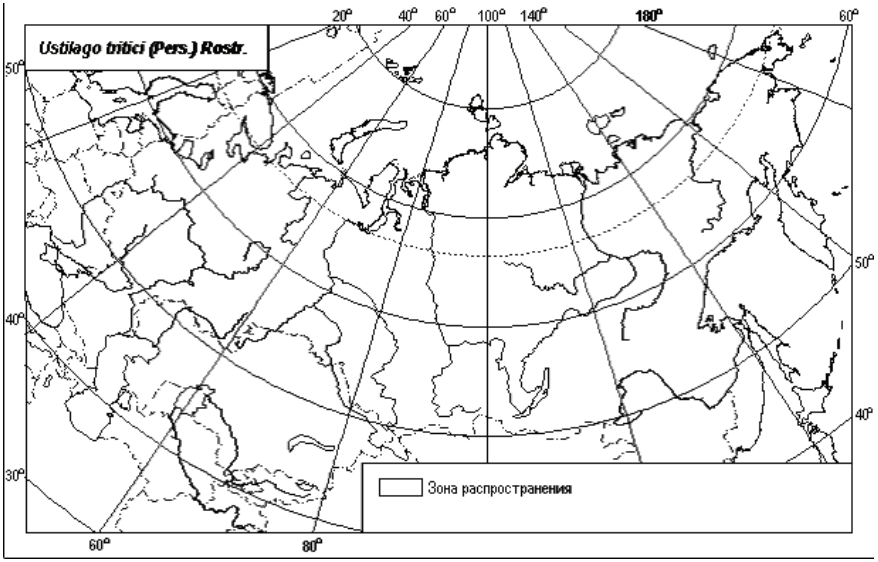


*Рис.*1. Распространение пыльной головни пшеницы (Ustilago tritici (Pers.) C.N. Jensen, Kellerm. & Swingle)

Проведенные в 2006-2010гг. исследования показали, что в популяции пыльной головни яровой пшеницы зарегистрированы расы 5, 67, 40, относящиеся ко второй группе. По отчетным данным эти же расы встречаются в Омской области, Алтайском и Красноярском крае.

Для рас этой группы характерно, что они патогенны для сортов мягкой яровой пшеницы, а отдельные расы могут слабо инокулировать эмбрионы твердой пшеницы [1]. Они агрессивны для средне- и сильновосприимчивых сортов Rumkers Dickkopf, Диамант, Reward. Не поражают сорт Preston, в отдельные годы отмечается слабая восприимчивость сорта Московка (табл. 1). Эти два образца защищены доминантными генами Ut1 и Ut2; Ut2 и Ut3 соответственно, и сохраняют свою эффективность против большинства физиологических рас *Ustilago tritici,* распространенных в Новосибирской области.

Таблица 1

Поражение сортов-дифференциаторов яровой мягкой пшеницы пыльной головней (инф. фон, 2006-2010 гг.)

Сорт	Поражение по годам, %			
	2006	2008	2009	2010
Московка Ut2Ut3	0	6,9	0	1,9
Kota	0	13,2	10,5	7,3
Preston Ut1Ut2	0	0,1	0	0
Rumkers Dickkopf	20,3	16,9	15,1	12,6
Reward	13,6	18,5	13,8	10,2
Диамант	43,6	41,9	22,2	26,3
Раса	5	67	67	40
Безенчукская 98 Ut1Ut2Ut3	-	0	0	0
Новосибирская 15	0	0	0	0
Новосибирская 44	0	0	0	0
Памяти Вавенкова	0	0	0	0

Сорт Безенчукская 98 не является дифференциатором, однако на протяжении многих лет он сохраняет высокий иммунитет к возбудителю за счет доминантных генов устойчивости Ut1Ut2Ut3. Сорта сибирской селекции Новосибирская 15, Новосибирская 44, созданные с участием Безенчукской 98, также не поражаются пыльной головней (табл. 1).

Проведенные в условиях лесостепи Приобья иммунологические исследования коллекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к возбудителю пыльной головни позволили выделить высоко резистентные сорта. Наибольший процент устойчивых форм получен в селекцентрах, где ведется планомерная работа на иммунитет к головневым болезням.

На диаграмме 1 представлена доля иммунных и устойчивых форм, созданных в селекцентрах Западной Сибири, куда вошли научно-исследовательские институты Новосибирской, Омской, Кемеровской области и Алтайского края, составляет 61,2%.

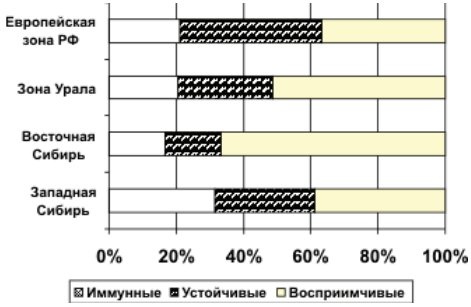


Диаграмма 1. Процент распределения отечественных сортов яровой пшеницы по устойчивости к пыльной головне

Наибольший вклад в эту группу (25,4%) внесли сорта СибНИИРС, такие как Новосибирская 15, Памяти Вавенкова, Новосибирская 44 Полюшко, Баганская 95, Сибирская 16, Новосибирская 91 и др.

Среди сортов алтайской селекции можно назвать Алтайская 65, Алтайская 110, Алтайская 530. Сорта, созданные в СибНИИСХ – Омская 23, Омская 33, Омская 34; Казанская юбилейная, в КемНИИСХ – Мария 1, Дарница. Среди сортов Восточно-Сибирского региона устойчивостью к возбудителю обладает сорт Минуса из Красноярска.

Если взять зону Урала, куда вошли селекционные учреждения Тюмени, Челябинска, Кургана, Оренбурга, Екатеринбурга, то доля резистентных сортов составляет 48,7%. Это такие сорта, как Челяба 75, Памяти Рюба (Челябинск), Аделина, Рикс (НИИСХ С-З).

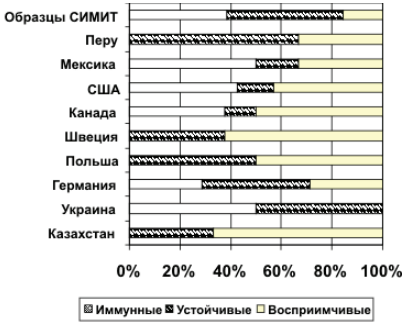


Диаграмма 2. Распределение сортов яровой пшеницы зарубежной селекции по типу устойчивости к пыльной головне

Среди сортов европейской зоны РФ не поражаются возбудителем сорта Безенчукская 98, Воронежская 16, Ленинградка, Ил-6, Ит-15. Поражение, не превышающее 5%, отмечено на сортах Тулайковская 10, Тулайковская 100, Дебют, Московка др.

Анализ зарубежных сортов яровой пшеницы показал, что среди изученных образцов также существует достаточно большой набор источников устойчивости к возбудителю пыльной головни (диаграмма 2). В основном

это сложные гибриды из Мексики (CBRD, к 34636, к 31470), США (к-34815, к-31224, к-31310), Канады (BW-90, Kengon, Preston), а также образцы из СИМИТа к-31755, к-30257.

Высокая резистентность к патогену отмечена на сортах Харьковская 22, Вятка, Кардинал с Украины, Карагандинская 2 (Казахстан), Thasa (Германия), Canon, Виньет (Швеция), сложный гибрид из Колумбии к 34459; Чили – к-34452 и др.

Перечисленные сорта несут не только устойчивость к болезням, но и обладают хозяйственно полезными характеристиками. Высокой массой 1000 зерен, озерненностью колоса, длиной вегетационного периода.

Таким образом, оценка сортов на высоком инфекционном фоне при искусственном заражении дает возможность изучить и выделить среди генетически разнообразного материала источники резистентности и с учетом внутривидовой дифференциации возбудителей рекомендовать их для вовлечения в селекционные программы.

Библиографический список

Кривченко В.И. Устойчивость зерновых культур к возбудителям головневых болезней/ ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1984. – 304 с.

УДК 633.111 (571.13;14;15;16)

А.И. Панькин, Р.А. Цильке, В.В. Пискарев*
Новосибирский государственный аграрный университет
**ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии*
E-mail: pankin_aleksandr@mail.ru

Генетический контроль количественных признаков пшеницы мягкой яровой шести родительских форм

Известно, что большинство хозяйственно-ценных признаков пшеницы, как и других культур, относятся к категории количественных, каждый из которых контролируется большим числом генов. Такие признаки в процессе онтогенеза растения формируются в результате взаимодействия генотипа со многими факторами внешней среды, поэтому вычленить из общей фенотипической изменчивости вклад

отдельных генов, детерминирующих развитие того или иного признака представляется крайне трудной задачей.

Основное средство создания исходного материала в селекции – гибридизация. Тщательный подбор родительских форм для гибридизации во многом определяет результативность рекомбинационной селекции растений. Использование биометрико-генетических методов позволяет уменьшить число комбинаций и обеспечить достаточный объем информации и детальную проработку гибридных комбинаций. Диаллельные схемы скрещивания используют для изучения генетической детерминации количественных признаков в конкретных условиях среды, для подбора родительских форм и оценки их комбинационной способности.

В Западной Сибири перед селекционерами поставлена задача создания принципиально новых сортов пшеницы мягкой яровой, отличающихся высокой адаптивностью от распространенных сортов, но не уступающих им по продуктивности и другим хозяйственно-ценным признакам. Несмотря на большое количество допущенных к использованию по Западно-Сибирскому региону сортов пшеницы мягкой яровой (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 2011), генетическое разнообразие культуры ограничено. Практически все регистрированные сорта являются краснозерными, так как признак окраски зерна традиционно считается маркерным при селекции на устойчивость к прорастанию зерна на корню (Пухальский А.В. и др.,1986; Солодов Д.П., 2003; Крупнова В. А. и др., 2006; Антонов Г.Ю., 2007). Практически полностью исключена возможность возделывания белозерных сортов. В то же время, белая окраска зерна является ценным признаком при селекции на качество (Пухальский А. В и др., 2003; Ransom J.K. et al., 2006).

Цель данного исследования – изучить особенности характера изменчивости и наследования количественных признаков у гибридов пшеницы мягкой яровой, полученных от скрещивания родительских форм с белой и красной окраской зерна.

Объекты, методы и условия проведения исследований

Экспериментальную часть работы проводили на опытных полях лаборатории генетики СибНИИРС в 2007-2008 гг.

В эксперимент включены 30 гибридов, полученных при скрещивании по полной диаллельной схеме 5 сортов и одной линии пшеницы мягкой яровой в 2006 и 2007 гг., из них три сорта с белой окраской

зерна: Грекум 114 (разновидность грекум), Новосибирская 67 и Кантегирская 89 (разновидность альбидум), два сорта: Новосибирская 89 и Сибирская 12 и одна линия Сибирская 3 с красной окраской зерна (разновидность лютесценс).

Посев проводили ручной сажалкой РС-2 конструкции СибНИИС-Хоза. Глубина заделки семян – 5-6 см. Площадь питания растений – 200 см^2 (20 Х 10). На 1 погонный метр высевали 10 семян. Опыт закладывали в 4-кратной повторности. По родительским формам и гибридам F_2 высевали по 40 семян в каждой повторности, по гибридам F_1 по 20 семян в каждой повторности. Предшественник – черный пар, который обрабатывался в соответствии с общепринятой технологией для зоны. В фазе восковой спелости растения убирали вручную, высушивали в складе и подвергали структурному анализу. При этом определяли окраску зерна, длину главного стебля, верхнего междоузлия, колоса, число продуктивных стеблей, число зерен в колосе и на растение; массу зерна колоса и растения, число колосков в колосе, массу 1000 зерен.

Анализ данных проводили с применением пакета статистических программ «Снедекор», разработанных О.Д. Сорокиным (Сорокин О. Д., 2004) и таблиц excel^{tm}. Диаллельный анализ проводили по методике, разработанной Р.А. Цильке и Л.П. Присяжной (1979) на основе работ Халла (Hull F.H., 1945), Иетса (Yates F., 1947), Джинкса (Jinks J.L., 1954; 1955), Хеймана (Hayman B.I., 1954 а, б; 1958). Для определения эффектов общей комбинационной способности (ОКС) использовали методику анализа по Гриффингу (Griffing B., 1956).

В 2007 г., по данным метеостанции поселка Огурцово, в мае количество осадков выпало ниже нормы на 28%, июнь и июль характеризовались избыточным увлажнением, осадков выпало больше нормы, 140% и 138% от среднемноголетнего, соответственно. В августе наблюдался недостаток осадков, сумма осадков за месяц составила 27% от нормы. Несмотря на нормальную влагообеспеченность, условия оказались менее благоприятными, чем условия 2008 г., в связи с недостатком влаги в августе, в период налива и созревания зерна.

В 2008 г. в мае осадков выпало 76%, в июне 92%, в июле 48%, в августе 79% от нормы. Несмотря на недостаток влаги, условия оказались благоприятными для формирования основных элементов продуктивности, что связано с более благоприятным распределением осадков в период вегетации, чем в 2007 г.

Результаты исследований

Значения количественных признаков у родителей $(\bar{x})$ и их гибридов F_1 и F_2 $(\bar{x}_0)$ в среднем за 2 года (2007-2008 гг.) представлены в таблице 1.

Длина стебля родительских формв 2007 г. варьировала от 64,6 у сорта Сибирская 12 до 87,2 см у линии Сибирская 3, в 2008 г. – от 79,2 у сорта Кантегирская 89 до 104,7 см у линии Сибирская 3. В среднем по двум годам от 72,5 у сорта Сибирская 12 до 96,0 см у линии Сибирская 3.

Число зёрен в колосе родительских форм в 2007 г. варьировало от 30,9 у сорта Сибирская 12 до 45,0 зёрен у сорта Новосибирская 89, в 2008 – от 30,1 у сорта Кантегирская 89 до 39,2 зёрен у сорта Новосибирская 67. В среднем по двум годам – от 32,2 у сорта Сибирская 12 до 41,3 зёрен у сортов Новосибирская 67 и Новосибирская 89.

Масса зерна колоса родительских форм в 2007 г. варьировала от 0,86 у сорта Сибирская 12, до 1,23 г у сорта Новосибирская 89, в 2008 г. – от 1,04 у сорта Кантегирская 89 до 1,38 г у сорта Новосибирская 67. В среднем по двум годам от 0,99 г у сортов Кантегирская 89 и Сибирская 12 до 1,30 г у сорта Новосибирская 67.

Масса 1000 зёрен родительских форм в 2007 г. варьировала от 24,2 у сорта Сибирская 12 до 30,8 г у сорта Грекум 114. В 2008 г. – от 34,0 у сорта Сибирская 12 до 39,8 г у сорта Грекум 114. В среднем по двум годам от 29,2 у сорта Сибирская 12 до 35,3 г у сорта Грекум 114.

Число зёрен на растение родительских форм в 2007 г. варьировало от 63,8 у сорта Сибирская 12 до 116,1 зёрен у сорта Новосибирская 67, в 2008 г. от 49,6 у сорта Кантегирская 89 до 135,1 зёрен у сорта Новосибирская 67. В среднем по двум годам от 63,4 у сорта Кантегирская 89 до 125,6 зёрен у сорта Новосибирская 67.

Масса зерна растения родительских форм в 2007 г. варьировала от 1,9 у сорта Сибирская 12 до 3,2 г у сортов Новосибирская 67 и Новосибирская 89, в 2008 от 1,9 у сорта Кантегирская 89 до 4,8 г у сорта Новосибирская 67. В среднем по двум годам от 2,0 у сорта Кантегирская 89 до 4,0 г у сорта Новосибирская 67.

Условия 2007 г., характеризующиеся большей влагообеспеченностью, чем 2008 г., сложились менее благоприятными для формирования основных элементов продуктивности. Год оказался благоприятным только для формирования числа зёрен в колосе и числа зёрен на растение. В то же время в условиях 2008 г., при меньшем общем количестве выпавших осадков, признаки длина стебля, масса 1000 зёрен, масса

зерна колоса, масса зерна растения более выражены, чем в условиях 2007 г. Такое соотношение по выраженности признаков объясняется распределением осадков по месяцам. В 2007 г. распределение осадков было менее благоприятным, чем в 2008 г. Большая часть осадков в 2007 г. выпала в июне и июле, когда происходит закладка колосковых бугорков и зерновок (что объясняет большую озернённость по сравнению с 2008 г.), тогда как в августе, в период налива и созревания зерна, осадков выпало около 30% от среднемноголетних значений. В 2008 г. в августе выпало около 80% осадков по сравнению со среднемноголетними данными, что позволило сформировать более длинный стебель, более крупное зерно и большую продуктивность колоса и растения, чем в 2007 г.

Гибриды F_1 и F_2 изученных родительских форм характеризуются либо большей, либо меньшей выраженностью количественных признаков в зависимости от года исследования и изучаемого поколения гибридов.

Представление о доле влияния генотипической и средовой изменчивости получаем по результатам двухфакторного дисперсионного анализа признаков у родителей и их гибридов, испытанных в 2007-2008 гг., о характере наследования количественных признаков у изучаемых сортов и линии Сибирская 3 – по результатам диаллельного анализа методом Хеймана, об общей комбинационной способности родительских форм – по результатам диаллельного анализа по Гриффингу.

По влиянию **генотипической изменчивости(фактор А)** в наследование признаков у шести родительских форм, различающихся по окраске зерна, количественные признаки в порядке убывания располагаются следующим образом (табл. 2): *число зёрен на растение* (47%), *масса зерна растения* (39%), *масса зерна колоса* (35%), *число зёрен в колосе* (31%), *масса 1000 зёрен* (23%) и *длина стебля* (23%).

По влиянию **условий среды в разные годы (фактор В)** в наследование признаков у шести родительских форм, различающихся по окраске зерна, количественные признаки в порядке возрастания располагаются следующим образом (табл. 2): *число зёрен на растение* (2%), *число зёрен в колосе* (4%), *масса зерна растения* (18%), *масса зерна колоса* (27%), *масса 1000 зёрен* (59%) и *длина стебля* (59%).

По влиянию **взаимодействия и ошибки ([А Ч В] + случайные отклонения)** в наследование признаков у шести родительских форм, различающихся по окраске зерна, количественные признаки в порядке возрастания располагаются следующим образом (табл. 2): *масса*

1000 зёрен (17%), *длина стебля* (18%), *масса зерна колоса* (39%), *масса зерна растения* (43%), *число зёрен на растение* (51%) и *число зёрен в колосе* (65%).

Таблица 1

Значения количественных признаков у родителей $(\bar{x})$ и их гибридов F_1 и F_2 $(\bar{x}_0)$ в среднем за 2 года (2007-2008 гг.)

Родитель		ДС	ЧЗК	МЗК	М1000	ЧЗР	МЗР
Г114	Р	77,9	36,4	1,28	**35,3**	88,9	3,2
	F_1	*84,7*	*36,9*	*1,34*	*36,5*	*88,8*	*3,3*
	F_2	*84,7*	*37,6*	*1,32*	*35,4*	*101,6*	*3,6*
К89	Р	73,8	32,9	**0,99**	30,9	**63,4**	**2,0**
	F_1	*82,7*	*36,8*	*1,18*	*32,6*	*92,5*	*2,9*
	F_2	*83,4*	*38,0*	*1,20*	*32,0*	*104,9*	*3,4*
Н67	Р	87,7	**41,3**	**1,30**	31,6	**125,6**	**4,0**
	F_1	*86,6*	*38,6*	*1,29*	*33,9*	*108,0*	*3,7*
	F_2	*87,1*	*38,9*	*1,27*	*33,0*	*121,4*	*3,9*
Н89	Р	87,5	**41,3**	1,28	31,3	111,3	3,5
	F_1	*85,1*	*37,9*	*1,25*	*33,1*	*98,2*	*3,2*
	F_2	*85,1*	*37,4*	*1,20*	*32,5*	*108,8*	*3,5*
С3	Р	**96,0**	38,5	1,24	33,3	107,1	3,8
	F_1	*89,0*	*36,4*	*1,25*	*34,3*	*94,1*	*3,3*
	F_2	*89,8*	*36,7*	*1,24*	*33,7*	*106,9*	*3,5*
С12	Р	**72,5**	**32,2**	**0,99**	**29,2**	68,1	2,2
	F_1	*82,1*	*36,0*	*1,20*	*33,2*	*93,5*	*3,2*
	F_2	*83,6*	*36,8*	*1,22*	*33,2*	*105,8*	*3,5*
$\bar{X}$	Р	82,6	37,1	1,18	31,9	94,1	3,1
	F_1	*85,0*	*37,1*	*1,25*	*33,9*	*95,8*	*3,3*
	F_2	*85,6*	*37,5*	*1,24*	*33,3*	*108,2*	*3,6*
НСР $_{05}$		*5,8*	*5,4*	*0,17*	*2,7*	*24,7*	*0,8*

Примечание. ДС – длина стебля; М1000 – масса 1000 зёрен; ЧЗК – число зёрен в колосе; ЧЗР – число зерен на растение; МЗК – масса зерна колоса; МЗР – масса зерна растения. Г114 – Грекум 114; Н89 – Новосибирская 89; К89 – Кантегирская 89; С3 – Сибирская 3; Н67 – Новосибирская 67; С12 – Сибирская 12.

Таблица 2

Последовательность расположения влияния генотипической и средовой изменчивости, полученных при изучении шести родительских форм и их гибридов, различающихся по окраске зерна, в результате двухфакторного дисперсионного анализа данных по шести количественным признакам

Наследуемость признака возрастает ↓

Доля влияния генотипов (фактор А) (%)	Количественный признак, соответствующий доле влияния генотипа	Доля влияния условия среды (%)	Количественный признак, соответствующий доле влияния средового фактора:	
			Годы (Фактор В)	Взаимодействие (АЧВ) и случайные отклонения
1 – 10		100 – 91		
11 – 20		90 – 81		
21 – 30	М1000, ДС	80 – 71		
31 – 40	ЧЗК, МЗК, МЗР	70 – 61		ЧЗК
41 – 50	ЧЗР	60 – 51	М1000, ДС	ЧЗР
51 – 60		50 – 41		
61 – 70		40 – 31		МЗК, МЗР
71 – 80		30 – 21	МЗК	
81 – 90		20 – 11	МЗР	М1000, ДС
91 – 100		10 – 1	ЧЗР, ЧЗК	

Примечание. ДС – длина стебля; М1000 – масса 1000 зёрен; ЧЗК – число зёрен в колосе; ЧЗР – число зёрен на растение; МЗК – масса зерна колоса; МЗР – масса зерна растения.

Таким образом, при двухфакторном дисперсионном анализе шести сортов, различающихся по окраске зерна, выявлено, что наибольшей наследуемостью в широком смысле обладают элементы продуктивности растения – число зёрен на растение (доля влияния генотипа 47%) и масса зерна растения (доля влияния генотипа 39%). Отдельно следует отметить, что при анализе признаков масса 1000 зёрен и длина стебля, по которым выявлена минимальная доля влияния генотипа (23%), большой вклад вносит влияние условий среды в разные годы (59%), при этом влияние взаимодействия факторов (генотип Ч годы) и случайных отклонений незначительно. При изучении доли влияния генотипа и условий вегетации на изменчивость элементов продуктивности колоса у 180 сортов мягкой яровой пшеницы в условиях 1971-1977 гг. (Цильке Р.А., 2005, стр. 58) признак масса 1000 зёрен характеризовался высокой наследуемостью (доля влияния генотипа составляла 44%). Противоречивость полученных результатов можно объяснить различиями погодных условий 2007 и 2008 гг., если упус-

тить их влияние, наследуемость признаков значительно повысится, что подтверждает низкий процент влияния случайных отклонений и взаимодействия (генотипы Ч годы) в наследование признаков массы 1000 зёрен и длины стебля.

Диаллельный анализ методом Хеймана показал, что **характер наследования признаков** в зависимости от года исследования и изучаемого поколения гибридов варьирует в зависимости от генотипа, условий среды в разные годы и изучаемого поколения гибридов. Признаки *длина стебля* и *число зёрен в колосе* контролируются в основном генами с аддитивным действием($\hat{D}>\hat{H}_1$), *масса 1000 зёрен* генами с доминантным взаимодействием($\hat{D}>\hat{H}_1$), по числу зёрен на растение, массе зерна колоса, массе зерна растения характер наследования варьирует в зависимости от условий среды в разные годы и изучаемого поколения гибридов. Для ускорения селекционного процесса отбор по признакам длина стебля и число зёрен в колосе следует начинать в ранних расщепляющихся поколениях, так как основной вклад в генетическую систему контроля признаков вносят гены с аддитивным действием, по массе 1000 зёрен – в более поздних расщепляющихся поколениях. По признакам масса зерна колоса, число зёрен на растение и масса зерна растения, в связи с значительной изменчивостью характера наследования, нет возможности дать рекомендации по поколению гибридов, в котором следует начинать отбор.

Доля влияния аддитивных генов по всем изучаемым признакам ($\hat{D}$) у гибридов первого и второго поколения варьирует незначительно в условиях одного года, однако при изменении условий среды генетический параметр изменяется. Параметры, характеризующие действие доминантных генов в зависимости от года и изучаемого поколения, варьируют в большей степени. Параметр$\hat{F}$, отвечающий за соотношение генов с доминантными и рецессивными эффектами в исследуемом материале, варьирует в зависимости от года и изучаемого поколения гибридов по всем шести изученным признакам. У гибридов F_1 и F_2 в условиях 2007 г. параметр $\hat{H}_2$ варьирует незначительно по числу зёрен в колосе, массе зерна колоса и массе 1000 зёрен, в остальных случаях параметры $\hat{H}_1$ и $\hat{H}_2$ варьируют в большей степени.

Использование информации о характере изменчивости и наследования количественных признаков позволяет повысить эффективность селекционного процесса, однако при анализе и интерпретации подобного рода данных следует помнить, что изменение условий среды и исходных родительских форм значительно влияет на характер наследования количественных признаков, о чем свидетельствуют противоречивые данные, полученные в данном и ранее заложенных экспери-

ментах (Цильке Р.А. и др., 1979а,б,в,г; Кривобочек В.Г., 1982; Сапега В.А., 1984; Белецкая Е.Я., 1986; Дергачев К.В. и др., 1986, Кондратьева И.В., 2001 и др.).

Эффекты общей комбинационной способности (ОКС) родительских форм по шести количественным признакам в результате оценки гибридов F_1 и F_2 по Гриффингу представлены в табл. 4. При оценке эффектов ОКС выявлены ценные родительские формы по изученным признакам:

По длине стебля низкие достоверные значения эффектов ОКС у гибридов F_1 и F_2 в условиях двух лет получены по белозерному сорту со сравнительно коротким стеблем *Кантегирская 89* и краснозерному сорту Сибирская 12, так же характеризующемуся низкими значениями признака. Сокращение длины стебля имеет большое значение для условий Западной Сибири в связи с погодными условиями, в частности из-за ливневых дождей сопровождающихся сильными ветрами, которые являются основной причиной полегания пшеницы на больших массивах, особенно в благоприятные по влагообеспеченности годы (Цильке Р.А., 1975). Из этого следует, что сорта Кантегирская 89 и Сибирская 12 являются наиболее ценными источниками устойчивости к полеганию для условий лесостепи Западной Сибири из изученных шести сортов. По линии *Сибирская 3* и сорту *Новосибирская 67* у гибридов F_1 и F_2 в условиях двух лет получены высокие достоверные значения эффектов ОКС, что косвенно предопределяет склонность данных сортов к полеганию. В гибридных комбинациях с участием линии Сибирская 3 и сорта Новосибирская 67 особое значение следует придать отбору короткостебельных форм.

По числу зёрен в колосе высокие достоверные значения эффектов ОКС у гибридов F_1 и F_2 в условиях 2007 г. и гибридов F_1 в условиях 2008 г. получены по белозерному сорту *Новосибирская 67*, характеризующемуся по средним данным двух лет максимальным значением признака число зёрен в колосе, а также число зёрен на растение. По результатам оценки F_2 в условиях 2008 г. сорт Новосибирская 67 характеризуется средними значениями эффектов ОКС. В то же время, краснозерный сорт Новосибирская 89, занимающий второе место по числу зёрен в колосе и на растении среди изученных шести родительских форм, характеризуется высокими значениями эффектов ОКС только по результатам оценки гибридов F_1 в условиях 2007 г. Значения эффектов ОКС сорта Новосибирская 89 у гибридов F_2 в условиях 2007 г., а также у гибридов F_1 и F_2 в условиях 2008 г. средние. Подобные результаты, с небольшой разницей, не влияющей на интерпретацию результатов, получены по числу зёрен на растение. Из

этого следует, что сорт Новосибирская 67 является наиболее ценным, из изученных шести сортов, источником озернённости колоса и растения для условий лесостепи Западной Сибири.

Таблица 3

Генетические параметры изменчивости количественных признаков при диаллельном анализе шести родительских форм пшеницы мягкой яровой методом Хеймана

П-р	Год	–	ДС		ЧЗК		МЗК		М1000		ЧЗР		МЗР	
$\hat{D}$	2007 г.	F_1	64,21	***	23,1	***	0,021	***	4,22	***	381,3	***	0,381	***
		F_2	64,55	***	24,6	***	0,022	***	4,10	***	331,8	***	0,355	**
	2008 г.	F_1	101,46	***	7,2	***	0,017	***	3,71	***	860,8	***	1,030	***
		F_2	99,84	***	7,4	***	0,016	***	3,99	***	864,6	***	1,002	***
$\hat{F}$	2007 г.	F_1	28,13	**	14,4	***	0,001		–0,92		451,4	**	0,463	**
		F_2	18,54	*	22,9	***	0,020	**	1,15		39,9		0,231	
	2008 г.	F_1	36,06	**	3,5	*	–0,001		–5,73	**	301,8	***	0,095	
		F_2	62,42	***	10,9	*	0,006		–3,51	**	835,6	*	0,827	**
$\hat{H}_1$	2007 г.	F_1	16,32	*	8,7	**	0,007	*	9,68	**	579,6	**	0,462	**
		F_2	13,09	*	13,5	**	0,018	***	8,55	***	369,8	*	0,510	*
	2008 г.	F_1	31,90	*	3,8	*	0,018	**	4,62	**	267,5	***	0,568	**
		F_2	27,55	*	6,4		0,019	**	1,96		882,8	*	0,833	**
$\hat{H}_2$	2007 г.	F_1	11,54	*	6,9	**	0,007	**	7,74	**	399,5	*	0,267	*
		F_2	8,34	***	7,0	*	0,010	*	5,44	**	282,4	*	0,435	*
	2008 г.	F_1	31,09	*	3,4	*	0,017	**	3,83	*	212,5	***	0,577	**
		F_2	18,98	*	7,7		0,015	**	1,66		583,5	*	0,573	*
$\hat{h}_2$	2007 г.	F_1	–1,63		15,9	***	–0,003		69,71	***	636,0	**	–0,035	
		F_2	71,46		–0,4		–0,002		38,30	***	189,8	*	–0,011	
	2008 г.	F_1	502,86	***	17,3	***	–0,001		11,04	***	605,3	***	–0,016	
		F_2	335,10	***	1,8		–0,002		0,01		970,7	***	0,125	

*, **, *** Достоверно при 5%, 1% и 0,1% уровне значимости, соответственно

Примечание к таблице 3:

$\hat{D}$ – параметр изменчивости, обусловленный аддитивным действием генов;

$\hat{F}$ – параметр изменчивости, отражающий соотношение доминантных и рецессивных аллелей у анализируемых сортов в целом. Положительное значение свидетельствует о преобладании доминантных аллелей у родительских форм, отрицательное – рецессивных;

$\hat{H}_1$ – параметр изменчивости, отражающий положительные (усиливающие) действия доминантных генов;

$\hat{H}_2$ –параметр изменчивости, отражающий отрицательные (ослабляющие) действия доминантных генов;

$\hat{h}_2$ – параметр изменчивости, отражающий алгебраическую сумму доминантных эффектов гетерозиготных локусов по всем гибридам.

ДС – длина стебля; ЧЗК – число зёрен в колосе; МЗК – масса зерна колоса; М1000 – масса 1000 зёрен; ЧЗР – число зёрен на растение; МЗР – масса зёрен растения.

Таблица 4

Эффекты общей комбинационной способности родительских форм по шести количественным признакам в результате оценки гибридов F_1 и F_2 по Гриффингу

Родители	Год		ДС		ЧЗК		МЗК		М1000		ЧЗР		МЗР	
Грекум 114	2007 г.	F_1	1,05		–0,10		**0,11**	*	**3,02**	*	–5,9	*	0,18	*
		F_2	–2,00	*	–1,06		**0,06**	*	**2,75**	*	–13,8	*	–0,09	
	2008 г.	F_1	–1,93	*	–0,40		**0,14**	*	**3,64**	*	–5,1		0,14	
		F_2	–0,29		1,11		**0,09**	*	**2,37**	*	–3,6		–0,03	
Кантегир. 89	2007 г.	F_1	**–2,14**	*	–0,68		–0,10	*	–1,54	*	0,1		–0,16	*
		F_2	**–2,35**	*	0,16		–0,04	*	–0,93	*	–6,8	*	–0,28	*
	2008 г.	F_1	**–3,77**	*	–0,03		–0,08	*	–1,57	*	–0,6		–0,32	*
		F_2	**–3,19**	*	0,94		–0,21	*	–1,79	*	–19,7	*	–0,92	*
Новосиб. 67	2007 г.	F_1	1,23	*	**1,78**	*	**0,04**	*	–0,26		**11,0**	*	**0,23**	*
		F_2	2,10	*	**2,39**	*	**0,06**	*	–0,77	*	**17,3**	*	**0,35**	*
	2008 г.	F_1	2,63	*	**1,91**	*	0,01		0,73		**9,6**	*	**0,37**	*
		F_2	1,62	*	0,90		**0,09**	*	0,02		**22,4**	*	**0,82**	*
Новосиб. 89	2007 г.	F_1	–0,88		1,64	*	0,01		–0,90	*	–3,6		–0,28	*
		F_2	–1,38	*	–0,08		–0,07	*	–1,71	*	0,4		–0,15	
	2008 г.	F_1	1,10		0,38		–0,04	*	–2,01	*	6,4	*	0,12	
		F_2	0,03		–0,25		–0,10	*	–0,63		–13,6	*	–0,42	*
Сибирская 3	2007 г.	F_1	4,60	*	–0,95		0,02		0,30		–2,3		–0,02	
		F_2	6,27	*	–0,18		0,02		0,26		9,0	*	0,21	*
	2008 г.	F_1	5,30	*	–0,76		–0,01		–0,01		–6,4	*	–0,07	
		F_2	4,23	*	–2,04	*	0,11	*	0,93		1,9		0,24	*
Сибирская 12	2007 г.	F_1	**–3,87**	*	–1,70	*	–0,07	*	–0,63	*	0,6		0,05	
		F_2	**–2,64**	*	–1,23	*	–0,02		0,40		–6,1		–0,03	
	2008 г.	F_1	**–3,32**	*	–1,11		–0,03	*	–0,79		–3,8		–0,23	*
		F_2	**–2,40**	*	–0,66		0,03		–0,90		12,6	*	0,32	*

Примечание. * Достоверно при 5% уровне значимости.

По массе зерна колоса высокие достоверные значения эффектов ОКС у гибридов F_1 и F_2 в условиях двух лет получены по белозерному сорту Грекум 114, характеризующемуся средними значениями признака, и уступающему по продуктивности колоса сортам Новосибирская 67 и Новосибирская 89. По сорту Новосибирская 67 получены высокие достоверные значения эффектов ОКС в результате оценки гибридов F_1 и F_2 в условиях 2007 г. и гибридов F_2 в условиях 2008 г., при оценке гибридов F_1 в условиях 2008 г. значения эффектов ОКС сорта средние. По сорту Новосибирская 89 получены низкие достоверные эффекты ОКС по результатам оценки гибридов F_2 в условиях 2007 г. и гибридов F_1 и F_2 в условиях 2008 г., при оценке гибридов F_1 в условиях 2007 г. значения эффектов ОКС сорта средние. Из этого следует, что сорт *Грекум 114* и *Новосибирская 67* являются наиболее ценными источниками высокой продуктивности колоса, из изученных шести сортов, для условий лесостепи Западной Сибири.

По массе 1000 зёрен высокие достоверные значения эффектов ОКС у гибридов F_1 и F_2 в условиях двух лет получены по белозерному сорту Грекум 114, хорошо известному своей крупнозёрностью (Цильке Р.А. и др., 1979в), в данном эксперименте сорт также характеризуется максимальными значениями массы 1000 зёрен среди изученных родительских форм. Низкие достоверные значения эффектов ОКС у гибридов F_1 и F_2 в условиях двух лет получены по белозерному сорту Кантегирская 89, а также по краснозерному сорту Новосибирская 89 при оценке гибридов F_1 и F_2 в условиях 2007 г., и гибридов F_1 в условиях 2008 г. Из этого следует, что сорт *Грекум 114* является наиболее ценным источником крупнозёрности, из изученных шести сортов для условий лесостепи Западной Сибири. В гибридных комбинациях с участием сортов *Кантегирская 89* и *Новосибирская 89,* в данном гибридном материале, особое значение следует придать отбору крупнозёрных форм.

По массе зерна растения высокие достоверные значения эффектов ОКС у гибридов F_1 и F_2 в условиях двух лет получены по белозерному сорту Новосибирская 67, характеризующемуся по средним данным двух лет наибольшими значениями признака среди изученных шести родительских форм. Из этого следует, что сорт *Новосибирская 67* является наиболее ценным источником высокой продуктивности растения, из изученных шести сортов, для условий лесостепи Западной Сибири.

Выводы

1. Изучение нового селекционного материала, созданного методом диаллельных скрещиваний трех белозерных (Грекум 114, Новосибирская 67, Кантегирская 89) и трех краснозерных (Новосибирская 89, Сибирская 12, Сибирская 3) родительских форм показало, что выраженность количественных признаков у сортов и гибридов значительно варьирует в зависимости от генотипа, условий среды и изучаемого поколения гибридов.

2. Анализ по Хейману выявил, что признаки длина стебля и число зёрен в колосе контролируются в основном генами с аддитивным действием, масса 1000 зёрен – генами с доминантным взаимодействием, по признакам масса зерна колоса, число зёрен на растение и масса зерна растения вклад генов с аддитивным действием и доминантным взаимодействием варьирует в зависимости от условий среды в разные годы и изучаемого поколения гибридов.

3. Белозерный сорт Грекум 114 при оценке диаллельных гибридов в условиях двух лет характеризовался высокими достоверными значениями эффектов общей комбинационной способности по признакам масса 1000 зёрен и масса зерна колоса, что характеризует его как ценный сорт при селекции на продуктивность по компонентному признаку продуктивности «масса одного зерна».

4. Белозерный сорт Новосибирская 67 при оценке F_1 и F_2 в условиях двух лет характеризовался высокими достоверными значениями эффектов общей комбинационной способности по признакам число зёрен в колосе и число зёрен на растение, что характеризует его как ценный сорт при селекции на продуктивность, по компонентному признаку продуктивности «число зёрен на растение».

Библиографический список

1. *Антонов Г.Ю.* Источники устойчивости к предуборочному прорастанию и продуктивность яровой мягкой пшеницы: автореф. канд. дис. – Саратов, 2007. – 22 с.
2. *Белецкая Е.Я.* Наследование признаков продуктивности гибридами яровой пшеницы с участием мутантов // Науч.-техн. бюл. СО ВАСХНИЛ. – 1986. – № 3. – С. 3-6.
3. *Государственный* реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – Москва: Издание ФГУ Госсорткомиссия, 2011. – Т.1. – 146 с.
4. *Дергачев К.В., Павличенок Е.И., Выдрин Ф.В.* Генетический анализ признаков продуктивности у яровой пшеницы // Селекция,

семеноводство и технология возделывания зерновых культур в северо-западной зоне РСФСР. – Л., 1986. – С. 52-60.

5. *Кондратьева И.В*. Наследование крупности зерна мягкой яровой пшеницы на различных фонах возделывания // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2001. – №3-4. – С. 50-53.
6. *Кривобочек В.Г.* Наследуемость основных элементов продуктивности и эффективность отбора в гибридных популяциях F_2 при скрещивании озимой пшеницы с яровой // Проблемы селекции полевых культур в Северном Казахстане. – Целиноград, 1982. – С. 25-28.
7. *Крупнова В.А., Антонов Г.Ю., Сибикеев С.Н., Крупнова О.В.* Устойчивость к предуборочному прорастанию краснозерной и белозерной мягкой пшеницы // Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути повышения устойчивости зернового производства в степных регионах: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию РГП НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева. – Шортанды, 2006. – Ч. 2. – С. 87-92.
8. *Пухальский А.В., Медведев А.М., Медведева Л.М*. и др. Мировые растительные ресурсы яровой мягкой пшеницы в условиях Подмосковья // Генофонд рода Triticum L. как исходный материал для селекции. – СПб.: ВНИИР, 2003. – С. 1-27.
9. *Солодов Д.П.* Устойчивость яровой мягкой пшеницы к предуборочному прорастанию в Нижнем Поволжье: автореф. канд. дис. – Саратов, 2003. – 18 с.
10. *Сапега В.А.* Экологическая пластичность сортов яровой пшеницы в условиях Северного Казахстана: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 1984. – 18 с.
11. *Цильке Р.А*. Принципы и методы селекции сельскохозяйственных культур // Науч. тр. СибНИИСХоза: Селекция и семеноводство полевых культур в Западной Сибири. – Новосибирск: ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние, 1975а. – Т. 25. – С. 3-18.
12. *Цильке Р.А*., *Присяжная Л.П.* Методика диаллельного анализа исходного материала по количественным признакам. – Новосибирск, 1979. – 15 с.
13. *Цильке Р.А.* Генетические основы селекции мягкой яровой пшеницы на продуктивность в Западной Сибири. – Новосибирск, 2005. – 324 с.
14. *Цильке Р.А., Качур О.Т., Садыкова С.А.* Изменчивость генетических параметров при диаллельном анализе количественных признаков мягкой яровой пшеницы. Сообщение II. Длина стебля // Генетика. – 1979а. – Т. XV, № 2. – С. 273-285.

15. *Цильке Р.А., Качур О.Т., Садыкова С.А.* Изменчивость генетических параметров при диаллельном анализе количественных признаков мягкой яровой пшеницы. Сообщение IV. Число зёрен в колосе // Генетика. – 1979б. Т. XV, №3. – С. 488-497.
16. *Цильке Р.А., Качур О.Т., Садыкова С.А.* Изменчивость генетических параметров при диаллельном анализе количественных признаков мягкой яровой пшеницы. Сообщение V. Масса 1000 зёрен // Генетика. – 1979в. – Т. XV, № 5. – С. 872-882.
17. *Цильке Р.А., Качур О.Т., Садыкова С.А.* Изменчивость генетических параметров при диаллельном анализе количественных признаков мягкой яровой пшеницы. Сообщение VI. Масса зерна колоса // Генетика. – 1979г. – Т. XV, № 7. – С. 1243-1254.
18. *Griffing B.*Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems // Austral.J.biol.Sci., 1956. – Vol.3. N.4. – P. 463-493.
19. *Hayman. B.I.* The theory and analysis of diallel crosses // Genetics, 1954a. – Vol. 39. N 6. – P. 789-809.
20. *Hayman. B.I.* The analysis of variance of diallel tables // Biometrics, 1954b. – Vol. 10. – P. 235-244.
21. *Hayman. B.I.* The separation of epistasis from additive and dominance variation in generation means // Heredity, 1958. – Vol. 12. N3. – P. 371-390.
22. *Hull F.H.* Regression analysis of yields of hybrid corn and inbred parent lines // Maize Genetics Coop. News Letter. 1945. – Vol.19. – P. 21-27.
23. *Jinks J.L.* The analysis of continuous variation in a diallel cross of Nicotianarustica varieties // Genetics. 1954. – Vol. 39. N 6. – P. 767-788.
24. *Jinks J.L.* A survey of the genetical basis of heterosis in a variety of diallel crosses // Heredity. 1955. – Vol. 9. – P. 229-238.
25. *Ransom J.K., Berzonsky W.A., Sorenson B.K.* Hard white wheat producing North Dakota's next market opportunity. Fargo: NDSU, 2006. – 8 p.
26. *Yates F.* The analysis of data from all possible reciprocal crosses between a set of parental lines // Heredity, 1947. – Vol.1. – P. 287-301.

УДК 631.527:635.652.2

О.В.Паркина
ФГБОУ ВПО Новосибирский государственный аграрный университет, ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии

Генетические источники фасоли овощной при селекции на продуктивность и качество

Фасоль обыкновенная (Phaseolus vulgaris L.) как овощная культура приобрела широкую известность на всех континентах земного шара. В пищу употребляют преимущественно незрелые (зеленые) бобы на «лопатку», используемые для приготовления различных блюд. Посевы овощной фасоли в мире ежегодно увеличиваются, в 2004 г. они составили, по данным FAO, 893 тыс. га против 183 тыс. га в 2002 г. [3].

В Российской Федерации овощную фасоль возделывают преимущественно в индивидуальных хозяйствах. Несмотря на это, интерес к новым сортам и спрос на семенной материал этой ценной пищевой культуры непрерывно растут. Ее агрономический ареал неуклонно продвигается на север благодаря наличию скороспелых сортов. Именно овощная фасоль пользуется повышенным спросом производителей как в районах традиционного использования, так и в северных областях России. Интерес потребителя к этой культуре определяется ее высокими пищевыми качествами, которые сочетаются с разнообразными способами кулинарной обработки.

Молодые бобы с недозрелыми семенами – лопатки – обладают высокими вкусовыми качествами, богаты белками, витаминами А,В,С, сахаром, солями железа, кальция, фосфора, магния, довольно много йода и мало клетчатки – всего 2-3% [1,2].

В настоящее время селекционная работа с фасолью овощной направлена на создание сортов, предназначенных для реализации в свежем виде и для переработки (консервирования, замораживания) с расчетом на желаемую калибровку плодов и семян. Предпочтение отдается белосемянным сортам с узкими, короткими бобами темнозеленой или интенсивно желтой окраски без пергаментного слоя и волокна в шве. Выше перечисленные свойства, желательные для переработчиков и потребителей должны сочетаться с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Коллекционный материал фасоли овощной, созданный на базе Сибирского НИИ растениеводства и селекции, предназначен для поддержания и изучения генофонда этой культуры в сибирских условиях,

характеризующихся контрастными почвенно-климатическими условиями. Коллекция и созданный на ее базе селекционный материал служат неисчерпаемым источником исходного материала для получения продуктивных сортов с высоким качеством продукции, отвечающих мировым стандартам.

При изучении коллекционных образцов стратегическим направлением также остается оценка на адаптивность, учитывая многообразие почвенно-климатических условий страны и региона возделывания фасоли овощной. Возрастает роль оценки селекционного материала по отдельным хозяйственно-ценным признакам и их комплексу. Необходимо выявить генетические источники ряда хозяйственно-ценных признаков с целью эффективного использования их в селекционных программах по созданию новых высокопродуктивных сортов.

Цель работы – выявить генетические источники высокой продуктивности и качества зеленых бобов в условиях северной лесостепи Западной Сибири.

Объект исследования – коллекционные сорта фасоли овощной иностранной и отечественной селекции, селекционный материал гибридного происхождения.

Почва представлена черноземом выщелоченным средней мощности. Содержание гумуса в верхнем слое составляет 5,7-6,9% и с глубиной быстро уменьшается. Запасы гумуса в метровом слое 400-450 т/га. Реакция среды по всему профилю слабокислая и нейтральная. Повторность опытов 4-кратная. Через 10 номеров высевали стандарт – сорт Дарина, Солнышко.

С 1997 г. и по настоящее время селекционная работа по овощной фасоли проводится на опытном поле в Сибирском институте растениеводства и селекции. Накоплен и проанализирован обширный исходный материал образцов фасоли разного эколого-географического происхождения. Разработаны основные приемы выращивания и показана возможность получения высоких урожаев качественной продукции зеленых бобов. Однако вопросы существенного повышения потенциальной продуктивности сортов и особенно ее стабильности в зависимости от погодных условий и мест выращивания пока решаются медленно. Ограничен набор методов и способов работы по этапам селекционного процесса, касающийся вопросов вовлечения нового исходного материала, подбора компонентов скрещивания, способов отбора и формирования сортовых популяций. Учитывая необходимость дальнейшего расширения теоретических и методических возможнос-

тей создания нового исходного материала и выведений современных экологически пластичных сортов, проведен ряд экспериментальных исследований, направленных на выявление генетических источников высокой продуктивности и качества зеленых бобов.

В течение 2009-2011 гг. проведена оценка коллекционных и селекционных образцов фасоли овощной. Изучаемые образцы различались по морфологическим и хозяйственно-ценным признакам, определяющим продуктивность бобов и качество в технической спелости (табл. 1)

По урожайности и качеству зеленых бобов для селекционной работы выделены образцы: Rocquentcant, Minidor, Zake Zargo, Peak – иностранной селекции; отечественной селекции – Мирабелла, Ольга, Аришка и Солнышко. Большинство образцов фасоли селекции ВНИИССОК характеризуются плоскоокруглой формой, быстрым развитием волокна в шве, что значительно снижает качество зеленых бобов и селекционную ценность образцов (Золушка, Мрия, Пагода).

Проведена оценка продуктивности зеленых бобов образцов, полученных методом межсортовой гибридизации в селекционном питомнике. Формирование бобов у всех сортов проходило очень быстро, за короткий период нарастало большое количество плодов.

Период плодоношения составил около 30 дней. Первый сбор обеспечили растения за счет формирования бобов на узлах первого порядка, следующие сборы – по мере формирования бобов на побегах второго и третьего порядков. Уборку проводили выборочно, по мере созревания, на одних и тех же растениях. Техническая спелость зеленых бобов наступает, когда прекращается заметный рост в длину и ширину, и зерно по своей величине достигает величины пшеничного, а сам боб при сгибании ломается и имеет в изломе сочный безволокнистый вид.

Урожайность бобов составляла в среднем от 1,80 до 2,37 кг/м^2 при одновременной уборке. Ряд сортов выделился как более урожайные за счет более высоких темпов налива плодов или большого числа на растении – до 40 штук. Такие сорта, как Дарина, Солнышко – отличались высоким суточным приростом массы плодов (до 2-3 г/сутки). Скороспелый сорт Дарина формировал от 4 до 5 бобов на продуктивном узле в первые 7-8 дней после цветения, через 14 дней процесс плодоношения заканчивался. Среднеспелые сорта имеют равномерное плодоношение в течение периода технической спелости, первый сбор менее продуктивный – от 5 до 12 бобов с растения, а во второй и третий сбор уже до 20-30 бобов.

Таблица 1

Характеристика сортов фасоли овощной по основным хозяйственно-ценным признакам (2009 г.)

№ п/п	Образец	Число бобов, шт/раст.	Ср. масса 1боба, г	Форма боба	Урожай-ность, кг/м^2
1	Пагода	13	6,0	Плоскоокр.	1,7
2	Секунда	15	6,8	Округл.	1,6
3	Рант	12	7,6	Округл.	1,4
4	Аришка	17	6,0	Округл.	2,0
5	Магура	16	5,8	Округл.	2,1
6	Золушка	18	6,4	Плоскоокр.	2,1
7	Фантазия	15	6,2	Округл.	2,1
8	Овощ. Король	16	7,0	Округл.	2,3
9	Ксера	19	5,5	Округл.	1,2
10	Презента	17	5,8	Округл.	1,8
13	Журавушка	17	7,2	Округл.	1,9
14	Весточка	9	7,0	Округл.	0,9
15	Славянка	10	6,5	Округл.	1,9
16	Primel	16	6,8	Округл.	1,5
17	Domsol	12	5,4	Округл.	0,8
18	Ольга	10	6,5	Округл.	2,1
19	Мирабелла	18	7,2	Округл.	2,1
20	Mirage	16	4,7	Округл.	1,9
21	Stella	19	5,8	Округл.	2,0
22	Дарья	15	5,6	Округл.	1,3
23	Peak	17	6,2	Округл.	2,2
24	Zake Zargo	15	7,6	Округл.	2,2
25	Greta	14	6,4	Округл.	1,9
26	Рашель	10	5,8	Округл.	2,0
27	Slenderette	15	6,0	Округл.	2,0
28	Minidor	21	4,2	Округл.	2,1
29	Sunray	15	6,3	Округл.	1,6
30	МРия	11	8,0	Плоскоокр.	1,9
31	Rocquentcant	13	5,7	Округл.	2,2
32	Nerina	17	6,0	Округл.	1,9
33	Солнышко	21	5,8	Округл.	2,4
$НСР_{05}$					0,27

Таблица 2

Урожайность бобов фасоли овощной в селекционном питомнике

Образец	Число бобов на раст., шт.	Масса бобов с растения, г	Урожайность бобов, кг/м^2	% к стандарту
Г22	15	88,3	1,95	108
Г32	21	89,4	1,97	109
Г10	8	99,8	2,20	122
Г28	17	96,7	2,13	118
Г30	17	87,3	1,93	107
Г29	19	103,1	2,30	127
Г27	22	108,2	2,37	131
Г19	21	109,3	2,4	133
Солнышко St	17	80,8	1,8	100
$НСР_{05}$				0,37

Опытные данные показывают, что все селекционные образцы значительно превышают стандартные сорта по продуктивности зеленых бобов. Наиболее продуктивными образцами были: Г27, Г19 с массой зеленых бобов соответственно 108 и 109 г/растения, при этом бобы отличались отличными качественными показателями и внешним видом. Бобы имеют зеленую окраску, гладкие округлые в поперечном сечении, с длиной до 12-14 см.

Таблица 3

Урожайность бобов фасоли овощной в контрольном питомнике

№ п/п	Образец	Число бобов на растении, шт.	Масса бобов с растения, г	Урожайность бобов, кг/м^2	% к стандарту
1	F 131	25	124,6	2,74	152
2	F 133	26	128,3	2,82	157
3	F 124	20	143,0	3,15	156
4	F 115	25	127,1	2,80	156
5	F 135	21	113,0	2,49	138
6	F 141	17	109,6	2,41	134
7	F 128	29	134,5	2,96	164
8	F 123	23	117,5	2,59	144
9	Солнышко	17	80,8	1,80	100
10	Дарина	15	95,8	2,13	118
$НСР_{05}$					0,44

По результатам оценки продуктивности зеленых бобов выделены следующие образцы для дальнейшей селекционной работы: Г124, Г128 и Г115 с массой бобов – соответственно 143,0; 134,5 и 127,1 г/растения.

Установлено, что по урожайности зеленых бобов все селекционные образцы фасоли превышают стандарт. Три образца превышают стандарт более чем на 50%. Эти формы характеризуются среднего размера бобами округлой формы без волокна в шве и пергаментного слоя в створках, с гладкой поверхностью, зеленой окраски, что соответствует требованиям перерабатывающего производства.

В КСИ проведена оценка урожайности зеленых бобов, приспособленности к механизированной уборке и адаптированности к местным условиям возделывания у 7 сортообразцов.

По результатам комплексной оценки селекционных форм в конкурсном сортоиспытании выделены и переданы в ГСИ высокопродуктивные образцы: F144 и F132.

Образец F132 отличается скороспелостью и дружным плодоношением, период от всходов до технической спелости составляет 48-50 дней, бобы округлой формы, зеленой окраски, масса 100 бобов 570-590 г, длина 12-13см. Образец адаптирован к выращиванию в условиях сибирского региона, отличается высокой и стабильной урожайностью зеленых бобов.

Таблица 4

Оценка урожайности бобов у сортов фасоли в КСИ

Образец	Масса 100 бобов, г	Урожайность, кг/м^2	Биохимические показатели		
			Сухое вещ-во,%	Сумма сахаров,%	Аскорбиновая к-та, мг/100г
F139	533,3	1,49	11,9	2,5	13,3
F 127	671,6	1,78	10,4	2,7	14,8
F 119	441,7	1,78	10,8	2,3	12,0
F144	583,3	1,85	9,3	2,5	10,5
F132	593,3	1,76	10,1	2,1	12,8
Солнышко (St)	470,0	1,93	10,0	2,5	14,8
Дарина (St)	740,0	1,65	10,7	2,3	12,5
$НСР_{05}$		0,3			

Образец F144 относится к группе среднеспелых сортов, период от всходов до технической спелости составляет 51-53 дня, бобы округлой формы, окраска в полной спелости желтая с фиолетовой крапчатостью, масса 100 бобов 590-600 г, длина 14-15 см. Образец имеет высокую и стабильную урожайность бобов, длительный период плодоношения, пригоден для организации конвейера получения бобов.

Выделенные коллекционные и селекционные образцы являются генетическими источниками высокой продуктивности и качества зеленых бобов и могут быть рекомендованы к вовлечению в селекционный процесс для создания высокопродуктивных сортов фасоли с отличным качеством зеленых бобов (лопатки).

Библиографический список

1. *Балашов Т.Н.* Селекция и семеноводство овощных бобовых культур/ Т.Н. Балашов, Ю.Л. Гужов, Н.Н. Балашова. – Кишинев: Штиница, 1989. – С. 34-59.
2. *Васякин Н.И.* Зернобобовые культуры в Западной Сибири / Н.И. Васякин. – Новосибирск, 2002. – 184 с.
3. FAOSTAT 2005.

УДК 633.111.1:631.524.01: 631.524.02(571.1)

В.В. Пискарев, А.А. Тимофеев, Т.Н. Капко
ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии

Результаты оценки выраженности селекционно-ценных признаков сортообразцов пшеницы мягкой яровой в условиях лесостепи Приобья

Одним из основных способов создания сортов яровой мягкой пшеницы остается гибридизация с последующим отбором рекомбинантов с яркой выраженностью комплекса селекционно-ценных признаков. Успех гибридизации в большой степени зависит от правильного выбора родительских пар. Для этого нужно всесторонне изучить исходный материал и точно определить отдельные признаки, проявление которых ожидается у нового, рекомбинированного организма. Родительские пары выбирают на основе ряда критериев в зависимости от цели селекции. Следует подбирать для скрещивания такие формы, которые

обладали бы желательными для гибрида свойствами. Селектируемые признаки должны иметь максимальное выражение. Подбор пар чаще ведут по комплексу признаков и свойств. Для успешной селекционной работы в регионе необходимо создавать и изучать коллекции яровой мягкой пшеницы, включающие экологически адаптированные к региону сорта с высокой продуктивностью, качеством продукции и устойчивостью к стрессорам.

Цель исследования – выделить источники хозяйственно-ценных признаков пшеницы мягкой яровой в условиях лесостепи Приобья для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Материал, методика и условия проведения эксперимента

В опыт включены 150 коллекционных сортообразцов пшеницы мягкой яровой, селекции различных научно-исследовательских и селекционных учреждений. Сорта и линии сгруппированы по группам спелости. Посев проводили 14 мая вручную в 2-кратной повторности по 2 рядка в повторности длиной 1 метр погонный. Предшественник чистый пар. В течение вегетации проводили фенологические наблюдения и уход за посевами. В фазу восковой спелости растения убирали в снопы и высушивали, после чего проводили структурный анализ, где учитывали элементы продуктивности растения и колоса. Для взвешивания зерна использовали весы ВК-600. Данные обрабатывали статистическими методами [1].

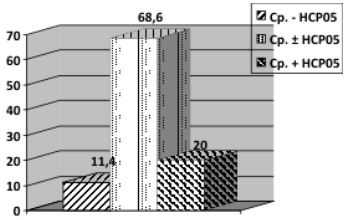


Рис. 1. Распределение сортов и линий среднеранней и ранней групп спелости по числу зерен колоса, 2011 г., %

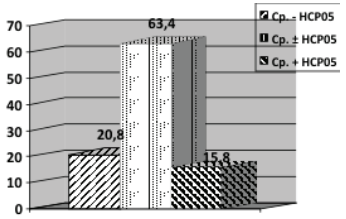


Рис. 2. Распределение сортов и линий среднеспелой группы спелости по числу зерен колоса, 2011 г., %

В 2011 г. среднесуточная температура воздуха, по данным метеорологической станции п. Огурцово, в мае превышала среднемноголетние значения 1^0, в июне на $3{,}2^0$, тогда как в июле и августе наблюдался дефицит тепла. Количество осадков в мае выпало 78, в июне 65, в июле 72, в августе 74% от нормы.

Результаты и обсуждение

Число зерен колоса сортов и линий среднеранней и ранней групп спелости варьировало от 20,1 (Ангара 86) до 43,0 (Росинка 1). Среднее число зерен колоса составило 31,0. В целом по среднеранней и ранней группам спелости числом зерен колоса, достоверно выше среднего значения ($НСР_{05}$ = 3,8) характеризовались 7 сортов (20,0%) (рис. 1) – Росинка 1 (43,0), Энита (42,1), Ленинградская 97 (37,2) Устя (37,0) Новосибирская 31 (36,7) Алтайская 65 (35,9) и Новосибирская 15 (35,6 шт.). Число зерен достоверно не отличимое от среднего значения формировали 24 сортообразца (68,6 %), остальные 4 (11,4%) характеризовались меньшим числом зерен в колосе.

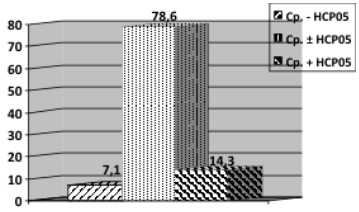


Рис. 3. Распределение сортов и линий среднепоздней группы спелости по числу зерен колоса, 2011 г., %

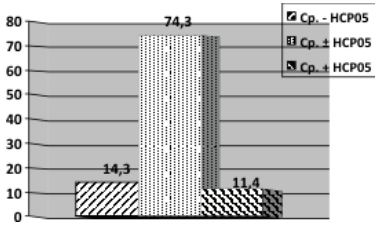


Рис. 4. Распределение сортов и линий среднеранней и ранней групп спелости по массе 1000 зерен, 2011 г., %

Число зерен колоса сортов и линий среднеспелой группы варьировало от 24,8 (Алтайская 60) до 40,7 (Прохоровка). Среднее число зерен колоса составило 31,6 шт. В целом по среднеспелой группе число зерен колоса достоверно выше среднего значения ($НСР_{05}$ = 3,6) характеризовались 16 сортов (15,8%) (рис. 2): Прохоровка (40,7), Омская кормовая (39,3) Шортандинка 125 (38,4) Тулеевская (37,9), Аму 65500 (37,6), Баганская 51 (37,5 шт.) и др. Достоверно ниже среднего значения число зерен колоса было отмечено у 21 сортообразца (20,8%).

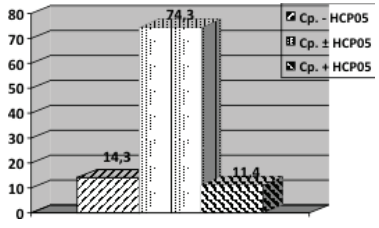


Рис. 5. Распределение сортов и линий среднеспелой группы по массе 1000 зерен, 2011 г, %

Число зерен колоса сортов и линий среднепоздней группы спелости варьировало от 25,8 (Тулайковская золотистая) до 39,9 (Сибирская 17). Среднее число зерен колоса составило 31,9 шт. В целом по среднепоздней группе числом зерен колоса достоверно выше среднего значения ($НСР_{05}$ = 4,6) характе-

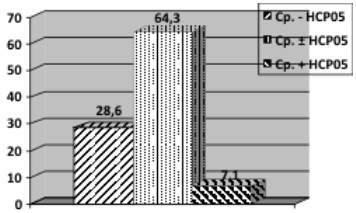


Рис. 6. Распределение сортов и линий среднепоздней группы спелости по массе 1000 зерен, 2011 г., %

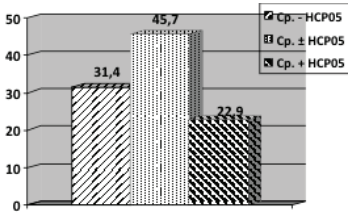


Рис. 7. Распределение сортов и линий среднеранней и ранней групп спелости по массе зерна колоса, 2011 г., %

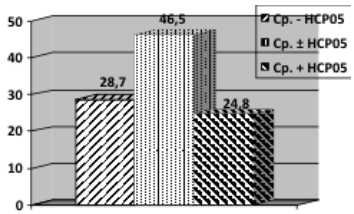


Рис. 8. Распределение сортов и линий среднеспелой группы спелости по массе зерна колоса, 2011 г., %

ризовались 2 сорта (14,3%) (рис. 3): Омская 24 (38,5) и Сибирская 17 (39,9 шт.). Достоверно ниже среднего значения число зерен колоса было отмечено у 1 сорта (7,1%).

Масса 1000 зерен сортов и линий среднеранней и ранней групп спелости варьировала от 28,2 (Тулунчанка) до 41,1 г (Памяти Вавенкова). Средняя масса 1000 зерен в группе составила 35,6 г. В целом по среднеранней и ранней группам спелости массой 1000 зерен достоверно выше среднего значения ($НСР_{05}$ = 3,2 г) характеризовались 4 сорта (11,4%) (рис. 4): Северная (39,5), Саратовская 50 (39,5), Тюменская 80 (40,8) и Памяти Вавенкова (41,1 г). Достоверно ниже среднего значения масса 1000 зерен была отмечена у 5 сортов (14,3%).

Масса 1000 зерен сортов и линий среднеспелой группы варьировала от 29,4 (Аму 65500) до 48,3 (Омская кормовая). Средняя масса 1000 зерен составила 38,2 г. В целом по среднеспелой группе массой 1000 зерен достоверно выше среднего значения ($НСР_{05}$ = 4,11 г) характеризовались 17 сортов (16,8%) (рис. 5): Омская кормовая (48,3), Катюша (46,0) Лютесценс 85 (45,6), Новосибирская 81 (45,5), Альбидум 31 (45,2), Омская 20 (44,8 г) и др. Достоверно ниже среднего значения масса 1000 зерен была отмечена у 13 сортообразцов (12,9%).

Масса 1000 зерен сортов и линий среднепоздней группы варьировала от 34,8 (Сибирская 12) до 48,0 (Шортандинка 95). Средняя урожайность в группе составила 40,3 г. В целом по среднепоздней

группе массой 1000 зерен достоверно выше среднего значения ($НСР_{05}$ = 3,24 г) характеризовался 1 сорт (7,1%) (рис. 6). Достоверно ниже среднего значения масса 1000 зерен была отмечена у 4 сортов (28,6%).

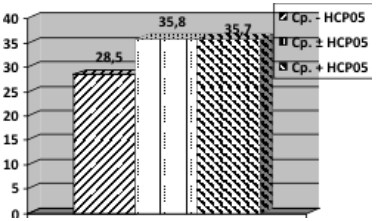


Рис. 9. Распределение сортов и линий среднепоздней группы спелости по массе зерна колоса, 2011 г., %

Масса зерна колоса сортов и линий среднеранней и ранней групп спелости варьировала от 0,70 (Ангара 86) до 1,55 (Росинка 1). Средняя масса зерна колоса в группе составила 1,11 г. В целом по среднеранним и ранним группам спелости массой зерна колоса достоверно выше среднего значения ($НСР_{05}$ = 0,10 г) характеризовались 8 сортов (22,9%) (рис. 7): Черемшанка (1,25), Новосибирская 15 (1,25), Энита (1,30), Новосибирская 31 (1,30), Ленинградская 97 (1,30), Мильтурум 2419 (1,35), Алтайская 65 (1,35) и Росинка 1 (1,55 г). Достоверно ниже среднего значения масса зерна колоса была отмечена у 11 сортов (31,4%).

Масса зерна колоса сортов и линий среднеспелой группы варьировала от 0,90 (Александрина) до 1,90 (Омская кормовая). Средняя масса зерна колоса в группе составила 1,20 г. В целом по среднеспелой группе массой зерна колоса достоверно выше среднего значения ($НСР_{05}$ = 0,13 г) характеризовались 25 сортов (24,8%) (рис. 8); Омская кормовая (1,90), Прохоровка (1,55), Лютесценс 85 (1,55), Шортандинка 125 (1,50), Баганская 51 (1,50), Манна 2 (1,50), Кинельская 97 (1,50), Алтайская 325 (1,50), Харьковская 22 (1,50 г) и др. Достоверно ниже среднего значения масса зерна колоса была отмечена у 29 сортов (28,7%).

Масса зерна колоса сортов и линий среднепоздней группы спелости варьировала от 0,95 (Тулайковская золотистая) до 1,65 (Омская 24). Средняя масса зерна в колосе по группе составила 1,30 г. В целом по среднепоздней группе массой зерна колоса достоверно выше среднего значения ($НСР_{05}$ = 0,16 г) характеризовались 5 сортов (35,7%) (рис. 9): Омская 24 (1,65), Сибирская 17 (1,55), Кинельская 60 (1,55), Сибирская 16 (1,50) и Шортандинка 95 (1,45 г). Достоверно ниже среднего значения масса зерна колоса была отмечена у 4 сортов (28,5%).

Выводы

В качестве источников высокой массы 1000 зерен в условиях лесостепи Приобья можно рекомендовать сортообразцы:

Среднеранние, ранние – Северная, Саратовская 50, Тюменская 80 и Памяти Вавенкова;

Среднеспелые – Омская кормовая, Катюша, Лютесценс 85, Новосибирская 81, Альбидум 31, Омская 20;

Среднепоздние – Шортандинка 95.

В качестве источников высокой продуктивности колоса в условиях лесостепи Приобья можно рекомендовать сортообразцы:

Среднеранние и ранние – Черемшанка, Новосибирская 15, Энита, Новосибирская 31, Ленинградская 97, Мильтурум 2419, Алтайская 65 и Росинка 1;

Среднеспелые – Омская кормовая, Прохоровка, Лютесценс 85, Шортандинка 125, Баганская 51, Манна 2), Кинельская 97, Алтайская 325, Харьковская 22;

Среднепоздние – Омская 24, Сибирская 17, Кинельская 60, Сибирская 16 и Шортандинка 95.

В качестве источников для повышения озерненности колоса в условиях лесостепи Приобья можно рекомендовать сортообразцы:

Среднеранние и ранние – Росинка 1, Энита, Ленинградская 97, Устя, Новосибирская 31, Алтайская 65 и Новосибирская 15;

Среднеспелые – Прохоровка, Омская кормовая, Шортандинка 125, Тулеевская, Аму 65500, Баганская 51;

Среднепоздние – Омская 24 и Сибирская 17.

Библиографический список

Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., 1985. – 351 с.

УДК 633.11

Л.Я. Плотникова, А.А. Отт,
М.В. Семеренко, Л.А. Городецкая
Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования Омский государственный аграрный университет имени А.П. Столыпина

Характеристика хозяйственно-ценных признаков пшенично-пырейных гибридов различных поколений

Отдаленная гибридизация позволяет только улучшать сорта существующих культурных растений, а также создавать новые виды растений. Однако на пути создания новых сортов встречается много трудностей. Главные из них: 1) нескрещиваемость систематически далеко отстоящих друг от друга форм; 2) различная степень стерильности гибридов при отдаленных скрещиваниях; 3) слабая изученность наследственной передачи основных ценных свойств и признаков (Цицин, 1979).

В настоящее время для расширения генофонда пшеницы широко используются дикие виды растений, которые являются донорами устойчивости к болезням, а также стрессовым факторам среды. С учетом трудоемкости и осуществимости переноса генетического материала в геном пшеницы виды злаков были условно разделены на так называемый первичный, вторичный и третичный генофонд (Friebe et al., 1996). К первой группе относятся виды, перенос генов между которыми можно достигнуть посредством прямой гибридизации – виды пшеницы и эгилопсов с A, B, D-геномами. Вторичный генофонд содержит близкородственные пшенице виды рода Aegilops L., у которых хотя бы один из геномов гомологичен одному из геномов мягкой пшеницы. Перенос генов из этих видов в мягкую пшеницу возможен, но затруднен. Наиболее сложна работа с третичным генофондом, в который входят виды злаков, содержащие геномы, гомеологичные пшеничным – виды рода Aegilops, а также более отдаленные виды, принадлежащие родам, Secale, Haynaldia, Hordeum.

Работы по скрещиванию видов пырея рода Agropyron с пшеницей были начаты в Главном ботаническом саду РАН под руководством академика Н. В. Цицина, полученные ими формы были названы пшенично-пырейными гибридами (ППГ). ППГ были использованы для создания зерново-кормовых форм, а также зимостойких сортов пше-

ницы (Цицин, 1979). Работы в этом направлении ведутся за рубежом США, Канада, Австралия, Венгрия, Англия (Lammer et al., 2003).

Создание сортов на основе ППГ – сложная задача, так как хозяйственно- ценные признаки сопряжены с нежелательными свойствами диких видов, при получении ценного селекционного материала осуществляют длительные циклы возвратных скрещиваний (беккроссов) (Крупнов, Сибикеев, 2005). Для оптимального построения селекционного процесса необходимо представлять основные закономерности формирования свойств в поколениях ППГ, а также вклад сортов пшеницы в эти процессы. В связи с этим задачей работы: было выявить закономерности морфогенеза в поколениях ППГ, созданных на основе разных сортов пшеницы.

ППГ были созданы в лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина (г. Омск) под руководством Г.М. Серюкова в 1997-2010 гг. В процессе создания ППГ были получены межвидовые гибриды между твердой пшеницей Triticum durum Desf. сорта Алтайская Нива с A. elongatum; затем их скрестили с сортом мягкой пшеницы *T. aestivum* L. Пиротрикс 28. Полученные растения прошли семь циклов самоопыления, из них были получены стабильные формы с яровым образом жизни. В дальнейшем были проведены беккроссы с сортами мягкой пшеницы Чернява 13 и Соната (поколения B_1 и B_3). Тип колоса определяли по методике В.Ф. Любимовой (Любимова, 1979) (пырейный, пырейно-промежуточный, промежуточный, пшенично-промежуточный, пшеничный). В качестве стандартов использовали среднеспелые сорта Чернява 13 и Соната.

В данной статье представлены данные по исследованию различных поколений ППГ в полевых условиях лесостепной зоны Западной Сибири (г. Омск) в 2011 г. Сезон отличался высокими температурами и недобором осадков в первой половине вегетации и пониженными температурами в течение августа и сентября. Метеорологические условия способствовали увеличению вегетационного периода, формированию высокой продуктивности растений, а также развитию листовых болезней во второй половине вегетации.

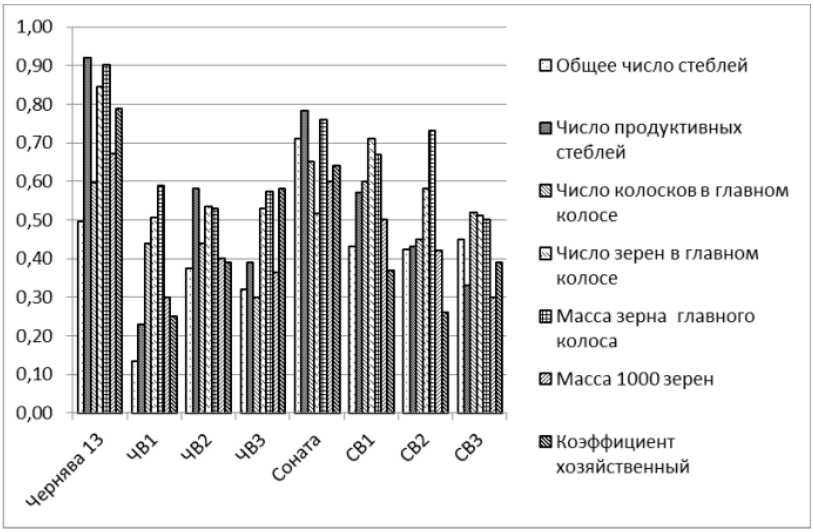
Исследовали длину вегетационного периода и определяли наиболее важные признаки, влияющие на продуктивность растений ППГ. Для этого был проведен структурный анализ индивидуальных растений ППГ по стандартным методикам. Результаты были обработаны с помощью однофакторного дисперсионного анализа, были определены коэффициенты вариации и корреляции, средние значения ошибки признаков проводили по (Доспехов, 1986).

Показатели хозяйственно-ценных признаков пшенично-пырейных гибридов

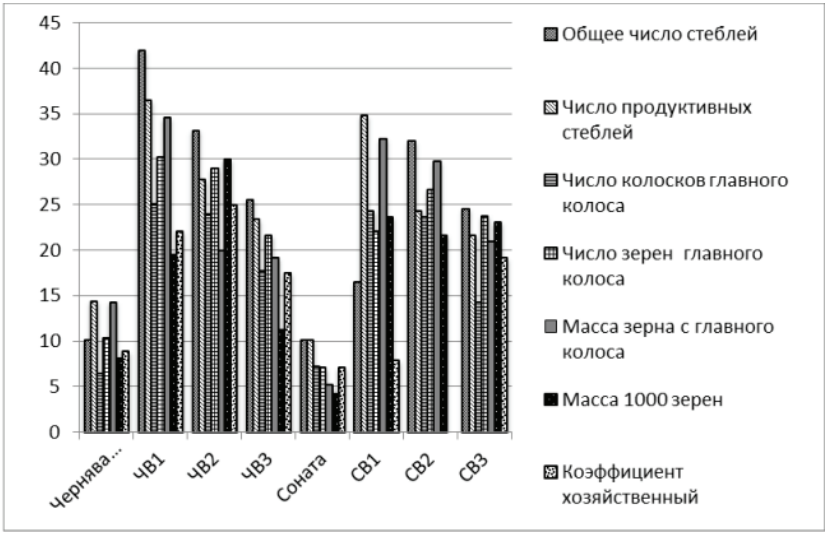
Образец	Вегетационный период, сут.	Число стеблей, шт.		Число, шт.		Масса, г			Коэффициент хозяйственный, %	Доля растений с пшеничным типом колоса, %
		общее	продуктивных	колосков главного колоса	зерен главного колоса	зерна главного колоса	1000 зерен	зерна с растения		
Чернява 13	80	1,96	1,75	15,16	30,44	1,17	38,32	1,93	0,43	100
$ЧВ_1$*	109	3,28	2,34	14,51	28,40	0,89	22,48	1,22	0,27	0
$ЧВ_2$	108	4,67	4,28	14,44	31,06	1,11	25,78	1,51	0,31	40
$ЧВ_3$	107	2,64	2,24	14,88	32,44	1,10	28,98	1,47	0,36	82
Соната	83	2,10	1,90	15,28	32,92	1,39	42,31	2,36	0,53	100
$СВ_1$**	113	3,50	2,75	14,50	29,50	0,69	19,82	1,04	0,25	0
$СВ_2$	112	3,94	2,88	12,44	24,75	1,06	25,29	1,44	0,35	60
$СВ_3$	110	3,48	2,50	14,29	25,76	1,13	31,90	1,85	0,39	93
Agropy ron elonga tum	много-летний	8,23	6,01	15,43	10,01	0,25	10,2	0,28	0,09	0
$НСР_{0,05}$	-	0,52	0,46	1,15	1,21	0,11	1,23	0,35	0,17	-

Примечание. * - $ЧВ_1$-$ЧВ_3$ – беккроссы с сортом Чернява 13; ** - $СВ_1$-$СВ_3$ – беккроссы с сортом Соната.

а



б



Коэффициенты вариации и корреляции хозяйственно-ценных признаков Agropyron elongatum сортов пшеницы и ППГ, а – коэффициент вариации, б – коэффициент корреляции. $ЧВ_1$-$ЧВ_3$ – беккроссы с сортом Чернява 13; $СВ_1$-$СВ_3$ – беккроссы с сортом Соната

Эксперименты показали, что, по сравнению с сортами мягкой пшеницы, все ППГ имели очень длинный вегетационный период, он пре-

вышал вегетационный период среднеспелых сортов Сонаты и Чернява 13 на 22-28 дней. После беккроссов наблюдалось постепенное уменьшение вегетационного периода, после В3 он составил 107 дней с сортом Чернява 13 (таблица).

В результате полевых наблюдений и структурного анализа были получены данные о тенденциях изменения морфологических признаков ППГ. У пырея отмечена большая кустистость растений (6 стеблей), колос с мелкими семенами, с небольшим количеством зерен и ломкий, часть этих признаков передается ППГ. В процессе скрещиваний изменялся общий габитус растений. После серии беккроссов у ППГ общее количество стеблей сокращалось до 2,6-4,5, а продуктивных – до 2,6-3,5. Количество стеблей (общее и продуктивных) интенсивнее снижалось в потомстве сорта Чернява 13.

Растения после первого беккросса имели пырейный тип колоса. После третьего беккросса в потомстве появлялись растения с промежуточным фенотипом, а также с пшеничным типом колоса. Форма колоса быстрее изменялась при скрещивании с сортом Соната. Для пырея удлиненного, а также ППГ первых поколений были характерны мелкое зерно и малая озерненность колосьев. Так, количество зерен в главном колосе пырея удлиненного было в 3,3-4 раза меньше, чем в колосьях сортов мягкой пшеницы, а масса 1000 зерен была меньше в 1,2-2 раза. Очевидно высокая масса 1000 зерен некоторых ППГ объясняется более длительным вегетационным периодом, чем у пшеницы.

Для характеристики разнообразия гибридов был рассчитан коэффициент вариации. В наших опытах стандартами являлись высокопродуктивные среднеспелые сорта Чернява 13 и Соната. По всем показателям коэффициент вариации у сортов Чернява 13 и Соната изменялся в пределах от 6,5 до 14,42, что объясняется модификационной изменчивостью растений (рисунок).

Наиболее стабильными были признаки числа продуктивных стеблей, количество колосков главного колоса, коэффициент хозяйственный. Проведенные исследования показали, что у ППГ наблюдались значительные вариации в проявлении признаков. Наиболее изменчивыми были число стеблей (общее и продуктивных), число зерен главного колоса, масса зерна главного колоса, масса зерна с растения. В третьем поколении снижалась изменчивость по числу колосков главного колоса и массе 1000 зерен.

В целом у гибридов коэффициент вариации в некоторых случаях был равен показателю сортов стандартов, но есть показатели, которые

существенно превышали стандарты, это говорит о разном распределении генетического материала. Наиболее варьирующий признак у гибридов число зерен в главном колосе, масса зерна с главного колоса, а также число продуктивных стеблей. После третьего беккросса коэффициент вариации существенно снижается, но разнообразие ППГ было достаточно для отбора перспективных форм по отдельным признакам.

Для определения связи продуктивности с основными показателями был проведен корреляционный анализ, у сортов-стандартов высоко значимыми была связь продуктивности растений с числом продуктивных стеблей, числом зерен в главного колоса, массой зерна главного колоса, коэффициентом хозяйственным (r = 0,68-0,92)

Средняя продуктивность растений и масса 1000 зерен у некоторых форм была сравнима со стандартами. По показателю число зерен главного колоса, масса 1000 зерен, масса зерна с растения сорт Чернява 13 и ее гибриды превышают сорт Соната.

Полученные нами результаты подтверждают ранее полученные данные о том, что для получения ППГ, близких по фенотипу и продуктивности к мягкой пшенице, нужна длительная селекция. По данным В.Ф. Любимовой (Любимова, 1979), нужно не менее 6 беккроссов для получения растений с пшеничным типом колоса. В наших опытах такие растения появились ранее, после 3-го беккросса. Вероятно, этому способствовало то, что перед этим в течение нескольких поколений проводилось самоопыление промежуточных гибридов, что способствовало стабилизации генотипа.

ППГ было достаточно для отбора перспективных форм.

Наши результаты показали, что по показателям длины вегетационного периода, озерненности главного колоса, массы 1000 зерен, продуктивности растений нужна дальнейшая селекционная работа. Однако, после третьего поколения можно получать формы с пшеничным фенотипом и крупным зерном. Наблюдались различия в донорных способностях сортов мягкой пшеницы передавать отдельные хозяйственно-ценные признаки ППГ. В связи с этим для более эффективной передачи работы с ППГ необходимо подбирать сорт мягкой пшеницы для скрещиваний.

Библиографический список

1. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1986. – 338 с.

2. *Крупнов В.А., Сибикеев С.Н.* Чужеродные гены для улучшения мягкой пшеницы // Идентифицированный генофонд растений и селекция. – СПб.: ВИР, 2005. – С. 740-757.
3. *Любимова В.Ф.* Цитогенетические механизмы развития формообразовательного процесса у пшенично-пырейных гибридов в зависимости от геномной структуры пырея, участвовавшего в скрещивании / Н.В. Цицин, В.Ф. Любимова, А.Б. Маслов, М.А. Махалин // Проблемы отдаленной гибридизации. – Москва, 1979. – С. 34-64.
4. *Цицин Н.В.* Проблемы отдаленной гибридизации / Н.В. Цицин, В.Ф. Любимова, А.Б. Маслов, М.А. Махалин // Проблемы отдаленной гибридизации. – Москва, 1979. – С. 5-20.
5. *Jones, S.S., Murray, T.D, Allan R.E.* Use of alien genes for the development of disease resistance in wheat. Annu. Rev. Phytopathol., 1995. – V.33. – P. 429-443.
6. *Lammer D., Cai X.W., Li H. Arterburn M., Chatelain J., A.Greco, S.Lyon, M.Golinik, T.D.Murray, S.S.Jones.* Utilization of Thynopyrum spp. in Breeding Winter Wheat for Disease resistance, Stress Tolerance, and Perennial Habit. In: Increasing Wheat Production in Central Asia through Science and International cooperation: Proc. 1st Central Asian Wheat Conf. Almaty, Kazakhstan, 10-13 June, 2003, Almaty, 2005. – P. 147-151.
7. Friebe B., Jiang J., Knott D.R., Gill B.S. Compensation indices of radiation-induced wheat- Agropyron elongatum translocations conferring resistance to leaf rust and stem rust // Crop Sci., 1994. – V. 34. – P. 400-404.

УДК 631.527.5:58.036.5:633.1:57.085.23

Е.П. Размахнин*, Т.М. Размахнина,
В.Е. Козлов, Н.П. Гончаров, С.Г. Вепрев
Институт цитологии и генетики СО РАН,
e-mail: eprazmakh@yandex.ru

Применение методов биотехнологии и отдаленной гибридизации для улучшения пшеницы

Для увеличения биоразнообразия и улучшения качества пшеницы селекционеры широко используют метод отдаленной гибридизации существующих сортов пшеницы с ее дикими сородичами, в частнос-

ти, с разными видами пырея (Цицин, 1981; Horovitz, 1969; Размахнин, Чекуров, 2006). В Институте цитологии и генетики СО РАН такая работа ведется около 40 лет. Исходным материалом для получения пшенично-пырейных гибридов (ППГ) послужила коллекция семян двух видов пырея *Agropyron glaucum* (Desf. ex DC) Roem. & Schult. (=syn. *Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & D. R. Dewey) и *Agropyron elongatum* (Host) Nevishi (=syn. *Thinopyrum ponticum* (Podp.) Z.-W. Liu & R.-C. Wang), собранной В.М. Чекуровым и В.М. Шепелевым в 1971 г. в Восточном Казахстане в дикорастущей популяции этих видов, росшей на возвышенном и малоснежном месте. Такие жесткие условия произрастания растений пырея обусловили, в первую очередь, наличие у них высокой морозостойкости. Пырей является перекрестноопыляющейся культурой и обладает высокой гетерозиготностью, поэтому для повышения эффективности гибридизации его с пшеницей потребовалось создание линейного материала. Начиная с фундаментальной работы индийских биологов (Guha, Mageshvari,1964), одним из эффективных биотехнологических методов получения гомозиготных линий растений является андрогенез *in vitro* (Ницше, Венцель, 1980; Nitsch, C., 1981). Даным методом были получены удвоенные гаплоиды у многих видов растений, но попытки получения гаплоидов пырея были безуспешными (Zencteler and Ponitka, 1975; Marburger and Wang., 1988).

В 1985 в ИЦиГ была начата работа по получению гомозиготных линий пырея в культуре пыльников. Первые результаты показали, что примерно из 2000 кроссбредных и инбредных растений пырея сизого менее 1% были способны образовывать гаплоидные зеленые андрогенные растения. Около 50% растений продуцировали нежизнеспособные альбиносные гаплоиды. У пырея удлиненного было проанализировано 45 генотипов, но ни в одном случае развитие зеленых гаплоидов не наблюдалось (Checurov, Razmakhnin, 1999; Размахнин, 2003). В экспериментах по скрещиванию генотипов пырея сизого, различающихся по способности к гаплопродукции зеленых растений с образцами озимой пшеницы было показано, что генотипы пырея, способные продуцировать зеленые гаплоиды в культуре пыльников, обладают лучшими гибридизационными свойствами, оцененными по завязываемости и среднему весу гибридных семян (Размахнин, 2003). Исходя из этих данных, можно предположить, что гаплоидный геном у андрогенных генотипов пырея, способных продуцировать зеленые гаплоиды, имеет меньше нарушений (мутаций), чем у неандрогенных генотипов, и это дает им преимущество при отдаленной гибридизации.

Дальнейшая наша работа велась по следующим направлениям:

1) Первое направление – совершенствование самого метода андрогенеза.

Было исследовано влияние различных фитогормонов и другие БАВ в составе питательных сред на процесс андрогенеза в культуре пыльников пырея. В результате было выявлено положительное влияние на выход андрогенных гаплоидов таких фитогормонов, как абсцизовая и гиббереловая кислоты, витаминов рибофлавин и никотиновая кислота, биопрепарата Новосил и экстракта из листьев пырея (Razmakhnin et al., 2010). Для каждого из этих веществ подобраны эффективные концентрации. Изучение влияния на андрогенез углеводных компонентов среды позволило упростить известную китайскую среду Potato II (Chuang, Ouyang, 1978), часто используемую для индукции андрогенеза. Нами показано, что картофельный экстракт в этой среде может быть заменен дисахаридом мальтозой без потери эффективности. В качестве эффективной среды для регенерации гаплоидов предложена среда оригинального состава с минимальным количеством минеральных солей, содержащая рибофлавин и экстракт листьев растений пырея, обладающих высокой способностью продуцировать зеленые гаплоиды (Razmakhnin et al., 2010).

Таким образом, результаты показывают, что разработанная нами гаплоидная технология может быть с успехом использована, во-первых – для получения чистых андро-линий пырея, во-вторых – для тестирования и отбора генотипов пырея с высокой гаплопродуктивной способностью и последующей гибридизации их с пшеницей, с целью ее улучшения.

2) Второе направление нашей работы заключалось в расширение коллекции генотипов пырея с высокой способностью к андрогенезу и создание коллекции гаплоидов и удвоенных гаплоидов пырея сизого.

Для этой цели были использованы метод андрогенеза, внутривидовая гибридизация, получение потомства от перекрестного и самоопыления и клонирование (Размахнин, 2008). К настоящему времени коллекция андро-линий и родительских растений пырея, выращиваемая в поле, составляет более 500 растений и создан большой банк семян пырея. Происходит пополнение коллекции.

3) Третьим направлением нашей работы было разработка метода экспресс-анализа морозостойкости растений пырея и пшеницы.

Так как один из признаков, который желательно передать от пырея пшенице, является морозостойкость, желательно иметь простой

и эффективный метод определения морозостойкости растений. Такой метод нами разработан (Размахнин, 2009). Он заключается в промораживании фрагментов листьев злаков, наклеенных на скотч в массивных пластинах в морозильной камере при постепенном понижении температуры, с последующим окрашиванием резорцином. Метод удобен для анализа морозостойкости молодых проростков злаков на стадии 1-3 листьев. За один рабочий день можно проанализировать до 200 образцов, причем анализируемые растения, после взятия на анализ фрагментов листьев, продолжают свой рост и дают нормальное потомство. В 2010 г. получен патент на данный метод (Размахнин и др., 2009). С помощью данного метода мы протестировали большое количество растений пырея из созданной коллекции, а также различные сорта озимой и яровой пшеницы. Были выявлены генотипы пырея с морозостойкостью, значительно превышающей морозостойкость озимой пшеницы сортов Багратионовка и Новосибирская 32, которые являются рекордсменами по морозостойкости среди озимой пшеницы и сортами-стандартами по морозостойкости на ГСУ страны (Razmakhnin, 2010).

На основании полученных результатов по вышеперечисленным направлениям исследований, можно заключить, что применение разработанных нами методов получения андрогенных растений пырея в культуре пыльников, тестирования растений пырея по способности к андрогенезу и по морозостойкости, в сочетании с классическим методом инбридинга позволило создать обширную коллекцию андрогенных линий и родительских растений пырея сизого с ценными признаками, такими как способность к гаплопродукции зеленых андрогенных растений, высокая морозостойкость, самофертильность, крупность зерновок, вегетативная мощность и хорошая скрещиваемость с пшеницей. Причем выявлены растения пырея, обладающие комплексным набором ценных признаков. Эти растения могут быть с успехом использованы в качестве доноров для передачи этих признаков пшенице, а также для создания кормовых сортов пырея (Razmakhnin, Chekurov, 2003).

4) Следующее, 4-е направление нашей работы – это отдаленная гибридизация озимой и яровой пшеницы с лучшими образцами пырея из созданной коллекции.

В 2008-2010 гг. были проведены скрещивания 20 лучших коллекционных образцов пырея с двумя сортами морозостойкой озимой пшеницы Багратионовка и Филатовка, созданными в нашей лаборато-

рии, – с сортом Паллада, который является двуручкой, а также с 5-ю сортами яровой пшеницы Саратовская 29, Новосибирская 67, Омская 37 и Казанская юбилейная и Новосибирская 20, с задачей повышения морозостойкости и увеличения биоразнообразия у получаемых пшенично-пырейных гибридов. Для беккроссов использовали растения озимой пшеницы с высокой морозостойкостью, выбранные с помощью разработанного экспресс-метода. После беккроссирования было получено более 200 семян ППГ первого и второго беккроссов с озимой и более 500 семян ППГ первого беккросса с яровой пшеницей. Полученные ППГ далее размножались в поле и в теплице. К весне 2012 г. нами получено 12700 семян от 130 гибридных комбинаций ППГ 3-го и 4-го поколений после первого беккросса. Растения разных гибридных комбинаций проявили широкую вариабельность по высоте – от 60 до 120 см; по размеру, форме и озерненности колоса – от стерильных до полностью озерненных; по средней массе 1 зерна – от 20 до 80 мг, по общей урожайности семян – от нулевой до 22 г с 1 растения. Некоторые гибридные растения отличались увеличенными размерами колоса. В качестве примера на рисунке показаны колосья сорта озимой пшеницы Филатовка и ее гибрида с пыреем.

Описанная технология создания и гибридизации высокоморозостойких андрогенных линий пырея с сортами пшеницы позволяет, во-первых, целенаправленно получать высокоморозостойкие ППГ, во-вторых, значительно повысить биоразнообразие существующих форм озимой и яровой пшеницы и, в-третьих, значительно сократить сроки получения многочисленных линейных форм ППГ.

Колосья озимой пшеницы Филатовка и пшенично-пырейного гибрида Филатовка Ч *Ag. glaucum*, 3-го поколения после беккросса

5) Пятое направление – исследование влияния экстракта из листьев и самих листьев андрогенных и морозостойких форм пырея на продуктивность и морозостойкость пшеницы.

После обнаружения положительного воздействия экстракта из листьев пырея на андрогенез *in vitro* (Razmakhnin et al., 2010), нами были проведены исследования влияния экстракта, выделенного из листьев растений пырея с высокой морозостойкостью и высокой способностью к андрогенезу на рост, развитие и морозостойкость растений пшеницы. Было показано повышение морозостойкости у проростков различных сортов яровой и озимой пшеницы при обработке экстрактом (Razmakhnin, 2010). В дальнейших исследованиях удалось достичь увеличения морозостойкости пшеницы при использовании разрабатываемого нами метода листовой «няньки». Метод заключается в проращивании семян пшеницы в плотном контакте с живыми листьями морозостойких растений пырея при низких температурах (Размахнин и др., 2007; Razmakhnin, 2010). Полученные растения в 5-10% случаев обладали намного большей морозостойкостью, чем контрольные проростки, выращенные вне контакта с листьями пырея. При созревании полученных морозостойких растений в ряде случаев было отмечено увеличение элементов продуктивности и изменение морфологии колосьев, которые приобретали ярко выраженную остистость. В настоящее время проводится размножение и дальнейшее исследование полученного материала.

Заключение

Разработка метода получения гаплоидов пырея, метода тестирования генотипов пырея по способности к андрогенезу и метода экспресс-анализа морозостойкости растений злаковых позволила создать уникальную коллекцию генотипов пырея сизого с ценными для селекции свойствами. Растения пырея из созданной коллекции используются в широкомасштабной гибридизации с различными сортами озимой и яровой мягкой пшеницы с целью передачи им полезных признаков, таких как высокая морозостойкость, устойчивость к болезням, высокое содержание белка и клейковины в зерне, многолетность и др. (Razmakhnin, Chekurov, 2003).

Растения пырея из созданной коллекции могут быть использованы для создания кормовых сортов пырея. Разрабатывается новое направление для передачи признака «высокая морозостойкость» от пырея пшенице методом «листовой няньки». С применением этого метода получены высокоурожайные морозостойкие ЛН-линии пшеницы.

Библиографический список

1. *Ницше В., Венцель Г.* Гаплоиды в селекции растений. – М.: Колос, 1980. – 128 с.
2. *Размахнин Е.П.* Закономерности гаплопродукции в культуре пыльников пырея сизого *Agropyron glaucum* (Desf.): автореф. дис. …канд. биол. наук. – Новосибирск, 2003.
3. *Размахнин Е.П., Чекуров В.М.* Пути повышения морозостойкости пшеницы // Фактори експериментальноі еволюціі організмів. Зб. наук. пр. / За ред. М.В. Роіка. – К.; КВЦ, 2006. – С. 154-159.
4. *Размахнин Е.П., Размахнина Т.М., Чекуров В.М.* Воздействие экстрактом из листьев пырея сизого увеличивает интенсивность роста и морозостойкость растений пшеницы // Материалы V Междунар. научной конференции «Регуляция роста, развития и продуктивности растений» (Минск, 28-30 ноября, 2007 г.). – Минск, 2007. – С. 167.
5. *Размахнин Е.П.* Генофонд пырея сизого как источник расширения биоразнообразия пшеницы // Информационный вестник ВОГиС. – 2008. – Т. 12, № 4. – С. 701-709.
6. *Размахнин Е.П., Размахнина Т.М., Чекуров В.М., Козлов В.Е.* Способ определения морозостойкости озимых зерновых культур. Патент №2370942, Приоритет изобретения 04.06.2008. Опубликовано 27.19.2009. Бюл. №30.
7. *Цицин Н.В.* Озимые пшенично-пырейные гибриды // Теория и практика отдаленной гибридизации. – М.: Наука, 1981. – 160 с.
8. Chekurov V.M., Razmakhnin E.P. Effect of inbreeding and growth regulators on the in vitro androgenesis of wheatgrass, *Agropyron glaucum* // Plant Breeding. 1999. Vol. 118. P. 571-573.
9. Chuang Ch.-Ch., Ouyang T.-W. A set of potato media for wheat anther culture // Proceed. Symp. on Plant Tissue Culture. Peking: Sci. Press, 1978. P. 51-56.
10. Guha S., Mageshvari S. In vitro production of embryos from ahther of Datura // Nature. 1964. Vol. 204. № 4957. P. 497.
11. Horovitz N. Breeding of hybrids between Triticum and Agropyron species. // Boletin Genetico. Instituto de Fitotechia. Castelav, 1969. № 6. P. 11-19.
12. Marburger, J.E., and R.R. Wang, 1988: Anther culture of some perennial Triticeae. Plant Cell Reports 7, 313-317.

13. Nitsch, C., 1981: Plant Tissue Cultures. Methods and Applications in Agriculture. Trevore A. Thorpe (ed.). Academic
14. press, 241.
15. Razmakhnin E.P., Chekurov V.M. Development of haploid biotechnology for wheatgrass
16. *Agropyron glaucum* (Desf.) // Abstr. 1st Central-Asian Wheat Conference. Almaty, June 10-13, 2003. P. 524.
17. Razmakhnin E.P. Transfer of the character of frost resistance from the wheatgrass to wheat by the method of leaf nurse // Abstr. of International Conference "Plant Genetics, Genomics and Biotechnology". Novosibirsk, June 07-10. 2010. P. 75.
18. Razmakhnin E.P., Razmakhnina T.M., Kozlov V. E. Influence of medium, physical and genetic factors on haplomorphogenesis in anther culture of the wheatgrass *Agropyron glaucum* (Desf.) // Abstr. of International Conference "Plant Genetics, Genomics and Biotechnology", Novosibirsk, June 07-10. 2010. P. 76.
19. Zencteler, M., and Ponitka, 1975: Induction of androgenetic embryoids in the in vitro cultured
20. Anthers of several species. Experientia, 31. P. 289-291.

УДК 635.21.632.38.631.53.01

Т.В. Рябцева, В.И. Куликова, Е.А. Иванова
ГНУ Кемеровский НИИСХ Россельхозакадемии

Применение ингибиторов вирусов при оздоровлении картофеля

Современные методы оздоровления – метод культуры ткани меристемы, методы ускоренного размножения, методы диагностики позволяют создавать исходный материал, свободный от вирусной и бактериальной инфекции, который используется в системе семеноводства [1]. Для повышения оздоравливающего эффекта метода культуры тканей его сочетают с химиотерапией [2]. Химиотерапия в технологии оздоровления предусматривает использование веществ, обладающих антивирусными свойствами.

Цель работы – провести изучение и изыскание наиболее эффективных биотехнологических приемов оздоровления, ускоренного размножения исходного материала, обеспечивающие сохранение генофонда картофеля.

Условия и методика исследований

Исследования проводились в отделе селекции и семеноводства картофеля Кемеровского НИИСХ, в 2011, 2012 гг. путем постановки опытов в лабораторных условиях.

Объекты исследований – ингибиторы вирусов картофеля Виразол, Хитозан, сорта картофеля, пораженные вирусами в культуре in vitro: Тулеевский – а) Y, б) X, S, M; Удалец – а) Y, б) X, S, M; Розара – а) S, б) S, Y, A; Красавчик – (X, S, M); Сирень – (X, S, M, Y); Каменский – M.

Визуальную оценку роста и развития растений в культуре in vitro проводили по методике ВНИИКХ [3]. Диагностику вирусных и бактериальных болезней проводили по методическим рекомендациям Кемеровского НИИСХ, регистрация результатов фотоколориметрическим методом. Оптическое поглощение для положительных проб должно минимум в три раза превышать поглощение для отрицательных проб [4].

Результаты исследований

Эффективность оздоровления зависит от многих факторов: особенностей сорта, исходной зараженности растений вирусами, размеров вычленяемого эксплантa и т.д. Важным звеном в технологии оздоровления является подбор оптимальных питательных сред, способствующих успешной регенерации меристем.

В проведенных опытах меристемы изучаемых сортов по-разному отреагировали на применение в питательной среде ингибиторов вирусов (табл. 1). В рост тронулись меристемы, вычлененные с клубней, пораженных только одним вирусом, на различных вариантах опыта у сортов: Тулеевский и Розара при добавлении в питательную среду Хитозана в концентрации 0,01% и 0,1% соответственно, Удалец с добавлением Виразола 0,01% и выход меристем составил 33,3%. Другие меристемы изучаемых сортов и вариантов не тронулись в рост.

Основной метод ускоренного размножения – микроклональное черенкование in vitro (в стерильных условиях на искусственной питательной среде). Главное требование к среде – обеспечение высокого коэффициента размножения, т.е. максимального выхода растений из микрочеренков в минимальные сроки.

За время проведения исследований из семи вариантов опыта на всех сортах хорошее развитие растений в культуре in vitro наблюдалось при добавлении в питательную среду Хитозана в концентрации 0,05%; увеличивалась высота растений до 22,4% и число междоузлий до 1,3 штуки, уменьшалось количество нестандартных растений (ветвистых) на 4,9-28,8%. Также отмечено оптимальное развитие рас-

тений (увеличение высоты растений, количества междоузлий, снижение выбракованных растений) и на других вариантах у сортов: Красавчик – при добавлении в питательную среду Хитозана в концентрации 0,1%, 0,01%; Каменский – питательная среда с Хитозаном 0,1%; Сирень – Хитозан 0,01% (табл. 2).

Таблица 1

Количество меристем, тронувшихся в рост, %

Вирусы, содержащиеся в клубнях	Питательная среда с использованием ингибиторов вирусов						
	Контроль без ингибиторов	Виразол 0,1 %	Виразол 0,05 %	Виразол 0,01 %	Хитозан 0,1 %	Хитозан 0,05 %	Хитозан 0,01 %
Тулеевский							
Y	0	0	0	0	0	0	33,3
(X+S+M),Y	0	0	0	0	0	0	0
Удалец							
Y	0	0	0	33,3	0	0	0
(X+S+M)	0	0	0	0	0	0	0
Розара							
S	0	0	0	0	33,3	0	0
S, Y, A	0	0	0	0	0	0	0

Применение противовирусного препарата Виразол отрицательно сказалось на развитии растений в культуре in vitro. Расчеренкованные растения не давали побегов из пазухи листа и корешков при добавлении в питательную среду препарата в концентрации 0,1% на всех сортах уже при первом черенковании.

При дальнейшем черенковании на всех вариантах с применением Виразола растения не развивались у сорта Каменский. При микроклональном размножении растений, пораженных вирусами, на питательной среде без добавления ингибиторов вирусов (контроль) увеличивается количество выбракованных растений (имеющих несколько стеблей) от 11,6 до 28,8%.

После посадки растений, пораженных патогенами, на питательную среду с добавлением ингибиторов вирусов, и каждого черенкования проводили анализ на пораженность вирусами методом иммуноферментного анализа с фиксированием результатов анализов фотометром.

Результаты иммуноферментного анализа показали, что действие препарата Хитозан на растениях сорта Красавчик полностью подавило вирусную инфекцию PVS и PVM (табл. 3). Однако оптическая плотность проб на вирусе PVX после первого черенкования значи-

тельно уменьшилась на всех вариантах опыта с добавлением в питательную среду ингибиторов на 37,5-63,7%, но после второго черенкования наблюдается обратная реакция, оптическая плотность проб увеличилась и стала на уровне контроля.

Таблица 2

Характеристика растений in vitro при использовании различных доз ингибиторов вирусов в питательной среде

Вариант	Первое черенкование			Второе черенкование			Среднее за 2011-2012 гг.		
	высота растений, см	кол-во междоузлий, шт.	выбраковано растений, %	высота растений, см	кол-во междоузлий, шт.	выбраковано растений, %	высота растений, см	кол-во междоузлий, шт.	выбраковано растений, %
Красавчик									
Контроль	9,2	5,7	66,7	8,5	6,6	78,3	5,9	5,2	45,0
Виразол 0,1 %	Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0
Виразол 0,05 %	3,0	2,0	66,7	Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0
Виразол 0,01 %	8,0	6,0	30,0	Не развиты*		100,0	5,6	3,9	34,1
Хитозан 0,1 %	2,5	1,5	71,0	6,0	5,0	50,0	7,2	5,0	25,7
Хитозан 0,05%	5,0	3,7	73,5	5,0	4,0	23,7	7,6	5,3	16,2
Хитозан 0,01 %	4,5	2,0	50,0	9,5	5,0	22,4	7,6	4,4	21,7
Каменский									
Контроль	10,5	6,0	48,0	11,0	7,5	75,0	8,2	4,4	34,2
Виразол 0,1 %	Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0
Виразол 0,05 %	2,2	2,0	26,0	Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0
Виразол 0,01 %	4,0	2,0	73,0	Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0
Хитозан 0,1 %	13,5	3,7	50,0	13,0	7,0	27,0	9,9	5,2	33,9
Хитозан 0,05 %	7,8	4,0	25,0	9,8	7,3	21,1	8,7	5,7	31,2
Хитозан 0,01 %	Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0
Сирень									
Контроль	7,3	4,5	33,6	7,4	5,4	61,8	7,2	5,6	31,7
Виразол 0,1 %	Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0
Виразол 0,05 %	Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0
Виразол 0,01 %	4,5	3,0	75,0	Не развиты*		100,0	3,8	2,3	62,5
Хитозан 0,1 %	Не развиты*			Не развиты*		100,0	Не развиты*		100,0
Хитозан 0,05 %	6,0	3,0	32,9	11,5	7,5	24,6	8,1	5,1	26,8
Хитозан 0,01 %	4,8	1,5	34,6	6,3	5,0	22,8	7,6	5,1	20,1

* Из пазухи листа не развивается побег и нет корешков.

Таблица 3

Результаты иммуноферментного анализа

Вариант	Проведение анализа	Оптическая плотность проб, по сортам и вирусам											
		Красавчик				Сирень						Каменский	
		S	±к 2 х отр. контр.	M	±к 2 х отр. контр.	X	±к 2 х отр. контр.	S	±к 2 х отр. контр.	Y	±к 2 х отр. контр.	M	±к 2 х отр. контр.
Контроль	Посадка растений	0,68	+0,59	0,43	+0,32	0,27	+ 0,13	0,34	+0,26	0,22	+0,14	0,43	+0,32
	1-е черенкование	0,39	+0,12	0,35	+0,02	0,30	+ 0,04	0,30	+0,02	0,26	+0,02	0,39	+0,06
	2-е черенкование	0,49	+0,27	0,63	+0,34	0,25	+ 0,06	0,26	+0,04	0,38	+0,19	0,60	+0,31
Хитозан 0,1%	Посадка растений	0,68	+0,59	0,44	+0,32	0,27	+ 0,13	0,34	+0,26	0,22	+0,14	0,43	+0,32
	1-е черенкование	0,19	- 0,07	0,15	- 0,17	0,18	- 0,08	0,22	- 0,06	0,19	-0,05	0,20	-0,13
	2-е черенкование	0,13	- 0,08	0,13	- 0,15	-	-	-	-	-	-	0,16	-0,13
Хитозан 0,05%	Посадка растений	0,68	+0,59	0,43	+0,32	0,27	+ 0,13	0,343	+ 0,26	0,22	+0,14	0,43	+0,32
	1-е черенкование	0,19	- 0,07	0,16	- 0,17	0,19	- 0,08	0,23	- 0,05	0,21	-0,04	0,37	+0,01
	2-е черенкование	0,17	- 0,44	0,19	- 0,09	0,16	- 0,04	0,13	- 0,09	0,15	-0,04	0,56	+0,28
Хитозан 0,01%	Посадка растений	0,68	+0,59	0,43	+0,32	0,27	+0,13	0,34	+0,26	0,22	+0,14	0,43	+0,32
	1-е черенкование	0,18	-0,08	0,20	-0,12	0,20	- 0,07	0,16	- 0,11	0,15	- 0,10	0,43	+0,10
	2-е черенкование	0,14	-0,07	0,19	-0,09	0,16	-0,05	0,15	-0,07	0,14	-0,05	-	-

При выращивании растений сорта Сирень на питательной среде с добавлением ингибиторов вирусов после первого черенкования отмечено снижение оптической плотности исследуемых проб на всех вирусах по результатам иммуноферментного анализа. После второго черенкования растения полностью были свободны от вирусов PVS, PVX, PVY. Применяемые противовирусные препараты не подавили развитие вируса PVM, так как наблюдалось увеличение оптической плотности исследуемых образцов.

Растения сорта Каменский, выращенные на питательной среде с добавлением Хитозана в концентрации 0,1%, полностью оздоровились от вирусов PVM, что подтвердили результаты иммуноферментного анализа, хотя на других вариантах опыта с применением этого препарата наблюдалось увеличение оптической плотности исследуемых образцов.

При дальнейшем выращивании картофеля в культуре in vitro на питательной среде с добавлением противовирусных препаратов, растения, показавшие отрицательную реакцию на вирусы по результатам ИФА, активация вирусной инфекции не наблюдалась.

Заключение

При изучении доз ингибиторов вирусов в питательной среде выявлены оптимальные для успешной регенерации меристем. Выход здоровых растений составил на изучаемых сортах: Тулеевский (хитозан 0,01%), Розара (хитозан 0,1%), Удалец (виразол 0,01%) – 33,3%.

Питательная среда с добавлением Хитозана в концентрации 0,05% обеспечивает максимальный выход растений из микрочеренков в минимальные сроки на сортах: Красавчик – 4,0 шт.; Каменский – 7,0 шт.; Сирень – 7,5 шт.

Выращивание растений картофеля изучаемых сортов, пораженных вирусами, в культуре in vitro с применением ингибитора вирусов хитозан позволило освободить от вирусов Красавчик (концентрация 0,1% и 0,05%, 0,01%) – PVS, PVM; Каменский (концентрация 0,1%) – PVM; Сирень (концентрация 0,05% и 0,01%) – PVS, PVX, PVY.

Библиографический список

1. *Куликова В.И., Рябцева Т.В., Ходаева В.П.* Воспроизводство оздоровленного материала картофеля в различных агроэкологических зонах Кузбасса // Развитие научного наследия Н.И. Вавилова на современном этапе: материалы междунар. науч. конф., посвящ.

120-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова / Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2009. – С. 131-138.

2. *Полухин Н.И., Мызгина Г.М.* Влияние противовирусных препаратов на инактивацию вирусной инфекции картофеля в пробирочной культуре // Адаптивные системы селекции и семеноводства: сб. науч. тр. / Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. СибНИИРС. – Новосибирск, 2008. – С. 88-90.
3. *Методы* оценки оздоровленных сортов и меристемных линий в элитном семеноводстве картофеля / НИИКХ. – М., 1991. – 39 с.
4. *Диагностика* вирусных и бактериальных болезней картофеля в оригинальном семеноводстве: метод. рекомендации / Сост. В.И. Куликова и др.; Сиб. отд-ние РАСХН, ГНУ Кемеровский НИИСХ. – Кемерово: «Кузбассвузиздат», 2004. – 24 с.

УДК 632.938.1:633.14

А. Б. Сайнакова
ГНУ СибНИИСХиТ Россельхозакадемии

Оценка устойчивости сортообразцов озимой ржи к снежной плесени

Озимая рожь в России вторая хлебная культура после пшеницы – выращивается на 3,5 млн га [1]. Благодаря своим биологическим особенностям посевы ржи в нашей стране продвинулись далеко на север [2].

Среди зерновых культур занимает первое место по зимостойкости, тем не менее проблема гарантированной перезимовки посевов еще существует и требует своего решения. Основная причина гибели или изреживание посевов ржи в Томской области – выпревание, обусловленное поражением растений грибами снежной плесени. Наиболее распространенным и вредоносным возбудителем снежной плесени в области является широко специализированный холодостойкий факультативный паразит – гриб *Fusarium nivale Ces*. Но нередко на растениях развиваются и другие грибы рода *Fusarium – F. avenaceum Fr., F. culmorum Sm., F. graminearum Schwabe* наиболее теплолюбивые, которые уже вторично поселяются на больных растениях.

Поражение посевов озимой ржи возбудителем *F. nivale* приводит к снижению продуктивности растений, к снижению массы 1000 семян, больное зерно становится щуплым, потери урожая могут достигать более 50%, а выпады могут составлять до 20% [3, 4].

Современные меры борьбы с выпреванием посевов состоят в применении фунгицидов, которые подавляют рост и развитие патогенных грибов. Наиболее эффективный путь борьбы со снежной плесенью (*F. nivale*) – выведение устойчивых к ней сортов.

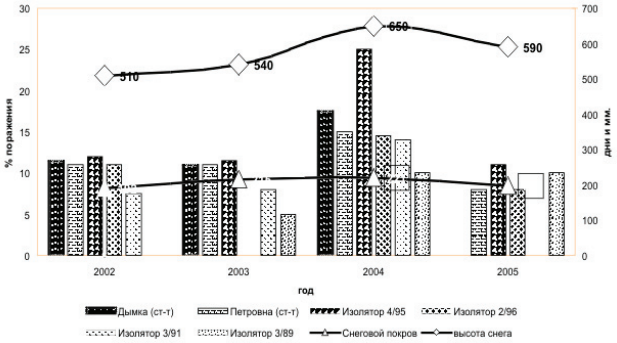
Исследования проведены в течение 2002-2005 гг. в Нарымском отделе ГНУ СибНИИСХиТ СО Россельхозакадемии. Оценку селекционного материала проводили в питомнике конкурсного сортоиспытания, в период исследований было изучено более 20 изолятов ржи. В задачу наших исследований входило изучить исходный материал и выделить из них перспективные образцы относительно болезнеустойчивости для использования их в дальнейшей селекционной работе.

Оценка степени развития болезни проводилась в естественных полевых условиях. Учет болезни и ее распространение проводили по методике А.Е. Чумакова и Т.И. Захаровой [5]. Погодные условия в период исследований способствовали выпреванию посевов, что позволило оценить селекционный материал ржи на восприимчивость к возбудителю *F. nivale*. Толщина снежного покрова достигала от 51 до 65 см, а местами более 100 см. Период нахождения культуры под снежным покровом составлял от 192 до 221 дней. На территории Томской области погодные условия часто складываются так, что период таяния снега затягивается, что в свою очередь благотворно влияет на развитие и распространение гриба *F. nivale*. В Томской области эпифитотия снежной плесени встречается 1-2 раза в 10 лет [6, 7].

Результаты исследований

В результате проведенных исследований нами установлено ежегодное поражение растений озимой ржи снежной плесенью. Доминирует гриб *F. nivale*. Симптомы поражения наблюдали ранней весной сразу после таяния снега в фазу отрастания. На листьях появлялись водянистые пятна, а затем паутинистый налет розового цвета. Постепенно пораженные листья склеивались, теряли зеленую окраску и постепенно отмирали.

В годы исследований эпифитотии данного заболевания не наблюдалось. Максимальное поражение растений озимой ржи отмечено в 2004 г., это связано с тем, что природно-климатические условия складывались благоприятно для развития заболевания. Весна была ранняя и затяжная, с частым понижением температуры, снежный покров сохранялся в течение нескольких месяцев. На развитие заболевания оказывает влияние высота снежного покрова ($r=0,72\pm0,21$) и продолжительность периода его залегания ($r=0,57\pm0,14$), чем выше высота снежного покрова и длиннее период нахождения растений под снегом, тем выше степень поражения озимой ржи снежной плесенью (рисунок).



Зависимость развития снежной плесени от высоты снежного покрова и продолжительности его залегания

Поражение озимой ржи снежной плесенью в питомнике КСИ (2002-2005 гг.)

Наименование сорта, изолята	Год				Среднее
	2002	2003	2004	2005	
Дымка (стандарт)	11,5	11,0	12,0	-	11,5
Петровна (стандарт)	11,0	11,0	15,0	8,0	11,2
Изолят 4/95	12,0	11,5	25,0	11,0	14,8
Изолят 2/96	11,0	-	14,5	10,5	11,9
Изолят 3/91	7,5	8,0	14,0	-	9,8
Изолят 3/89	-	5,0	10,0	10,0	8,3

Селекционный материал по озимой ржи оценен как слабовосприимчивый. Максимальное поражение снежной плесенью отмечено на изоляте 4/95 в 2004 г. – (25,0%). В период изучения выделили изоляты, которые в меньшей степени восприимчивы к *F. nivale* – 3/91 и 3/89, степень поражения варьировала от 7,5-14,0% и от 5,0-10,0% соответственно (таблица). Изоляты 3/91 и 3/89 обладают высокой регенерационной способностью, что позволяет восстановить продуктивный стеблестой после поражения снежной плесенью.

Заболевание передается с семенами и в связи с этим мы провели анализ семян ржи. Фитопатологический анализ в питомнике конкурсного сортоиспытания показал, что сортообразцов, свободных от фитопатогенной микофлоры, нет. Наряду с этим выделены перспективные сортообразцы ржи (2/96, 3/91 и 3/89), которые менее уязвимы к инфекциям семян, чем стандартный сорт Петровна (0,5-11,5%). За годы изучения уровень инфекционной нагрузки семян у них не пре-

высил 10%. Данный показатель имеет важное значение в селекции культуры, так как отражает практическую устойчивость и высокую значимость селекционного материала для выведения новых сортов.

В результате проведенных исследований селекционного материалы озимой ржи существует возможность создания сортов, устойчивых к снежной плесени в условиях Томской области. В качестве наиболее перспективного материала для дальнейшей работы нами выделены изоляты 3/91 и 3/89.

Выводы

1. В результате проведенных исследований установлено доминирование гриба *Fusarium nivale* на растениях озимой ржи, который вызывает заболевание снежной плесенью.

2. Наибольшая вредоносность снежной плесени отмечена в весенний период в фазу отрастания растений, колебалась в пределах от 5,0 до 25,0%.

3. На развитие снежной плесени существенное влияние оказывает высота снегового покрова (r=0,72±0,21) и продолжительность периода его залегания (r=0,57±0,14).

4. В качестве наиболее перспективных образцов для дальнейшей селекции озимой ржи нами выделены изоляторы: 3/91 и 3/89. Образцы обладают высокой регенерационной способностью.

Библиографический список

1. *Пугач Н.Г.* Агробиологическая характеристика сорта озимой ржи Эра / Н.Г. Пугач, Г.И. Попов, В.Д. Кобылянский, О.В. Солодухина // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб: ВИР, 2006. – Т. 162. – С. 171-174.
2. *Белугина Н.О.* Источники хозяйственно-ценных признаков озимой ржи / Н.О. Белугина, Е.В. Блинова // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса (труды по прикладной ботанике, генетике и селекции). – СПб: ВИР, 2006. – Т. 162. – С. 166-170.
3. *Тупеневич С.М.* Выпревание озимых хлебов весной / С.М. Тупеневич // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений. – М.: Колос, 1966. – Вып. 28. – С. 126-130.
4. *Тютерев С.Л.* Протравливание семян зерновых культур / С.Л. Тютерев // Защита и карантин растений. – 2005. – № 3. – С. 90-99.

5. *Чумаков А.Е.* Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А.Е. Чумаков, Т.И. Захарова. – М.: Агропромиздат, 1990. – С. 5-88.
6. Заушинцена А.В. Болезни озимой ржи в таежной зоне Западной Сибири / А.В. Заушинцена, П.Н. Бражников, А.Б. Сайнакова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Барнаул, 2011. - № 2 (76). – С. 35-39.
7. *Сайнакова А.Б.* Иммунологический мониторинг селекционного материала озимой ржи и овса в таежной зоне Томской области / Дис. … канд. с.-х. наук: 06.01.05 / А.Б. Сайнакова. – Томск, 2011. – 195 с.

УДК 635.21:631.529(571.151)

П.П. Санаров, Т.А. Стрельцова, Т.С. Новиков
Горно-Алтайский государственный университет

Генетический мониторинг среднепоздних сортов картофеля в Горном Алтае

Генетический мониторинг коллекции картофеля в специфических условиях Горного Алтая позволяет выделять наиболее перспективные генотипы (сорта) для возделывания в конкретной экологической биосистеме. В научной литературе кроме работ исследователей ГАГУ нет сведений об изучении изменчивости продуктивности сортов картофеля в условиях Горного Алтая (Стрельцова, 2008). Поэтому целью данного научного исследования было выявление сортов, приспособленных к суровым условиям горных территорий и устойчивых к заболеваниям.

Объектами исследования служили *среднепоздние генотипы картофеля,* представлена их краткая морфобиологическая характеристика. Полигон испытания располагался в крестьянском хозяйстве «Лекарственные травы» (Майминский район). По агроклиматическому районированию территория хозяйства относится к теплообеспеченной и увлажненной зоне. Среднегодовое количество осадков 795 мм, в том числе за вегетационный период около 500 мм, из них наибольшее количество (280 мм) приходится на вторую половину лета. Сумма положительных температур выше 10° – 1860-1920, безморозный период – 115 дней, длина вегетационного периода 163.

Площадь делянок 10 м^2, повторность 4-кратная, размещение рендомизированное. Все опытные участки своевременно обрабатывались, осуществлялся необходимый уход и фитосорточистки, биометрические измерения и генетический мониторинг по количественным и качественным признакам. По завершении исследований все образцы коллекции проанализированы по следующим количественным признакам:

– продуктивность в г/куст (общая и товарная);
– урожайность в переводе на ц/га (общая и товарная);
– количество клубней на куст (общее и товарное);
– средняя масса клубней в г (крупность);
– пораженность фитофторой, паршой, сухими и мокрыми гнилями;
– пораженность проволочником и др.

После уборки урожая и санитарного периода проведены учеты количественных признаков структуры урожая, сделан анализ экспериментальных данных по элементам развития и формирования продуктивности и устойчивости генотипов к неблагоприятным факторам климата и болезням.

Полученные данные подвергались дисперсионному многофакторному анализу. Для дисперсионного анализа использовали компьютерные программы «SNEDECOR», разработанные канд. физ.-мат. наук О.Д. Сорокиным при участии д-ра биол. наук Р.А. Цильке на основе работ Д. Снедекора, П.Ф. Рокицкого и Н.Л. Удольской. Дисперсионный трехфакторный анализ результатов показал, что все варианты, отражающие изменчивость изученных признаков, обусловленных влиянием генотипов, условиями года, экологическими пунктами и взаимодействием этих трех факторов, достоверны при уровне значимости $P<0,05$.

Как показали результаты исследований (рис.1), продуктивность варьировала от 400 г/куст (Кетский) до 1600 (образец Мосрост). У большинства сортов (Лазарь, Ласунок, Зарево, Пунтилла) продуктивность составила около 600 г/куст, у сортов Лорх, Негритянка и образца М-13 – колебалась от 400 до 600 г/куст.

Наилучшим показателем агроклиматических ресурсов, как считают многие исследователи, является урожайность, поскольку она в интегральном виде характеризует результат использования этих ресурсов в продукционном процессе, поэтому на рис. 2 представлены данные по урожайности в пересчете на 1га.

Урожайность сортов варьировала от 15 т/га (Негритянка, М-13) до 65 т/га (Мосрост). Наиболее выделился сортообразец Мосрост, его урожайность составила более 65 т/га.

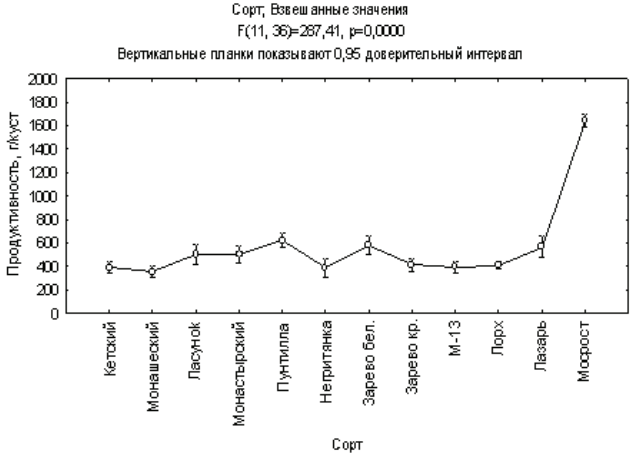


*Рис.*1. Продуктивность сортов, г/куст

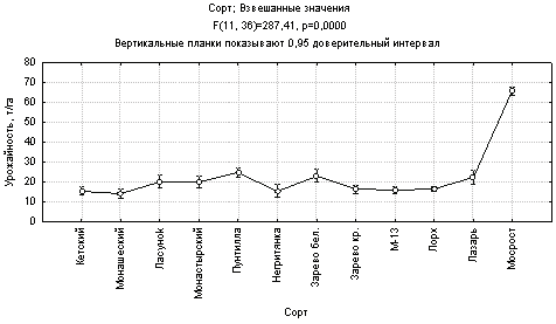


Рис. 2. Урожайность сортов, т/га

Число клубней с 1 куста в этой группе спелости варьировало (рис. 3) в зависимости от генотипа в пределах от 8 до 15. В среднем самое большое число клубней с 1 куста формировали сорта: Кетский, Монашеский, Монастырский, а наименьшее – Негритянка, М-13, Лазарь.

Как показали результаты исследований, средняя масса 1 клубня в граммах (крупность) у растений картофеля из этой группы спелости

колебалась от 40,5 г (Негритянка, Лорх) до 90 г (Монастырский, Пунтилла, Ласунок).

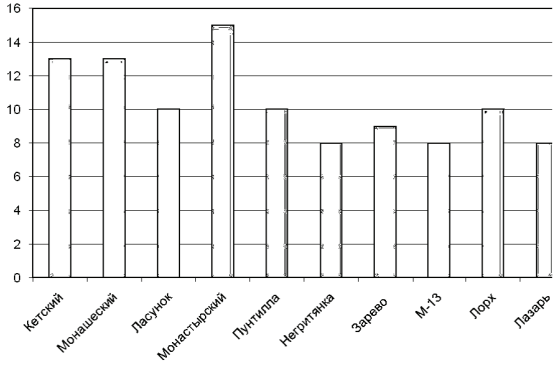


Рис. 3. Число клубней с 1 куста

В поздней группе сортов поражаемость фитофторозом варьировала от 0,5% (Лазарь) до 7% (Ласунак). Наиболее подверженными к заболеванию оказались сорта Ласунак, Монастырский, Пунтилла. Среднеустойчивыми были Зарево и Лорх (рис. 4). Наиболее устойчивыми к фитофторозу стали сорта: Лазарь и М-13. Их процент заболеваемости от общего числа оказался ниже единицы, что свидетельствует о хорошей устойчивости к фитофторозу.

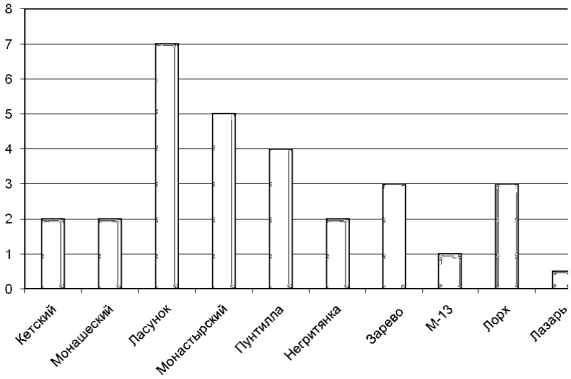


Рис. 4. Поражаемость фитофторозом, %

Как показали результаты исследований, поражаемость клубней паршой у растений картофеля этой группы спелости варьирует в зависимости от генотипа.

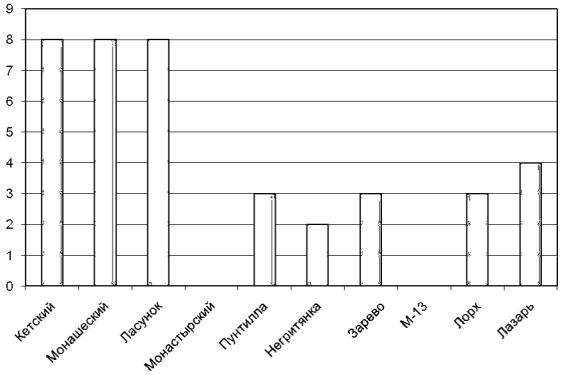


Рис. 5. Поражаемость паршой, балл

У этих сортов поражаемость варьировала от 8 до 2 баллов (Кетский, Монашеский, Ласунок) (Негритянка). Наиболее устойчивыми к заболеванию паршой оказались следующие сорта: Кетский, Монашеский и Ласунок. Наиболее подверженным к заболеванию паршой оказался сорт Негритянка. У сортов Монастырский и М-13 заболеваний паршой обнаружено не было.

Поражаемость сухой гнилью варьировала (рис. 6) от 0,3% (Ласунок) до 2% (Лазарь), а мокрой гнилью от 0,2% (Негритянка) до 2% (Кетский, Монашеский). У таких сортов, как Зарево, Ласунак, Лорх, пораженность гнилями либо вообще отсутствует, либо это значение настолько мало, что им можно пренебречь. Более пораженными мокрой гнилью (до 2%) оказались сорта Кетский и Монашеский, а мокрой гнилью – Лазарь.

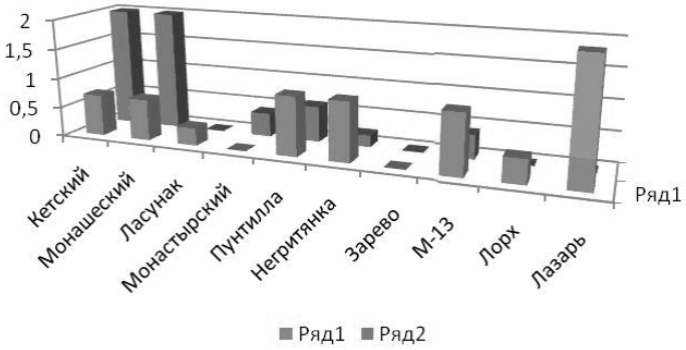


Рис. 6. Поражаемость сухой и мокрой гнилью, %

В поздней группе сортов поражаемость проволочником варьировала от 1% (Монастырский, М-13, Лазарь) до 9%, слабо устойчивым к проволочнику оказался сорт Зарево, его процент поражаемости составил 9%, а наиболее устойчивыми к проволочнику оказались сорта Монастырский, М-13, Лазарь – около 1%.

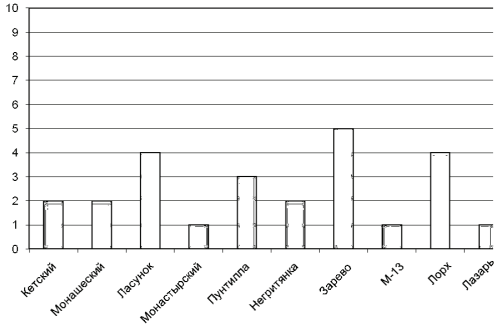


Рис. 7. Поражаемость проволочником, %

Выводы

В результате испытания поздних сортов картофеля можно сделать предварительные выводы:

1. Испытуемые сорта из коллекции картофеля способны адаптироваться в суровых условиях горных территорий и даже при очень неблагоприятных метеоусловиях обеспечивают достаточную продуктивность.

2. На изменчивость продуктивности у поздних сортов, как показал дисперсионный анализ, сильное влияние оказал генотип. Лучшие результаты по признаку «продуктивность» показали сорта Лазарь, Зарево, Пунтилла и сортообразец Мосрост (более 1600 г/куст). Показатели по урожайности так же были выше у сортов Пунтилла (более 26 т/га) и Зарево (более 22 т/га), а у сортообразца Мосрост – более 65 т/га.

3. На формирование признака у сортов данной группы спелости наибольшее влияние оказало взаимодействие двух факторов: генотипа и пункта испытания, кроме того, немалое влияние оказали погодные условия.

4. На формирование признака «среднее число клубней» и «крупность» (средняя масса 1 клубня в граммах) исключительное влияние оказал генотип.

5. Лучшими по признаку среднее число клубней с 1 куста были сибирский сорт Монастырский (15 клубней с 1-го куста) и сортообразец Мосрост.

6. Наиболее ценными из испытуемых сортов коллекции по устойчивости к фитофторозу были Мосрост, Монастырский, М-13, Лазарь.

7. Сильное поражение паршой обыкновенной наблюдалось у сорта Негритянка. Сорта Кетский, Монашеский и Ласунок оказались наиболее устойчивыми к парше, а Монастырский и М-13 не поражались паршой вообще.

8. Высокий процент поражаемости проволочником у сорта Зарево, Ласунок, Лорх. Самый низкий процент поражаемости у сортов Монастырский, Лазарь и сортообразца М-13.

9. Изученные сорта очень слабо поражались гнилями. Слабоустойчивыми к сухим гнилям оказались сорта Кетский и Монашеский, а к мокрым – Лазарь.

Библиографический список

1. *Кильчевский А.В., Хотылева Л.В.* Генотип и среда в селекции растений. / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск: Наука и техника, 1989. –191с.
2. *Лорх А.Г.* Экологическая пластичность картофеля / А.Г. Лорх. – М.: Колос, 1968. – 32 с.
3. *Маренков А.Я., Безбородова Л.А.* Влияние экстремальных физико-химических факторов на растения / А.Я. Маренков, Л.А. Безбородова. – Тамбов, 1975. – Вып. 1. – 127 с.
4. *Мартынов С.М.* О характере взаимодействия генотип-среда при экологическом испытании яровой пшеницы мягкой / С.М. Мартынов, Т.В. Добротворская, А.И. Седловский // С.-х. биология. – 1984. – № 3. – С. 38-42.
5. *Методические указания* по экологическому сортоиспытанию катофеля. – М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1982. – 14 с.
6. *Образцов А.С.* Биологические основы селекции растений / А.С. Образцов. – М., 1989.
7. *Полухин Н.И.* Урожайность как показатель агроклиматических ресурсов / Н.И. Полухин // Селекция сельскохозяйственных культур на качество. – Новосибирск, 2001. – С. 110-112.
8. *Полухин Н.И.* Продуктивность картофеля в зависимости от агроклиматических ресурсов, качества семенного материала и пластичности сортов / Н.И. Полухин // Задачи селекции и пути их решения в Сибири.

9. *Стрельцова Т.А.* Выращивание картофеля в горных районах Республики Алтай / Материалы научно-практической конференции «Проблемы сельского хозяйства Республики Алтай на рубеже 3-го тысячелетия». – Горно-Алтайск, 2002. – С.40-44.

УДК 631.524:631.523.1:633.111.1

А.В. Симонов, Т.А. Пшеничникова,
А.К. Чистякова, Л.В. Щукина, Е.В. Морозова
Институт цитологии и генетики СО РАН

Изменчивость и наследование признаков структуры эндосперма зерновки мягкой пшеницы

Введение

Полиморфизм структуры эндосперма зерновки мягкой пшеницы определяется в основном аллелями генов *pina-D1* и *pinb-D1*, тесно сцепленными в локусе *Ha* в дистальном районе хромосомы 5D (Law et al., 1978; Greenwell, Schofield, 1986; Morris, 2002). Данные гены синтезируют белки пуроиндолины, определяющие мягкую мучнистую структуру эндосперма зерновки. Нарушение синтеза пуроиндолинов приводит к образованию эндосперма различной твёрдости и стекловидности (Giroux, Morris, 1998; Morris, 2002; Хакимова, Митрофанова, 2005). В хромосомах 5A и 5B данных генов нет, их утрата произошла у тетраплоидного предка (Gautier et al., 2000; Chantret et al., 2005). Благодаря этому тетраплоидная твёрдая пшеница (*Triticum durum* L.) имеет всегда высокую твердозёрность и стекловидность эндосперма, а изменчивость этих признаков у мягкой пшеницы ограничена одним локусом *Ha*. Тем не менее, у сортов мягкой пшеницы известны десятки аллелей генов *pina-D1* и *pinb-D1* (Хакимова, Митрофанова, 2005), поэтому изменчивость признаков структуры эндосперма может казаться непрерывной. У сорта Red Egyptian в локусе *Ha* обширная делеция, включающая оба этих гена, поэтому его твердозёрность и стекловидность аналогична твёрдой пшенице.

В предыдущей работе (Pshenichnikova et al., 2010) нами открыт локус мягкозёрности *Ha-Sp*, интрогрессированный от *Aegilops speltoides* Tausch. в линию мягкой пшеницы 84/98^{w} из коллекции «Арсенал» (Lapochkina, 2001). Стекловидность зерна данной линии составляет порядка 50%, что значительно меньше, чем у реципиентного сорта

Родина (около 90%), но не на уровне донора (около 30%). Показатели твердозёрности также значительно отличаются у линии $84/98^w$ и сорта Родина. Так, диаметр частиц муки (ДЧМ) у линии $84/98^w$ составляет 12,0 ± 0,2 мкм, а удельная поверхность частиц муки (УПЧМ) 3367 ± 45 г/см^2, тогда как для сорта Родина эти показатели составляют 22,3 ± 0,9 мкм и 1813 ± 71 г/см^2 соответственно.

Моносомным анализом (Sears, 1953) с использованием моносомных линий сортов Саратовская 29 и Диамант 2 (Arbuzova et al., 1996) было установлено, что линия $84/98^w$ несёт локус мягкозёрности *Ha-Sp*, интрогрессированный от *Ae. speltoides* в хромосому 5А. Данная работа описывает действие нового локуса мягкозёрности *Ha-Sp* на фенотип твердозёрных и мягкозёрных образцов мягкой пшеницы, а также его наследование. Было установлено, что он интрогрессирован в хромосому 5А.

Материалы и методы

В качестве основного объекта использована мягкозёрная линия $84/98^w$ из коллекции «Арсенал» с интрогрессией от *Ae. speltoides*. Для генетического анализа в качестве типичного мягкозёрного образца пшеницы использован сорт Chinese Spring (CS), а линия $76/00^i$ (ранее $170/98^i$) из коллекции «Арсенал» послужила твердозёрным образцом в качестве аналога сорта Родина.

Популяции гибридов F_2 $76/00^i$ x $84/98^w$ и F_2 CS x $84/98^w$ выращивались в тепличном комплексе Института генетики растений им. Лейбница в Гатерслебене (Германия), за что выражаем признательность Андреасу Бёрнеру.

Анализ стекловидности зерна проводился согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1988) для каждого отдельного растения. На основе схожей стекловидности зёрна с 2-3 растений из расщепляющейся популяции объединялись в группы для формирования навесок по 6 г для анализа параметров твердозёрности – диаметра частиц муки – на приборе ПСХ-4.

Результаты и обсуждение

Анализ популяции F_2 $76/00^i$ x $84/98^w$ выявил, что стекловидность зерна групп растений изменяется в пределах значений 47-97%. Согласно диаметру частиц муки популяция была разделена на мягкозёрную (15-18 мкм) и твердозёрную (19-23 мкм) группу (таблица). Группа твердозёрных растений по своим мукомольным параметрам

схожа с твердозёрной линией 76/00^{i}, изменчивость мукомольных признаков статистически не отличается. Наибольший интерес вызывает группа мягкозёрных растений со схожим диаметром частиц муки (15-18 мкм), но с большим разбросом стекловидности (табл. 1). Данная группа представлена гомо- и гетерозиготами, с двумя либо одной дозой локуса *Ha-Sp*, соответственно. По-видимому, локус *Ha-Sp* в одной дозе эффективно снижает твердозёрность, но не стекловидность зерна. Не исключён также эффект минорных генетических факторов, влияющих на стекловидность зерна.

Анализ потомства F_2 CS x 84/98^{w} выявил появление новых форм, отличающихся от родителей. Получен класс супермягкозёрных с низкой стекловидностью растений, появившийся вследствие взаимодействия двух локусов мягкозёрности *Ha* и *Ha-Sp*. Также получены твердозёрные формы, несущие рецессивные аллели, и два промежуточных класса, имеющих сходство с родительскими формами (табл. 2). Таким образом, произошла двусторонняя трансгрессия признаков структуры эндосперма зерновки, как и предполагалось при дигибридном скрещивании.

Таблица 1

Характеристика структуры эндосперма зерновки по фенотипу и вероятному генотипу в популяции F_2 84/98^{w} x 170/98^{i} в сравнении с исходными родительскими формами

Характеристики популяций	Родители		Группы растений F_2	
	84/98^{w}	76/00^{i}		
Диаметр частиц муки, мкм	12,0 ± 0,2	21,5	15-18	19-23
Средняя стекловидность, %	50	81	73	90
Пределы изменчивости стекловидности, %	50-50,5	76,0-93,5	47,1-97,6	80,5-96,2
Локусы, аллели структуры эндосперма	*ha* + *Ha-Sp*	*ha* + *ha-sp*	*ha* + *Ha-Sp* + *	*ha* + *ha-Sp* + *

* Вероятные второстепенные генетические факторы, влияющие на стекловидность.

Между стекловидностью зерна и твердозёрностью прослежена высокая корреляция. Однако, как было отмечено в опыте с F_2 76/00^{i} x 84/98^{w}, в популяции F_2 CS x 84/98^{w} группы растений с близким значением твердозёрности также различались по стекловидности

(табл. 2). Этот факт мы объясняем гетерозиготностью по локусам *Ha* и *Ha-Sp* и действием минорных генетических факторов, изменяющих стекловидность.

Таблица 2

Характеристика структуры эндосперма зерновки по фенотипу и вероятному генотипу в популяции F_2 84/98^w x Chinese Spring в сравнении с исходными родительскими формами

Характеристики популяций	Родители		Группы растений F_2			
	84/98^w	Chinese Spring				
Диаметр частиц муки, мкм	12,0 ± 0,2	12,2	10-12	12-14	15-17	19-20
Средняя стекловидность, %	50	72	30	50	58	87
Пределы изменчивости стекловидности, %	50-50,5	64-79	22,1-44,5	42,3-71,6	42,8-85,6	80,5-97,4
Локусы, аллели структуры эндосперма	*ha* + *Ha-Sp*	*Ha* + *ha-sp*	*Ha* + *Ha-Sp* + *	*ha* + *Ha-Sp* + *	*Ha* + *ha-sp* + *	*ha* + *ha-Sp* + *

* Вероятные второстепенные генетические факторы, влияющие на стекловидность.

Таким образом, благодаря новому интрогрессированному от *Ae. speltoides* локусу мягкозёрности *Ha-Sp*, увеличено генетическое разнообразие мягкой пшеницы по признакам структуры эндосперма зерна. Получены новые супермягкозёрные формы мягкой пшеницы, среди которых возможно вести селекцию для получения форм с заданными мукомольными параметрами.

Библиографический список

1. *Методика* государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1988. – 122 с. (Anonymous (1988) Methods of State Variety Testing of Crops. Moscow, Gosagroprom Publisher, 122 p.).
2. *Хакимова А.Г., Митрофанова О.П.* Пуроиндолины в связи с перспективами селекции мягкой пшеницы на качество и устойчивость (обзор иностранной литературы) // С.-х. биол. – 2009. – № 1. – С. 3-15.
3. Arbuzova VS, Efremova TT, Laikova LI, Maystrenko OI, Popova O. Pshenichnikova TA (1996) The development of precise genetic stocks in two wheat cultivars and their use in genetic analysis. Euphytica 89:11-15.

4. Chantret N, Salse J, Sabot F, Rahman S, Bellec A, Laubin B, Dubois I, Dossat C, Sourdille P, Joudrier P, Gautier M-F, Cattolica L, Beckert M, Auburg S, Weissenbach J, Caboche M, Bernard M, Leroy Ph, Chaulhoub B (2005) molecular basis of evolutionary events that shaped the Hardness locus in diploid and poliploid wheat species (Triticum and Aegilops) The Plant Cell 17:1033-1045.
5. Gautier M-F, Cosson P, Guirao A, Alary R, Joudrier P (2000) Puroindoline genes are highly conserved in diploid ancestors wheats and related species but absent in tetraploid Triticum species. Plant Sci 153:81-91.
6. Giroux MI, Morris CF (1998) Wheat grain hardness results from highly conserved mutations in the friabilin components puroindoline a and puroindoline b. Proc Natl Acad Sci USA 95:6262-6266.
7. Greenwell P, Schofield JD (1986) A starch granule protein associated with endosperm softness in wheat. Cereal chem. 63:379-380.
8. Lapochkina IF Genetic diversity of “Arsenal” collection and its use in wheat breeding. Abstracts of Intern. Appl. Sci. Conf. “Genetic Resources of Cultural Plants”, November 13-16, 2001, St. Petersburg. P. 133-135.
9. Law CN, Young CF, Brown JWC, Snape JW, Worland AJ (1978) The study of grain proteins control in wheat using whole chromosome substitution lines. In: Seed protein improvement by nuclear techniques, International Atomic Energy Agency, Vienna Austria, pp.483-502.
10. Morris CF (2002) Puroindolines: the molecular genetic basis of wheat grain hardiness. Plant Molecular Biol 48:633-647.
11. Pshenichnikova T.A., Simonov A.V., Ermakova M.F., Chistyakova A.K., Shchukina L.V., Morozova E.V. The effects on endosperm structure of the grain of an introgression from *Aegilops speltoides* Tausch. into chromosome 5A of bread wheat // Euphytica, 2010. DOI: 10.1007/s10681-010-0168-1.
12. Sears ER (1953) Nullisomic analysis in common wheat. Amer Natur 87:245-252.
13. Simeone MC, Sestili F, Laino P, Lafiandra D (2008) Characterization of puroindoline genes in wild tetraploid and hexaploid wheats (Triticum araraticum, T. timopheevii and T. zhukovskyi) In: R. Appels, R. Eastwood, E. Lagudah, P. Langridge, M. Mackay, L. McIntyre, P. Sharp (Eds.) Proceedings of the 11th International Wheat Genetics Symposium. Sydney: Sydney University Press P232.

УДК 633.11: 632.4.01/.08: 632.911.4:632.911.2

Л.П. Сочалова
ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии

Результаты иммунологического исследования исходных форм яровой пшеницы и изогенных линий по степени устойчивости к бурой ржавчине

Из различных патогенных грибов, которые поражают пшеницу, нет ни одного, который мог бы принести такой вред, какой приносит на восприимчивых сортах гриб (возбудитель – Puccinia triticina Rob. et Desm), вызывающий бурую листовую ржавчину, А. Е. Чумаков, 1964 [1]. В результате регулярного присутствия её на больших площадях приводит к более высоким потерям зерна, чем от других видов ржавчины [2]. Нарастание вредоносности заболевания в Западной Сибири обусловлено следующими причинами. 1) условия среды региона; 2) объём инфекции ежегодно поддерживается последовательным перезаражением от озимой пшеницы к яровой и наоборот; 3) расовый состав новосибирской популяции патогена в превалирующей доле представлен высокоагрессивной расой 77 и её биотипами; 4) генотип сорта: повсеместно возделываются восприимчивые сорта, незащищённые генами устойчивости, либо сорта, несущие неэффективные к патогену гены устойчивости Lr1, Lr3, Lr10; начиная с середины 1990-х годов в производство постепенно были внедрены генетически однородные сорта (Терция, Удача, Тулеевская, Дуэт и др.), несущие ген Lr9, впоследствии (2007-2008 гг.) они также не создали барьера патогену в западносибирском регионе [3-5].

В задачу исследования входило изучение характера проявления устойчивости к бурой ржавчине исходных форм яровой пшеницы и изогенных линий с целью выявления надёжных источников и эффективных генов устойчивости к популяции и отдельным расам патогена.

В настоящее время лаборатория иммунитета Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции располагает достаточно большим и разнообразным исходным материалом. Состав образцов по мере возможности пополняется из мировой коллекции ВИР и других научных учреждений. Ежегодно в условиях изолированного искусственно созданного инфекционного питомника, расположенного на территории селекцентра СибНИИРС, изучается более 500 образцов яровой пшеницы разного эколого-географического происхождения.

Устойчивость растений к бурой ржавчине оценивается визуально. За время вегетации проводится 4-5 учетов. Степень поражения образцов учитывается в процентах по шкале Т.Д. Страхова [6]. Стандарты восприимчивости сорта Скала и Новосибирская 67. Площадь под кривой развития болезни рассчитывается по формуле Wilcoxson et al. (по А.А. Макарову и др.); показатель индекса устойчивости по методике А.А Макарова с соавторами [7]. В лабораторных условиях исследования проводятся по методике Л.А. Михайловой, К.В. Квитко [8]. Реакция растений на заражение определяется в баллах по шкале Майнса и Джексона (1926) [9]. Дифференциация расового и генотипического состава местной популяции гриба диагностируется на сортах-дифференциаторах и наборе изогенных линий Thatcher (Th) с генами Lr.

В 2009-2011 гг. изучен 1551 образец из 27 стран мира: из Австралии, из Европы (Германия, Болгария, Польша, Франция, Швеция, Чехословакия, Украина, Россия), из Америки (Канада, Мексика, Чили, США, Аргентина, Бразилия), из Азии (Непал, Сирия, Индия, Китай, Япония) и других. В исследуемых годах отмечено сильное поражение образцов яровой пшеницы бурой ржавчиной, что явилось причиной преждевременного усыхания листьев в период колошения у некоторых среднеспелых и большинства раннеспелых сортов.

В результате наблюдения в условиях инфекционного питомника было выявлено, что бурой ржавчиной поражались линии Th с генами Lr: 1, 2a, 2c, 3, 3a, 3ka, 3bg, 9, 10, 11, 14b, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 25, 26, B, 27+31, 29, 30, 44; не поражались с генами Lr: 24, 28, 34, 36, 37, 38, 45, 47.

Тестирование клонов (табл. 1) с участием набора сортов-дифференциаторов и изогенных линий серии Thatcher определило в популяции бурой ржавчины зоны деятельности селекцентра СибНИИРС 5 физиологических рас. Преобладающей в популяции является раса 77 и её биотипы (они составляют ≈ 97% изолятов); незначительную долю в популяции занимают расы – 20, 122, 144 и 184 [4, 10]. Сорт Webster (Lr2a) дифференцирует встречающуюся в популяции расу 144; Demokrat (Lr3) – 184; Mediterrian (Lr3a) и Demokrat (Lr3) – 20; Hussar (Lr11) – 122.

По результатам генотипического исследования (табл. 2) установлено, что большинство изолятов патогена вирулентны к изогенным линиям Th с генами Lr: 1, 2a, 2c, 3, 3a, 3bg, 10, 11, 14b, 15, 16, 17, 20, B, 29, 27+31 с низким типом иммунности (реакции – 3, 4 балла). Кроме того, генотипическое исследование обнаружило в генотипе рас скрытые вирулентности патогена, которые впоследствии могут быть

весьма опасны для устойчивых к заболеванию сортов Тулайковская 10, Омская 37 и др. (см. табл. 1).

Таблица 1

Генотипический и расовый состав возбудителя бурой ржавчины, 2011 г.

Сорта-дифференциаторы, изогенные линии, источники устойчивости, расы	Популяцией в поле, %	Реакция растений на заражение отдельными расами и биотипами, балл								
		Пысар 29	Квинта	Нов. 15	Th Lr 20	Мелодия	Persia 6	Th Lr 10	Тулайк.1	изолят популяции
Malakoff (с Lr 1)	100	4	4	4	3	3	3	3	3	3
Webster (Lr 2a)	100	4	4	4	0	3	3	3	3	3
Loros (Lr 2c)	100	3	3	4	3	3	3	3	3	3
Demokrat (Lr 3)	100	3	4	4	3	3	3	3	3	0
Carina (Lr 2b)	100	3	3	4	3	3	3	3	3	3
Hussar (Lr 11)	100	4	4	4	3	3	3	3	3	3
Mediterrian (Lr3a)	100	4	4	4	3	3	3	3	3	3
Thatcher Lr 9	80	0	3-4	0	0	0, 3	1-2	0еп	0	0
Th Lr 19	45	4	0	0	01	0, 3	3	0	0	0
Th Lr 24	**0**	0-1	1-2	0, 3	0	0	0еп	0, 3	01н	0
Th Lr 36	**0**	0	0	3	0	0	01	0	0	0
Th Lr 38	**0**	0	3	0	1-2	0	0-2	1	01	0
Th Lr 45	**0**	**0**	**01**	**0**	**0**	**0еп**	**0**	**0**	**0**	**0**
Th Lr 47	**0**	**0**	**0н**	**0н**	**0н**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Челяба 75	**0**	01	0	0еп	0	0	0	0	0	0
Cunnigharn	**0**	01	1-2	0	0	0	0	0	1-2	0
Тулайковская 10	**0**	0	0-2	0, 3	0	0еп	0еп	0	0	0
Омская 37	**0**	0	0	3	0, 3	0, 3	01н	0, 3	0, 3	0
Юлия	15	3	0	0н	1н	0	3	01	0	0
Расы	**77**	**77**	77	77	**144**	**77**	77	77	77	**184**

Относительно отдельных рас и биотипов в местной популяции бурой ржавчины эффективны ювенильные гены Lr28 и Lr47 (от Aegilops speltoides), Lr45 (от Secale cereale), а также устойчивы к ним сорта Челяба 75 (к-64871) из Челябинской области и Cunnigharn (к-64209) из Австралии (см. табл. 1, 2).

Лабораторный анализ также установил, что широко распространившийся в западносибирской популяции новый вирулентный биотип р9 расы 77, преодолевший устойчивость сортов, несущих ген Lr9

[3-5], проявляет агрессивность к большинству генов устойчивости за исключением – Lr19, Lr21, Lr24, Lr25, Lr26, Lr28, Lr36, Lr45, Lr47. Подобное выявлено и в отношении биотипа p19 расы 77 (табл. 1), поразившего сорта Юлия (к-63717), Волгоуральская (к-62930), Пысар 29 (к-54516), Л 503 (к-60620), Л 505 (к-62892), WW 17283 (к-60997), несущие ген Lr19 от Ag. elongatum [10].

Изогенные линии Th с генами Lr13, Lr34, Lr37 по отношению новосибирской популяции бурой ржавчины проявляют возрастную устойчивость, поэтому в лабораторное исследование они не были включены.

По результатам полевого наблюдения среди изученного сортимента (табл. 3) было выявлено: в 2009 г. – 177, в 2010 г. – 122, в 2011 г. – 114 сортообразцов, обладающих высоким иммунитетом к местной популяции бурой ржавчины. Из коллекции по устойчивости к патогену доминируют источники с ювенильным расоспецифическим геном Lr24 (оценка – 0): Cunnigharn (к-64209), Skua (к-60613) из Австралии; SST-25 (к-64140) из ЮАР; PS 96 (к-64600), PS 131 (к-64597), PS 133 (к-64598) из Китая; MN 81330 (к-60785) из США; OCEPAR 11 (к-62612), BR 31 (к-62619), Gloria (к-64246) из Бразилии; из России – сорта самарской селекции Тулайковская 5, Тулайковская 10, Тулайковская золотистая.

Таблица 2

Частота встречаемости генов вирулентности Puccinia recondita, 2010-2011 гг.

Изогенные линии Thatcher с генами Lr	Вирулентных к ним клонов, %	Изогенные линии Thatcher с генами Lr	Вирулентных к ним клонов, %
1	97,3	19	67,0
2a	98,2	20	95,0
2c	98,0	24	22,4
3	95,0	25	56,4
3a	97,7	26	75,0
3bg	95,0	27+31	85,0
9	28,1	29	85,1
10	98,0	B	80,0
11	96,0	36	35,9
14b	95,0	38	34,9
15	90,0	44	61,8
16	95,0	**28, 45, 47**	**0**

Таблица 3

Распределение образцов яровой пшеницы по степени устойчивости и восприимчивости к бурой ржавчине. Инфекционный фон, 2009-2011 гг.

Оценка	Характеристика образцов – тип устойчивости	Образцов с оценкой / их % от количества изученных		
		2009 г.	2010 г.	2011 г.
0	иммунные - RR	177/ 33,4	122 / 22,7	114 / 23,5
0н – 01н	относительно иммунные - R	13 / 2,5	13 / 2,4	16 / 3,3
01н - 1	высоко устойчивые - R	5 / 0,9	8 / 1,5	15 / 3,1
2 - 10	практически устойчивые - RM	3 / 0,6	29 / 5,4	12 / 2,5
11 - 25	умеренно устойчивые - MR-S	47 / 8,9	36 / 6,7	27 / 5,6
26 - 45	умеренно восприимчивые - MS	42 / 8,0	50 / 9,3	43 / 8,9
46 - 65	восприимчивых - S	76 / 14,4	101 / 18,8	40 / 8,2
66 - 100	сильно восприимчивые - SS	166 / 31,3	178 / 33,2	218 / 44,9
Всего изучено		529	537	485

При этом наибольший процент оцененных образцов, как видно из табл. 3, относится к группе восприимчивых и сильно восприимчивых: в 2009 г. – 45,7% (242), в 2010 г. – 52,0% (279), в 2012 г. – 53,1% (258 образцов).

Особое внимание заслуживают сорта, проявляющие к патогену умеренную устойчивость (оценка – 15-25%): Aletch (к-65011), Aranka (к-64277), St – 334-84 (к-63487) из Чехословакии; Opata M-85 (к-62074) из Мексики; Graneko - INIA (к-63758) из Аргентины; WR-801 (к-63493) из Непала; из сложных гибридов к-30213, к-31819, к-32383 из СИММИТ; к-34452 из Чили; к-34459 из Колумбии.

Умеренную восприимчивость (оценка – 26-45%) имели сорта: Jasna (к-64982) из Польши; Anemos (63473), Triso (к-64981) из Германии; Л 503 (к-60620), Л 505 (к-62892) из России; из сложных гибридов: к-63068 из Бразилии, к-33879 из Колумбии, к-31447 из СИММИТ, к-33553 из Чили.

В табл. 4 на примере ряда сортообразцов разного экотипа показано, как проводится ранжирование по показателям «площадь под кривой развития болезни» (ПКРБ) и индексу устойчивости (ИУ) к бурой ржавчине.

На основании приведенных данных (табл. 4) можно сказать, чем меньше у образца (либо сорта) площадь под кривой развития болезни, тем выше у него индекс устойчивости к заболеванию.

Таблица 4

Ранжирование образцов по показателям «площадь под кривой развития болезни» и индексу устойчивости к бурой ржавчине, оценка 2010 г.

Название	Развитие болезни, % / дата учета					S – ПКРБ	Ш – ИУ
	11.07	20.07	27.07	07.08	16.08		
Расоспецифическая или частичная устойчивость - < 0,1							
Изумрудная	0	0n	01n	01n	01n-1n	28,6	0,01
U 506397	1	1	5	5	15	175	0,06
Высокая расоспецифическая +высокая частичная устойчивость – 0, 11 – 0,4							
Л 505	0	1	10	25	30	483	0,18
AC Nanda	0	0	15	25	45	588	0,22
Самсар	0	0	15	35	50	610	0,22
U 506339	1	5	15	25	45	632	0,23
Новосибирская 31	0	1-2	10 - 15	45	45 - 65	822	0,30
BL 23	0	5	20	25	45	830	0,30
Jasna	0	0	20	45	45	833	0,31
Тулайковская 1	0	10	20	45	65	1003	0,37
Свирель	5	15	25	45	45	1020	0,37
Умеренная расоспецифическая + частичная устойчивость – 0,41 – 0,7							
Triso	5	10	25	65	65	1270	0,47
Августина	5	20	45	65	65	1530	0,56
Слабая расоспецифическая устойчивость – 0,71 – 0,9							
Тулеевская	5	25	45	90	90	1933	0,71
Квинта	5	45	65	80	80	2128	0,80
Удача	5	45	65	90	90	2273	0,83
Восприимчивые сорта – стандарты - > 0,9							
Новосибирская 67	10-15	45 - 65	80	100	100	2666	0,98
Скала-контроль	5-10	65	80	100	100	2727	1

Таблица 5

Формы яровой пшеницы с неспецифической устойчивостью к бурой ржавчине

Название	№ каталога ВИР	Гены, контролирующие устойчивость	Поражение бурой ржавчиной, %	
			2010 г.	2011 г.
Канада				
Roblin	к-62855	Lr10, Lr34	0	0
AC Domain	к-62919	Lr10, Lr12, Lr34	01	0
AC Minto	к-62878	Lr11, Lr13, Lr22a	0	0
AC Taber	к-64699	Lr13, LrTb	0	0
Glenlea	к-49261	Lr1, Lr34	0	0
Biggar	к-64561	Lr13, Lr14a	0	0
AC Majestic	к-64979	Lr13, Lr16	0	0
AC Taho	к-64977	Полевая уст-ть	0	0
AC Corinne	к-64980	-//-	0	0
AC Drummond	к-64564	-//-	0	0
Mc Kenzie	к-64563	Lr21+ген (ы) взр.	0	0
AC Cabriel	к-65005	Полевая уст-ть	25	0
AC Cadillac	к-64565	-//-	1	0
CDC Merlin	к-64976	-//-	0	0
США				
ПХРСВ – 02	к-65010	Полевая уст-ть	0	0
Мексика				
Hybrid	к-65018	Полевая уст-ть	0	0
Hybrid	к-65019	-//-	0	01
Hybrid	к-65020	-//-	0	0
Bacanora 88	к-64402	Lr26, Lr34	0	0
Sasia	к-64382	Lr13	0	0
Австралия				
Lillimur	к-64210	Lr1, Lr13	0	0
Sunstate	к-64218	Lr3, Lr37	0	5 - 10
Чехия				
Nardo	к-65012	Полевая уст-ть	1-5	0
Казахстан				
Линия	к-65021	Полевая уст-ть	0	0
Нагорный Карабах				
Tr.monococcum	к-30090		0	0
Грузия				
Tr.timopheevii	к-47793	LrT1, LrT2, Lr18	0	0

Большое значение для селекции Западной Сибири имеют образцы, проявляющие к патогену неспецифическую устойчивость (табл. 5). Непоражаемость сортов AC Domain, Roblin, Glenlea, Bacanora 88 (с Lr34); AC Minto, AC Taber, Sasia, Biggar (с Lr13) и др., контролируют возрастные гены устойчивости. По мнению А.П. Ролфс (1988) и Дж. А. Колмер (1996, 2002) (по Л.А. Михайловой, 2003), гены устойчивости взрослых растений Lr13 и Lr34 по отдельности и вместе обеспечивают наиболее прочную устойчивость к листовой ржавчине во всем мире [11].

В результате исследования установлено, что ювенильные гены Lr16 и Lr23 в условиях инфекционного питомника не сохраняли, а наоборот, снижали возрастную (неспецифическую) устойчивость у ряда сортов AC Karma (Lr16, Lr34) до 25%, Тулайковская 1 (Lr13, Lr23) от 45 до 65%, Ершовская 32 (Lr13, Lr23) от 65 до 100%.

По данным отдела ГР пшеницы ВНИИР им. Н.И. Вавилова (из ежегодных поступлений, данных из ВИР в отдел растительных ресурсов ГНУ СибНИИРС), полевую устойчивость к бурой ржавчине также имеют сорта: Омская 34 (к-64458) из Омской области; Линия 3672 h (к-64880) и Линия 3691 h (к-64881) из Иркутской обл.; AC Nanda (к-65362) из Канады; PS 130 (к- 64595), PS 85 (к-64596), PS 131 (к-64597), PS 133 (к-64598), PS 90 (к-64891), PS 95 (к-64892), PS 134 (к-64894) из Китая [10].

Таким образом, на основании проведенных исследований, изученные образцы яровой пшеницы были ранжированы по степени устойчивости и восприимчивости к бурой ржавчине. Для зоны деятельности селекцентра СибНИИРС выявлены эффективные к отдельным расам (77, 20, 122, 144, 184) и биотипам бурой ржавчины расоспецифические гены ювенильной устойчивости Lr28, Lr45, Lr47; к популяции – Lr24, Lr36, Lr38, Lr45, Lr47. Из сортов пшеницы наиболее значимы для селекции источники, проявляющие к патогену высокую расоспецифическую устойчивость: Челяба 75 из Челябинской области, Cunnigharn из Австралии (см. табл.1), а также сорта с возрастной (с Lr13, Lr34, Lr37) и полевой устойчивостью к бурой ржавчине (см. табл. 5). При этом установлено, что ювенильные гены Lr16, Lr23 в условиях инфекционного питомника снижали возрастную устойчивость сортов AC Karma, Тулайковская 1, Ершовская 32.

Библиографический список

1. *Чумаков А. Е.* Защита пшеницы от ржавчины. – Л.: Колос, 1964.
2. *Воронкова А.А., Пучков Ю. М.* Селекция пшеницы на устойчивость к ржавчине. – Краснодарское кн. изд-во, 1977.
3. *Сочалова Л.П., Христов Ю.А.* Влияние генотипа сорта на структуру популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы Puccinia recondita // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2009. – № 10. – С. 61-67.
4. *Сочалова Л.П., Лихенко И.Е.* Устойчивость пшеницы к листовым патогенам в условиях Западной Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2011. – № 1. –С. 18-25.
5. *Мешкова Л.В., Россеева Л.П., Шрейдер Е.Р., Сидоров А.В.* Вирулентность патотипов возбудителя бурой ржавчины пшеницы к Th Lr 9 в регионах Сибири и Урала // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам. – С.-Петербург, 2008. – С. 70-73.
6. *Страхов Т.Д.* Оценка сортов пшеницы по иммунности и поражаемости бурой листовой ржавчиной Puccinia triticina Erikss / Изд-во Ин-та генетики и селекции АН УССР. – 1951. – 10 с.
7. *Макаров А.А., Коваленко Е.Д., Соломатин Д.А., Маторина Н.М.* Методы полевой и лабораторной оценки неспецифической устойчивости растений к болезням. – С.-Петербург , 2009. – С. 22-24.
8. *Михайлова Л.А., Квитко К.В.* Лабораторные методы культивирования возбудителя бурой ржавчины Puccinia recondita Rob. ex. Desm. f. tritici // Микология и фитопатология. – Л., 1979. – Т. 4, № 3. – С. 269-273.
9. Mains E.B., Jackson H.S. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat Puccinia triticina Eriks/ Phytopathology. – 1926. v. 16, N 1, p. 89-120.
10. *Сочалова Л.П., Лихенко И.Е.* Генетическая устойчивость сортов яровой пшеницы к облигатно-аэрогенным заболеваниям в условиях лесостепи Приобья // Каталог сортов-доноров генов устойчивости. – Новосибирск, 2011. – 27 с.
11. *Михайлова Л.А.* Генетика устойчивости пшеницы к бурой ржавчине // Типы устойчивости растений к болезням: материалы науч. семинара. – С.-Петербург, 2003. – С. 45-60.

УДК 004.424.23: 631.527.8

П.И. Стёпочкин, А.В. Мединский, И.Г. Гребенникова*
*ГНУ Сибирский НИИ растениеводства и селекции Россельхозакадемии * ГНУ Сибирский физико-технический институт аграрных проблем Россельхозакадемии*

Интегральная оценка коллекционных и селекционных образцов тритикале

Селекция растений в основном представляется как наука. Н.И. Вавилов, хотя конкретной формулировки не давал, но понимал селекцию, как слагаемую из разделов научных теорий и учений [1]. Во многом селекция является и искусством, в основе которого лежат определённые знания. Н.П. Гончаров и П.Л. Гончаров отмечают, что: «Как любое искусство, селекция опирается на знание формы, создаваемой в соответствии с каким-то образом или идеалом, и на знания о самом растении, его биологии и т.д.» [2]. От интуиции и способности селекционера подобрать родительские пары для гибридизации, увидеть элитное растение – родоначальника будущего сорта, зависит успех в создании сортов. Селекционная работа упрощается, когда отбор ведётся по основному лимитирующему признаку, например, из всего массива растений в гетерогенной популяции отбираются только самые устойчивые к определённому патогену растения. Однако, задача усложняется, если отбор проводить по комплексу полезных признаков. В этом случае доминирующими признаками могут быть несколько, и какому из них дать предпочтение, зависит от интуиции селекционера.

Компьютерные технологии позволяют решить эту задачу. В данной статье предлагается вариант компьютерной программы, позволяющей вычислять коэффициент интегральной оценки коллекционного или селекционного образца в зависимости от долевых вкладов в него ряда ценных признаков.

Материал и методы

Тестирование программы проводилось на экспериментальных данных структурного анализа 103 коллекционных форм озимых тритикале урожая 2009 г. Образцы высевали на площади 0,2 м^2 без повторностей. За стандарт взяты сорта Цекад 90 и Сирс 57 селекции СибНИИРС.

Название	ЧПродукПоб	Выс.Раст.	ДлСрКол.	ЧКолоскСрК	ПлСрКол	ЧЗёрСрКол	ВесЗерСрК	ЗесЗер10Кол	М1000зер.	Общ.Вес	Натура Зер	ДлОстей
	0,01	0,20	0,02	0,02	0,00	0,03	0,05	0,10	0,10	0,15	0,20	0,03
	101,24	116,86	11,06	27,89	2,54	52,40	2,52	24,22	49,01	238,52	5,98	6,35
	218,000	185,000	17,000	36,000	3,226	104,000	4,490	47,100	64,000	549,990	6,540	11,000
	4,00	80,00	7,50	19,00	1,82	10,00	0,43	1,90	33,20	8,24	4,85	1,00
Pinokio	60	85	11,5	32	2,8	64	3,67	33,35	59,5	200,1	5,95	9
Alemo	58	87	9,2	29	3,2	47	1,87	14,77	36,5	85,7	5,56	5,5
Kolor	47	89	8,5	23	2,7	36	1,86	12,76	46,2	60,0	5,45	8
Ring	53	91	11	26	2,4	61	2,86	27,38	51,0	145,1	5,79	6,5
АДП6	86	94	12,3	28	2,3	48	2,28	28,64	54,0	246,3	6,1	7,5
АДП6	86	94	11,8	30	2,5	43	2,6	28,95	59,8	276,6	6	9,8
АДП6	86	94	11,7	28	2,4	60	2,24	27,32	49,1	261,1	6,16	2,6
АДП6	86	94	12,2	28	2,3	60	2,59	15,63	44,5	224,0	6,06	3,2
Фламинго	105	94	13,1	30	2,3	66	3	24,81	55,4	260,5	6,07	8,7
Полесский 7	65	107	13,2	28	2,1	76	3,63	33,45	48,4	217,4	5,73	7,8
Сувенир	39	115	13,5	31	2,3	57	3,08	29,27	52,0	114,2	5,78	6,5
Эллада	107	108	11	28	2,5	55	3,17	30	55,5	321,0	6,03	9,5
Полесский 10	156	106	10,5	27	2,6	45	2,53	23,62	56,0	368,5	6,01	9
Талисман	9	103	9	21	2,3	43	2,29	17,4	52,3	8,2	5,31	7
мфидиплоидная 25	47	117	12,4	28	2,3	66	3,65	31,71	53,6	149,0	5,64	3,2
АДП2	123	108	11	28	2,5	62	2,64	26,6	43,8	327,2	5,91	7,5
АДМ11	118	98	11,5	27	2,3	52	2,94	27,15	60,0	320,4	6,06	8,5
Никан	74	116	12,6	34	2,7	72	3,12	35,19	46,3	260,4	5,83	1,2
АД4996	108	122	12,3	30	2,4	63	2,76	32,75	46,5	353,7	6,08	8,6

Рис. 1. Фрагмент базы данных структурного анализа форм тритикале

коэффициент значимости

№ делянки	№ Каталога	Название	Место происх.	ЧЗёрГлКол	ВесЗерГлК	ВесЗер10Кол	М1000зер.	Общ.Вес	Натура Зер	Цен.Обр.
			К значимости (доля)	0,030	0,050	0,100	0,100	0,150	0,200	1,000
			Среднее значение							
			Максимальный образец	5	5	5	5	5	5	0,87
			Минимальный образец	0	0	0	0	0	0	0,42
1	3597	Pinokio	Германия	3	4	4	5	1	4	0,75
2	3598	Alemo	Германия	2	2	0	3	0	3	0,52
3	3612	Kolor	Чехия	1	2	0	4	0	2	0,48
4	3613	Ring	Чехия	3	3	3	4	0	3	0,58
5'''	3547	АДП6	Украина	2	3	3	5	2	4	0,70
5'*	3547	АДП6	Украина	2	3	3	5	3	4	0,73
5''	3547	АДП6	Украина	3	2	3	4	2	4	0,69
5'''	3547	АДП6	Украина	3	3	0	4	2	4	0,64
6	3548	Фламинго	Украина	3	4	3	5	2	4	0,71
7	3594	Полесский 7	Украина	4	4	4	4	1	3	0,65
8	3595	Сувенир	Украина	3	4	3	4	0	3	0,59
9	3596	Эллада	Украина	3	4	3	5	3	4	0,73

Результаты и обсуждение

За весь этап работы был накоплен огромный материал, который необходимо было систематизировать и обрабатывать. Рассмотренные биологические, морфологические характеристики и хозяйственные особенности сортов и линий тритикале нашли отражение в разработанной структуре базы данных (БД). Также при разработке структуры БД мы ориентировались на общепринятую в ВИРе описательную часть баз паспортных данных.

БД содержит информацию об изучении образцов яровых тритикале по урожайности, качеству продукции, устойчивости к болезням, вредителям и другим неблагоприятным факторам – всего 23 показателя. На рис. 1 показан фрагмент базы данных результатов структурного анализа форм озимых тритикале. Натуру семян каждого растения определяли с помощью микропурки и методики, разработанной в СибНИИРС. Микропурка представляет собой ёмкость 1 мл. При определении натуры нами использовалось среднее значение по 5 взвешиваниям.

При заполнении базы автоматически вычисляются образцы с наибольшим и наименьшим проявлением признака, а также средний показатель признака.

У большинства исследуемых количественных признаков ценность прямолинейно возрастает с увеличением значения признака (масса зерна, число зёрен в колосе, натура зерна и др.). Однако некоторые показатели не имеют положительную линейную регрессию с их оценкой, т.е. меньшему значению показателя не всегда соответствует более низкая оценка, а большему значению – лучшая оценка. Вследствие этого возникла необходимость в трансформации первичных данных из метрического в балловый вариант выражения количественного признака с использованием логических функций. Было сделано 6 градаций каждого признака с оценкой от 0 до 5 баллов.

Для признаков, имеющих положительную линейную регрессию с их оценкой, например, натура зерна, алгоритм расчёта баллов имеет следующий вид:

ЕСЛИ(S>MAX/1,2;“5”;ЕСЛИ(S>MAX/1,5;“4”;ЕСЛИ(S>MAX/2; “3”; ЕСЛИ(S>MAX/2,5; “2”; ЕСЛИ(S>MAX/3; “1”;”0”))))),

где *S* – значение натуры зерна растения, *MAX* – максимальное значение этого признака из всего массива изученных растений.

Однако, данный алгоритм не может быть применён для оценки высоты растения.

Таблица 1

Оценка групп образцов тритикале по высоте растений из коллекции ГНУ СибНИИРС

Интервал	Менее 50 см	31-50 см	51-70 см	71-100 см	101-120 см	121-140 см	140-160 см	Более 160 см
Число образцов, шт.	0	0	1	21	46	25	4	7
Оценка, балл	0	1	4	5	4	3	2	1

Слишком короткие растения (карлики) являются низкопродуктивными, а слишком длинные растения в большинстве случаев полегают. Для данного варианта разработан следующий алгоритм балловой оценки:

ЕСЛИ(L>140; “0”; ЕСЛИ(L>120; “1”; ЕСЛИ(L>100; “2”; ЕСЛИ(L>90; “4”; ЕСЛИ(L>60; “5”;ЕСЛИ(L>50; “3”; ЕСЛИ(L>40;”1”; “0”))))))),

где *L* – значение длины стебля у растения. Длина стебля 70-100 см принята за оптимальную с оценкой 5 баллов.

Таковых растений в коллекции 2009 г. было 21 образец. По обе стороны от этого оптимального значения признака баллы снижаются. Основная масса образцов по признаку «высота растения» имела оценки 3 и 4 балла (табл. 1).

В зависимости от выбранного способа оценки значению каждого количественного признака рассматриваемого образца присваивается балловая оценка. Алгоритмы пересчёта могут быть изменены пользователем.

Каждому признаку присваивается коэффициент значимости, определяющий его долевой вклад в интегральную селекционную оценку образца (рис. 2).

В зависимости от приоритетности признака в модели сорта, коэффициент может быть изменён по усмотрению селекционера. К примеру, можно выбрать только высокопродуктивные образцы с высокой массой 1000 зёрен, поставив коэффициенты только на признаки «продуктивность растения» и «массу одного зерна» (0,75 и 0,25 соответственно), остальным признакам придав значение 0. В сумме доли всех признаков должны составлять 1.

Таблица 2

Интегральная оценка и наиболее значимые признаки лучших образцов в коллекции 2009 г.

№ каталога ВИР	Название образца	Происхождение	Высота растения, см	Масса 1000 зерен, г	Продуктивность, г/м^2	Натура зерна, г/10 мл	Перезимовка, балл	Интегральная оценка
3904	Консул	Ростов	115	56,2	550	6,52	5	0,87
3905	Вокализ	Ростов	117	50,0	462,5	6,29	5	0,83
3766	Валентин	Краснодар	119	64,0	398,4	6,38	4	0,81
3762	Мудрец	Краснодар	107	60,0	426,0	6,44	5	0,80
	Цекад 90	СибНИИРС (ст.)	116	45,8	212,0	5,81	3	0,65
	Сирс 57	СибНИИРС (ст.)	107	47,0	241,0	5,92	3	0,67
1617	Курская степная	Воронеж	129	51,3	141	5,83	3	0,42
	$НСР_{05}$			1,2	18,6	0,08		

Расчёт интегральной селекционной оценки растения выполняется с учётом коэффициента значимости и относительного балла данного признака по формуле:

$$C = \sum_{i=1}^{n} \frac{P_i}{P_{i\max}} \cdot K_i \qquad (1)$$

где C – интегральная селекционная оценка растения; Pi – значение признака образца в баллах; $Pi\ max$ – максимальное значение признака в баллах; Ki – коэффициент значимости.

Идеальным считается растение с селекционной ценностью, равной 1. Из всех изученных образцов коллекции самый худший имел ценность 0,42, а самый лучший – 0,87 (табл. 2).

Выводы

1. При помощи разработанных алгоритмов и созданного программного обеспечения интегральной оценки форм озимых тритикале выявлены селекционно-ценные образцы.

2. Данная программа может быть использована селекционерами, работающими с озимой тритикале. Однако, её можно модифицировать, внеся небольшие изменения, для оценки селекционного и коллекционного материала пшеницы, ячменя, овса и яровой тритикале.

Библиографический список

1. *Вавилов Н.И.* Теоретические основы селекции растений / Н.И. Вавилов. – М.: Наука, 1987. – 511 с.
2. *Гончаров Н.П.* Методические основы селекции растений / Н.П. Гончаров, П.Л. Гончаров. – Новосибирск: Академ. изд-во «Гео», 2009. – С. 26.

УДК 633/635:504.064.36:575.2

Т.А. Стрельцова

ФГБОУ ВПО «Горно-Алтайский государственный университет»

Экологическое испытание сортов собственной селекции по вертикальной зональности Горного Алтая

К настоящему времени накоплен довольно ограниченный экспериментальный материал, свидетельствующий о сильном влиянии экологических условий на формирование количественных и качественных признаков картофеля.

Сибирские ученые [1-9] на основании результатов исследований делают вывод о том, что продуктивность картофеля зависит не от одного или двух, даже главных факторов внешней среды, а от сочетания целого их комплекса. Выявить причины высокой или низкой продуктивности можно, по мнению авторов, лишь для конкретного случая – пункта, года, сорта, с учетом динамики, условий питания, водо- и теплообеспеченности и других факторов внешней среды.

В Республике Алтай экологическое сортоиспытание позволяет подобрать наиболее адаптированные и высокопродуктивные сорта для местных условий возделывания и найти экологически чистую нишу от болезней, где можно получать здоровый, незараженный семенной материал [3-5, 7-9]. Особый интерес при этом представляют ранние сорта собственной селекции ГАГУ. Генетический мониторинг нового набора сортов картофеля осуществлен в 2010-2011 гг. на трех горных полигонах – в Майме (предгорье), Усть-Коксе (среднегорье) и Улагане (высокогорье). В табл. 1 приведены основные характеристики пунктов испытания, в которых проводились исследования [12].

Таблица 1

Сведения об экологических пунктах испытания коллекции

№	Название пункта, полигон	Удаленность от Горно-Алтайска, км	Высота над уровнем моря, м	Количество осадков (среднегодовое), мм	Сумма положит. температур >10°С	Безморозный период, дней
1	Улаган (Саратан)	490	2050	337	1140	52-58
2	Усть-Кокса	480	1100	346	1500	95
3	Майма	20	350	437	2182	120

По данным Горно-Алтайской ЦГМС, метеорологические условия вегетационного периода 2010-2011 гг. были крайне суровы в Усть-Коксе, что привело к потере урожая. В Майме (2011) и Улагане метеоусловия сложились более благоприятно – умеренный температурный режим сопровождался достаточной влагообеспеченностью, что способствовало оптимальному клубнеобразованию и повышению продуктивности по сравнению с Усть-Коксой.

Испытание сортов проводилось согласно «Методическим указаниям по экологическому сортоиспытанию картофеля» и др. [10, 11]. Полевые опыты размещались синхронно в Улагане, Усть-Коксе и Майме. Площадь делянок 10 м^2, повторность 4-кратная, размещение рендомизированное. Все опытные участки своевременно обрабатывались, осуществлен необходимый уход, фиточистки и сортовые прополки. После уборки урожая и санитарного периода проведены учеты количественных признаков структуры урожая, сделан анализ экспериментальных данных по элементам развития и формирования продуктивности и устойчивости генотипов к неблагоприятным факторам климата и болезням. Путем многофакторного дисперсионного анализа определена сила влияния антропогенных и природных факторов на формирование элементов структуры продуктивности и адаптивности генотипов к разным экологическим нишам.

Учеты проводились покустно, в 4-кратной повторности, с 20 кустов в каждой повторности, при этом изучена генотипическая и экологическая изменчивость признаков. В испытании участвовали три клона ранних сортов собственной селекции ГАГУ (Т.А. Стрельцова) – Горец, Белуха и Сувенир Горного Алтая (СГА). Все образцы проанализированы по 10 количественным признакам. В данной ста-

тье приводим некоторые из них. Полученные данные подвергались дисперсионному многофакторному анализу на IBM с помощью специальных программ SNEDECOR [13-14].

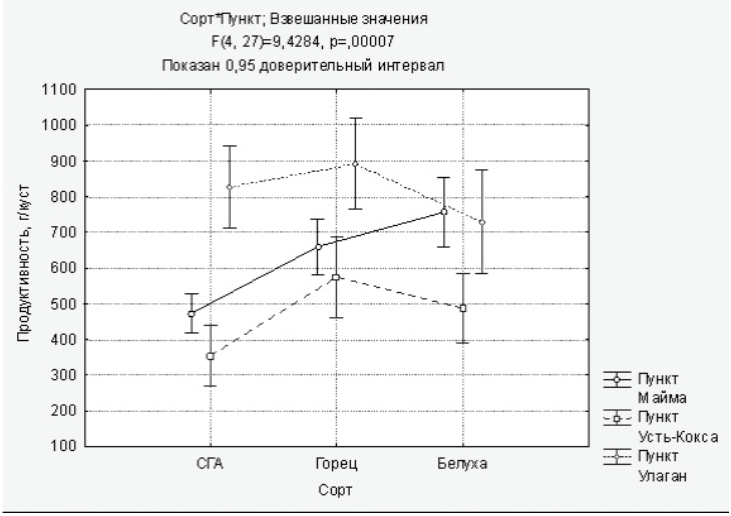


Рис. 1. Продуктивность (средняя масса клубней с 1 куста в граммах) в зависимости от генотипа, пункта и года испытаний

Рассмотрим результаты сравнительного изучения изменчивости продуктивности (средняя масса клубней с 1 куста) у испытуемых сортов в зависимости от экологических факторов в трёх пунктах испытаний (рис.1) – в предгорье (Майма), среднегорье (Усть-Кокса) и высокогорье (Улаган). Как показали исследования, масса клубней с 1 куста значительно варьирует в зависимости от генотипа и пункта испытания. Выявлен также высокий генетический потенциал продуктивности картофеля. Продуктивность этих сортов картофеля в Усть-Коксе была самой низкой и, по усредненным данным, составила 471 г/куст в Майме (низкогорье) и Улагане (высокогорье) была несколько выше и составила 630 и 817 г/куст (рис.1).

В Майме (низкогорье) продуктивность данных сортов варьировала от 473 (СГА) до 857 (Белуха) г/куст, в Усть-Коксе от 353 (СГА) до 573 (Горец) г/куст, в Улагане от 830 (Белуха) до 1093 (Горец) г/куст.

На изменчивость продуктивности у ранних сортов, как показал дисперсионный многофакторный анализ, сильное влияние оказали экологические условия – 63%, доля влияния случайных отклонений была незначительной – 10%. Вклад в изменчивость этого признака,

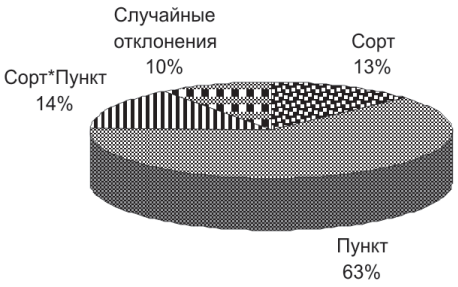


Рис. 2. Сила влияния факторов на продуктивность (г/куст) ранних сортов

обусловленный взаимодействием факторов (*пункт х генотип*), был незначительным и составил – 14%. Влияние генотипических различий составило 14%. (рис. 2).

В зависимости от генотипа и пункта испытаний, как показали результаты исследований, урожайность ранних сортов варьировала в 2010 г:

в **Майме –** от 20,8 (Сувенир Горного Алтая) до 31,7 т/га (Горец) и 32,0 (Белуха);

в **Усть-Коксе** – от 20,4 (Сувенир Горного Алтая) и 21,8 (Белуха) до 32,4 т/га (Горец);

в **Улагане** – от 25,2 (Белуха) и 21,9 (Сувенир Горного Алтая) до 39,1 т/га (Горец);

в 2011 г:

в **Майме –** от 18,9 (Сувенир Горного Алтая) до 31,7 т/га (Горец) и 30, 2 (Белуха);

в **Усть-Коксе** – от 14,1 (Сувенир Горного Алтая) и 19,8 (Белуха) до 22,9 т/га (Горец);

в **Улагане** – от 29,2 (Белуха) и 31,9 (Сувенир Горного Алтая) до 45,7 т/га (Горец).

В целом наиболее урожайным и стабильным сортом независимо от года и пункта испытания показал себя Горец (до 45,7 т/га), Белуха и Сувенир Горного Алтая оказались менее урожайными (до 32 т/га), а наименьшая отмечена у сорта Сувенир Горного Алтая (22 т/га). Наибольший урожай был получен по всем сортам в Улагане, значительно меньший в Майме и наименьший в Усть-Коксе. Сорта показали сходную реакцию на пункт испытания, кроме сорта Белуха, его урожайность в Майме немного выше, чем в Улагане.

Как показали результаты исследований, число клубней с 1 куста картофеля варьирует в зависимости от генотипа и пункта испытаний в пределах от 8 до 21 клубней на куст. В среднем, независимо от пункта испытания, самое большое число клубней формировали сорта Горец (21) и Белуха (14), а наименьшее – СГА (11). По реакции на пункт испытания сорта проявляют себя различно: число клубней у сортов

Белуха и СГА в Усть-Коксе падает, а у сорта Горец возрастает, в результате этого среднее число клубней по всем сортам в трех пунктах практически не колеблется.

В низкогорье (Майма) и в высокогорье (Улаган) сорт Белуха по усредненным данным имел клубни массой в 70-76 г. По реакции на пункт испытания сорта проявляют себя различно: масса клубней у сортов Горец и СГА в Улагане максимальна, а у сорта Белуха в Улагане наиболее мелкие клубни, наиболее крупные же – в Майме. В Усть-Коксе клубни у сортов Горец и СГА мельче, тогда как у Белухи в Усть-Коксе клубни по массе уступают только клубням этого же сорта в Майме (76 г).

Как показали результаты исследований (рис. 3), поражаемость клубней фитофторозом незначительно варьирует в зависимости от генотипа и пункта испытаний. В целом у ранних сортов незначительная поражаемость клубней (1,3-2,6%) наблюдалась у сортов Горец, Белуха и СГА в пункте Майма (предгорье). В Усть-Коксе и Улагане все сорта были здоровы.

Поражаемость клубней паршой незначительно варьирует в зависимости от генотипа и пункта испытаний. Горец и Белуха мало подверглись поражению паршой, зараженность СГА в Майме составила также 8 и 9 баллов (чем выше балл, тем меньше поражаемость), Сувенир Горного Алтая в Майме и Усть-Коксе заражению не подвергся.

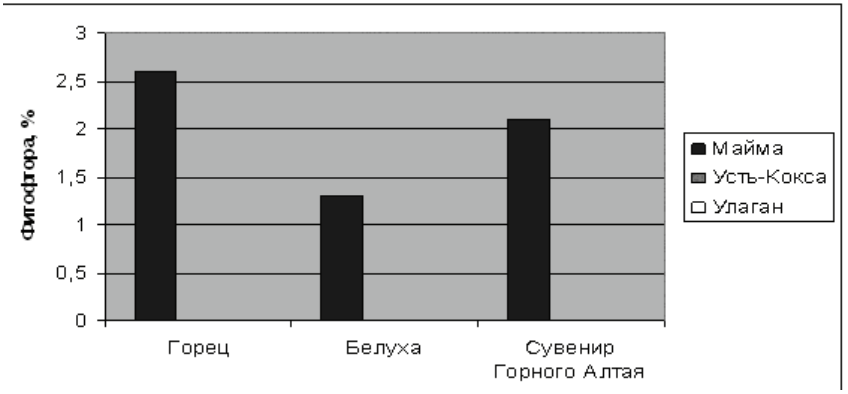


Рис. 3. Изменчивость признака поражаемость фитофторозом у ранних сортов

Поражаемость клубней сухими гнилями у испытуемых сортов незначительно варьирует в зависимости от генотипа и пункта испы-

таний, прежде всего, необходимо отметить, что в Улагане и Майме клубни практически не поражались сухими гнилями, кроме незначительного у Сувенира Горного Алтая из Усть-Коксы. Поражение клубней сорта Горец не было зафиксировано ни в одном из пунктов.

Поражаемость клубней мокрыми гнилями незначительно варьирует в зависимости от генотипа и пункта испытаний. Необходимо отметить, что в Усть-Коксе и Майме клубни практически не поражались мокрыми гнилями (Горец и Белуха). Поражение сорта СГА не было зафиксировано ни в одном из пунктов.

Как показали результаты исследований, поражаемость клубней проволочником варьирует в зависимости от генотипа и пункта испытаний. Относительно высокой поражаемости проволочником подвергся Сувенир Горного Алтая в Улагане – 8%, Белуха в Майме – 6,5%, Горец в Усть-Коксе – 5%.

Подверженность клубней физиологическим трещинам и механическим повреждениям у этих сортов варьирует в зависимости от генотипа и пункта испытаний. Прежде всего, нужно отметить, что клубни сорта Белуха из Улагана имеют большой процент механических повреждений – до 30%, а в Усть-Коксе и Майме повреждения были минимальны. Большое количество повреждений в Улагане связано с длительной транспортировкой по труднодоступным территориям. Физиологическим повреждениям (трещины) более всего подвергся сорт Белуха в Улагане (3%), что связано с нежной кожицей клубней этого сорта. В Усть-Коксе и Майме повреждения были значительно ниже – около 1%.

В результате испытания новых раннеспелых сортов картофеля в разных по вертикальной зональности пунктах Горного Алтая можно сделать следующие выводы:

1. В 2010-2011 гг. в целом по Республике Алтай метеоусловия были крайне неблагоприятны – с середины июля по сентябрь отмечен существенный дефицит осадков и низкие температуры, особенно на полигоне Усть-Кокса. В период цветения – клубнеобразования это привело к значительной потере урожая и способствовало ухудшению некоторых хозяйственно-ценных характеристик испытуемых сортов картофеля.

2. Испытуемые сорта способны адаптироваться в суровых условиях горных территорий и даже при очень неблагоприятных метеоусловиях обеспечивают достаточную продуктивность, самым высокопродуктивными в высокогорье были сорта Горец и Сувенир Горного Алтая.

3. На изменчивость продуктивности, а следовательно, урожайности у данных сортов, как показал дисперсионный многофакторный анализ, сильное влияние оказали экологические условия пункта – 63%, доля вариации генотипа была незначительной – 13%.

4. В Улагане (высокогорье) сформировалось наибольшее число клубней с 1 куста, среднее по сорту составило 17,7 (Горец). Меньшее число клубней с куста (12) наблюдалась в Усть-Коксе (среднегорье).

5. Крупность клубня варьировала в зависимости от пункта испытания. По данному показателю выделился сорт Горец и СГА.

6. Поражаемость клубней данных сортов болезнями была низкой, в основном это связано с механическими повреждения и инфицированием во время длительной транспортировки.

Библиографический список

1. *Цильке Р.А.* Изучение наследования количественных признаков у мягкой яровой пшеницы в топкроссных скрещиваниях . VII. Масса зерна колоса / Р. А. Цильке // Генетика. – 1978. – Т. 14, № 1. – С. 15-24.
2. *Цильке Р.А.* Генетика, цитогенетика и селекция растений // Собрание научных трудов. – Новосибирск: НГАУ, 2003. – С. 611-617.
3. *Стрельцова Т.А.* Состояние и перспективы сложившейся практики селекции и семеноводства картофеля в Горном Алтае / Т.А. Стрельцова, С.И. Огнев // Картофель и овощи. – М., 2007. – № 4. – С. 25-26.
4. *Стрельцова Т.А.* Экологическая изменчивость признаков при интродукции инорайонных генотипов картофеля в разные по высотной поясности условия Горного Алтая: монография / Т.А. Стрельцова. – Новосибирск: Унив. кн. изд-во, 2008. – 140 с.
5. *Стрельцова Т.А.* Адаптивность генотипов картофеля по урожайности в Горном Алтае / Т.А. Стрельцова, Е.Г. Добруцкая // Вестник РАСХН. – Москва: Изд-во РАСХН, 2008. – № 11. – С.85-99.
6. *Стрельцова Т.А.* Генотипическая и паратипическая изменчивость продуктивности картофеля в условиях Горного Алтая / Т.А. Стрельцова, О.В. Сафонова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – Новосибирск: Изд-во РПО СО РАСХН, 2000. – № 3-4. – С. 23-30.

7. *Стрельцова Т.А.* Оценка изменчивости устойчивости клубней картофеля к парше и гнилям в условиях Горного Алтая / Т.А. Стрельцова, О.В. Сафонова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – Новосибирск: Изд-во РПО СО РАСХН, 2003. – № 1-2. – С. 33 - 43.
8. *Стрельцова Т.А.* В Горном Алтае есть уникальные зоны для естественного оздоровления картофеля / Т.А. Стрельцова, В.М. Муравьёва, Е.Ю. Секачёва // Картофель и овощи. – 2001. – № 1. – С. 20-21.
9. *Стрельцова Т.А.* Горные районы Алтая перспективны для оздоровления семенного материала / Т.А. Стрельцова, В.А. Колбешкин, М.В. Овчарик, Ю.А. Александрова // Картофель и овощи. – 2002. – № 1. – С. 31-33.
10. *Методические указания* по экологическому сортоиспытанию картофеля. – М.: Изд-во ВАСХНИЛ,1982. – 14 с.
11. *Методические указания* по технологии селекционного процесса картофеля. – М.: Изд-во ВАСХНИЛ,1980. – 35 с.
12. *Модина Т.Д.* Климаты и агроклиматические ресурсы Алтая / Т.Д. Модина, М.Г. Сухова. – Новосибирск: Унив. кн. изд-во, 2007. – 127 с.
13. *Сорокин О.Д.* Прикладная статистика на компьютере / О.Д. Сорокин. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.
14. *Удольская Н.Л.* Введение в биометрию / Н.Л. Удольская. – Алма-Ата: Наука, 1976. – 84 с.

УДК 633.112: 575.1

Б.М. Татина
Государственное научное учреждение Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

Накопление сухого вещества в период формирования и налива зерна у сортов яровой твердой и мягкой пшеницы

Одним из основных этапов в онтогенезе растений твердой пшеницы является период развития, в который происходит процесс зернообразования. Особое значение этот период имеет в условиях Западной

Сибири, поскольку налив и созревание проходят при ограниченности вегетационного периода и возможного недобора тепла.

Весь период от цветения до полного созревания зерна у пшеницы делится на три основных этапа: формирование, налив, созревание (Кулешов Н.Н., 1961; Носатовский А.И., 1965; Коренев Г.В., 1967).

При характеристике особенностей формирования и налива зерна представляют интерес сортовые и видовые различия накопления (прироста) сухого вещества в зерне в различные периоды. Для оценки данного показателя можно использовать абсолютные весовые цифры, полученные на определенную фазу развития зерновки, но только в том случае, когда конечная масса 1000 зерен у сравниваемых сортов одинаковая. На самом деле у изучаемых сортов показатели массы 1000 зерен в значительной степени различаются, поэтому для исключения погрешности за счет разной крупности зерна целесообразнее пользоваться процентным выражением доли сухого вещества в определенную фазу от сухой массы 1000 зерен в момент окончания налива зерна.

Изучались 9 сортов твердой пшеницы: Омская янтарная, Ангел, Жемчужина Сибири, Омская степная, Алейская, Гордеиформе 01-117-15, Харьковская 23, Саратовская золотистая, Омский рубин. Кроме того, в опыт были включены сорта мягкой яровой пшеницы – Памяти Азиева (среднеранний), Омская 33 (среднеспелый), Омская 35 (среднепоздний). Для изучения налива зерна использован метод В.М. Костромитина (1983) и Н.Н. Кулешова (1961), основанный на определении количественных характеристик налива, массы абсолютно сухих зерен в предмолочную, молочную, тестообразную и восковую фазы налива. В период после цветения на испытываемых сортах и гибридах периодически через каждые 3-4 дня срезались по 3 колоса (в 2-кратной повторности), обмолачивались, и зерна высушивались до абсолютно сухого веса. Взвешивание проводилось до и после высушивания.

Накопление сухого вещества в предмолочной фазе в 2010 при посеве 15 мая у среднеранних сортов было одинаковым у сортов твердой пшеницы Омская янтарная, Омская степная и мягкой – Памяти Азиева (около 34% от сухой массы зерновки в фазу полной восковой спелости). Значительно выше поступление пластических веществ в этот период наблюдалось у сорта Харьковская 23 (41,3%). Таким образом, сортовые различия по твердой пшенице были существенными. А видовые, если сравнивать средние показатели по сортам твердой пшеницы с сортом Памяти Азиева, оказались незначительными (рис.1).

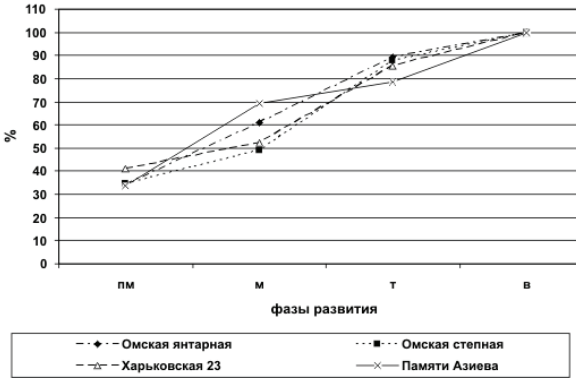


Рис. 1. Динамика накопления сухого вещества по фазам развития, среднеранние сорта, 2010 г.

У среднеспелых сортов поступление пластических веществ в период формирования зерновки шло замедленнее, и показатели составили у сортов твердой пшеницы 29-36%, у сорта мягкой пшеницы – 27,7% (рис. 3). Сортовые различия достигали 7%, а видовые – 4% (выше у твердой пшеницы).

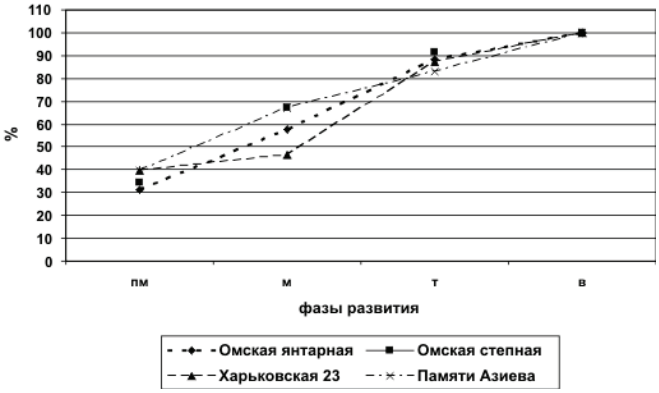


Рис. 2. Динамика накопления сухого вещества по фазам развития, среднеранние сорта, 2011 г.

В группе среднепоздних сортов накопление сухого вещества у сортов твердой пшеницы еще ниже, чем у среднеспелых (27-30%). Сортовые различия были не велики (3%). Однако были получены очень высокие различия между сортами твердой и мягкой пшеницы (30%), поскольку у сорта Омская 35 этот показатель достигал 58,5% (рис. 5).

В результате этого средние показатели по всем группам спелости сортов твердой пшеницы и средние показатели по сортам мягкой составили соответственно 32 и 40%.

К концу молочной спелости поступление пластических веществ составляло у сортов твердой пшеницы от 49 до 82%, мягкой – 55-93%.

В группе среднеранних сортов колебания по твердой пшенице варьировали от 52 (Харьковская 23) до 61% (Омская янтарная). У сорта мягкой пшеницы Памяти Азиева, на данный момент, показатель составил 69%. Таким образом, накопление сухого вещества у мягкой пшеницы было выше на 15% , чем у твердой.

У среднеспелых сортов, в зависимости от генотипа, накопление сухого вещества в этой фазе колебалось от 63% до 80%. Наибольший показатель был получен по сорту Жемчужина Сибири, а наименьший – по Омскому рубину. Значение признака у сорта Омская 33 было еще меньше (55%). Таким образом, различия между средним показателем сортов твердой пшеницы и величиной его у Омской 33 составили 19%. Но преимущество имели сорта твердой пшеницы.

Среднепоздние сорта также имели довольно существенные различия: у сорта Гордеиформе 01-117-15 – 52%, у Алейской – 82%. В то же время у сорта Омская 35 поступление пластических веществ было еще выше – 93%.

Таким образом, результаты исследований показали, что поступление пластических веществ в зерновку на конец молочной спелости выше у среднеспелых и среднепоздних сортов твердой пшеницы, чем у среднеранних.

У сортов мягкой пшеницы значительное преимущество имели среднепоздний сорт Омская 35, среднеранний сорт Памяти Азиева над среднеспелым сортом Омская 33.

В конце тестообразной спелости приток пластических веществ еще не был закончен, но накопление их, в зависимости от сорта, очень сильно различалось: Омский рубин – 76%, Алейская – 95%. У сортов мягкой пшеницы также получены существенные различия (от 79% у Памяти Азиева, до 96% у Омской 35). У среднеранних сортов твердой пшеницы показатели по притоку были довольно близкими (86-89%) и превышали значение сорта Памяти Азиева на 9%. Средний показатель по среднеспелым твердым сортам был на уровне 86% (от 76 до 92%), на 10% ниже, чем у сорта Омская 33, по среднепоздним – 91% (с небольшими различиями от 89 до 95%), на 5% ниже по сравнению с Омской 35. Следовательно, в фазе восковой спелости приток пластических веществ еще продолжается и составляет у разных сортов от 5 до 24% (у твердых), от 4 до 21% (у мягких).

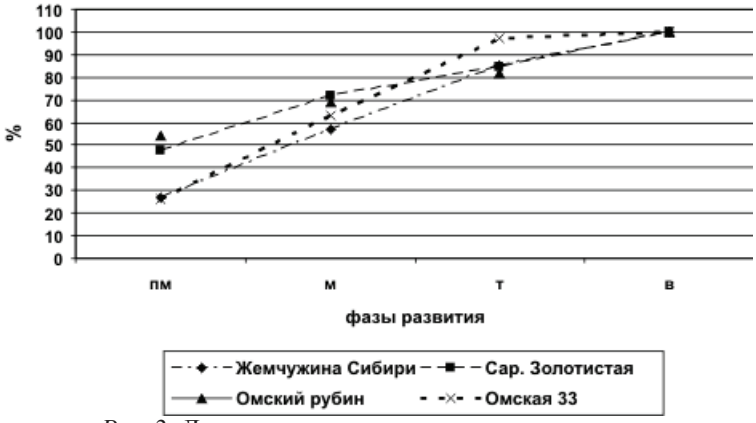


Рис. 3. Динамика накопления сухого вещества по фазам развития, среднеспелые сорта, 2010 г.

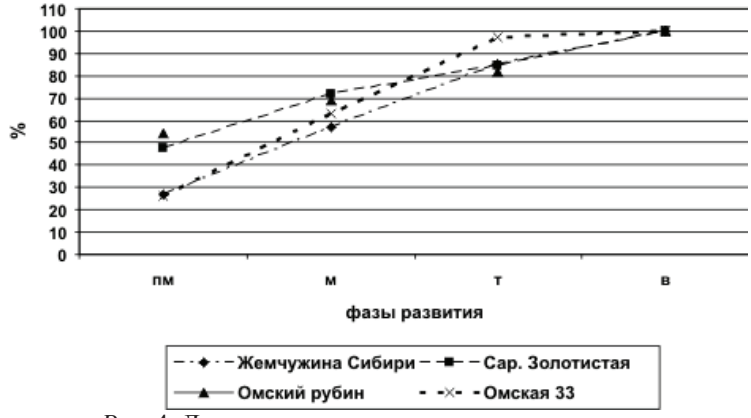


Рис. 4. Динамика накопления сухого вещества по фазам развития, среднеспелые сорта, 2011 г.

В условиях 2011 г. приток пластических веществ в предмолочную фазу у среднеранних варьировал от 31,3 до 39,3%. Средние показатели твердых сортов были равны 35,2%, у мягкой (Памяти Азиева) – 39,7%.

В группе среднеспелых сортов во второй год средний показатель твердых сортов был равным 42,8% (выше на 11%, чем в 2010 г.), с колебаниями по сортам (от 27 до 47,3%). У сорта Омская 33 поступление сухих веществ составило только 26,3% (на уровне предыдущего года). У среднепоздних сортов сортовые различия по сортам твердой

пшеницы колебались от 27,9% до 37,2%. Среднее значение было равным 33%, близким к сорту Омская 35 (35,3%).

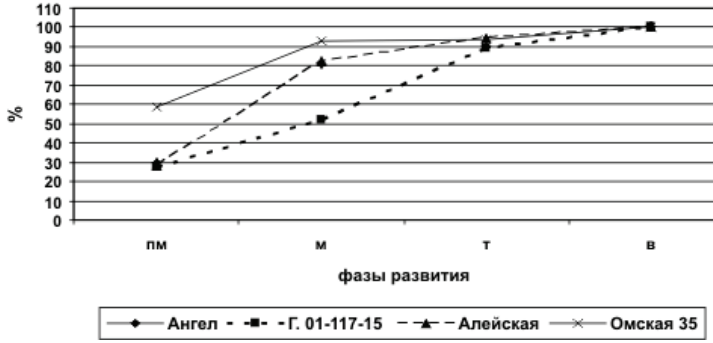


Рис. 5. Динамика накопления сухого вещества по фазам развития, среднепоздние сорта, 2010 г.

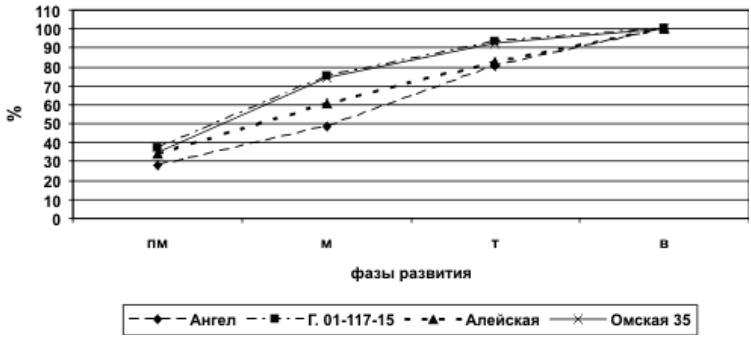


Рис. 6. Динамика накопления сухого вещества по фазам развития, среднепоздние сорта, 2011 г.

На момент завершения молочной спелости накопление сухого вещества в группах среднеранних сортов (твердых) было не ниже, чем в 2010 г. (57,1 против 54,1%). У среднеспелых и среднепоздних сортов этот показатель был ниже на 7,2% и 10,1% в условиях 2011 г. в сравнении с 2010. У сортов мягкой пшеницы в условиях обоих лет показатели были близкими у Памяти Азиева, но у Омской 33 и Омской 35 он увеличился во втором на 8,8% и 18,9%. Наиболее существенные видовые различия проявились в группе среднеранних и среднепоздних сортов (10,1-12,4%) и в меньшей мере среднеспелых (2,8%).

В конце тестообразной спелости в 2011 г. приток пластических веществ ближе к завершению был только у сортов Омская степная, Горд. 01-117-15, Омская 33 и Омская 35. У остальных сортов среднеранней группы показатели были на уровне 88-87%, среднеспелой – 82-85%, среднепоздней – 80-83%. Видовые различия проявились более выраженно в группе среднеспелых сортов (13,3%). В фазе восковой спелости поступление пластических веществ составляло у сортов твердой пшеницы от 9,7 до 19,7%, мягкой – от 3,0 до 16,9%.

Библиографический список

1. *Костромитин В.М.* Способ экологической оценки растений / В.М. Костромитин // Авторское свидетельство 1058544 (СССР) Кл. А 01 Н 1/04, 1983, опубл. Б.И., 1983. – 45.
2. *Коренев Г.В.* Биологическое обоснование сроков и способов уборки хлебов / Г.В. Коренев. – Киев, 1967. – 150 с.
3. *Кулешов Н.Н.* Формирование, налив и созревание яровой пшеницы в зависимости от условий произрастания / Н.Н. Кулешов // Записки Харьковского СХИ. – Харьков, Харьковский университет, 1951. – Т. 7. – С. 51-139.
4. *Носатовский А.И.* Пшеница / А.И. Носатовский. – М.: Колос, 1965. – 567с.

УДК 631.52:633.262 (574.2)

Н.И. Филиппова

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», п. Шортанды, Казахстан

Создание новых сортов костреца безостого на основе сложногибридных популяций для условий Северного Казахстана

Кострец безостый (*Bromopsis inermis* (Leysser) Holub) является ценной культурой как для сенокосов, так и для пастбищ. Еще в 1769 г. пастор Нимрод рекомендовал кострец безостый для укрепления откосов канав и указывал на то, что эта трава должна быть хорошим

кормом для овец, так как самая вкусная баранина получается на выгонах, где он растет. На ведущую роль костреца безостого среди других злаковых трав в производстве кормов указывали и многие другие исследователи [1- 2].

Эта культура переносит затопление талыми водами до 17 дней, не снижая урожайности и, вместе с тем, отличается засухоустойчивостью и жаростойкостью. В настоящее время кострец безостый широко возделывается в северных областях Казахстана.

Устойчивый рост производства и качество кормов на пашне, особенно в неблагоприятных климатических условиях Казахстана, в значительной степени определяются сортом.

Анализ методов создания сортов данного вида, включенных в Госреестр Республики Казахстан (РК) для возделывания в степной зоне, показал, что они выведены с использованием традиционных методов селекции: массового, биотипического, индивидуально-семейственного отборов и гибридизации. Поэтому для повышения эффективности селекционных исследований существует необходимость в привлечении новых методов при создании сортов костреца безостого. В нашей работе представлены результаты создания новых сортов костреца безостого на основе сложногибридных, в том числе синтетических популяций с использованием метода-поликросса.

В качестве исходного материала использованы 18 дикорастущих популяций костреца безостого различного эколого-географического происхождения, собранные в экспедициях 1980-1986 гг. сотрудниками ВНИИЗХ им. А.И. Бараева на территории бывшего СССР, а также сорта, созданные для условий Северного Казахстана, и созданный нами материал методами отбора и поликросса.

Селекционный процесс проходил по полной схеме, наблюдения и учеты по общепринятым методикам [3-4].

Экспериментальный материал обработан статистически по Б. Доспехову и Д. Снедекору с использованием пакета прикладных программ «SNEDECOR» [5-6].

Новые сорта костреца безостого создавали для сенокосного направления использования.

Общая схема селекционного процесса включала следующие питомники: коллекционный, селекционный, поликросса, контрольный, конкурсное, экологическое сортоиспытание и питомники предварительного размножения, рис.1.

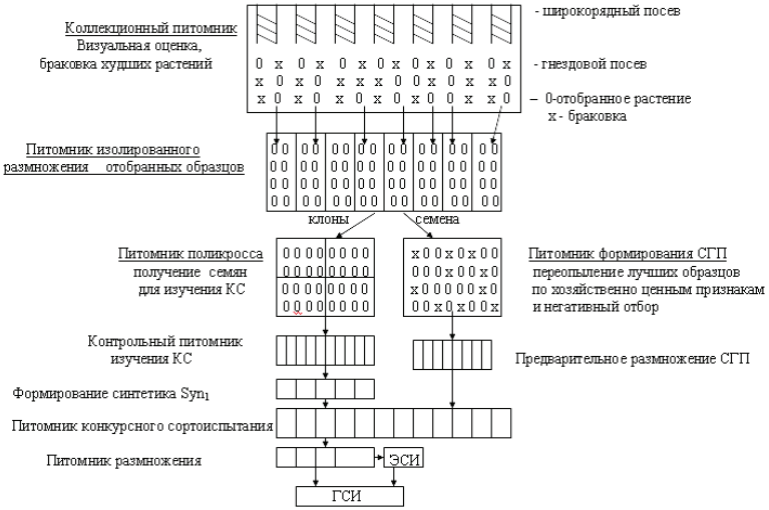


Рис. 1. Общая схема создания сортов
(СГП, в том числе синтетиков) костреца безостого

При оценке коллекционных образцов основное внимание было уделено изучению признаков и свойств костреца безостого, которые лимитируют его возделывание в условиях Северного Казахстана. Это прежде всего зимостойкость, засухоустойчивость, урожайность кормовой массы и семян, устойчивость к наиболее распространенным заболеваниям. Результаты комплексного изучения 18 дикорастущих популяций костреца безостого различного эколого-географического происхождения показали большое их разнообразие по хозяйственно важным признакам и свойствам. В условиях степи Северного Казахстана выделены источники хозяйственно-ценных признаков и свойств, для селекции костреца безостого 8 образцов сенокосного направления использования.

Целенаправленный отбор генотипов по комплексу хозяйственно важных признаков и свойств в значительной степени связан со знанием их сопряженности. Знание этих связей может широко использоваться на первых этапах селекционной работы, когда существует необходимость браковки ненужных генотипов. Для условий степной зоны Северного Казахстана нами выявлена сопряженность основных хозяйственно-ценных признаков для дикорастущих и селекционных сложногибридных популяций костреца безостого. Сложногибридные популяции костреца безостого, созданные селекционным путем, имеют более лабильные по годам изучения корреляционные связи между основными хозяйствен-

но-ценными признаками, чем дикорастущие. Кроме того, выявлено, что отбор на высокую урожайность кормовой массы в условиях степи Северного Казахстана у костреца безостого тесно связан с его высокой засухоустойчивостью и облиственностью [7].

Следовательно, селекционным путем нам удалось изменить корреляционные связи в сторону большей их лабильности, чем у дикорастущих популяций. Причем в зависимости от года изучения в конкурсном сортоиспытании связи у СГП либо исчезали, либо появлялись новые. Это свидетельствует о том, что сложногибридные популяции, в том числе и синтетические, способны приспосабливаться к факторам внешней среды, сохраняя в пространстве и во времени свою продуктивность.

Одним из существенных этапов при формировании гетерозисных синтетических популяций является определение комбинационной способности у составляющих их компонентов. Большая роль при определении КС отводится поликросс-тесту. Этот метод менее трудоемок, чем топкросс и парные скрещивания, и обеспечивает достаточное количество полноценных семян.

Сложная полиплоидная природа и преимущественно перекрестный способ опыления у большинства многолетних злаковых трав предполагают широкое использование в их селекции эффекта гетерозиса, который может сравнительно долго поддерживаться в сложногибридных, можно назвать их, панмиктических популяциях. Для перекрестноопыляющихся анемофильных видов гетерозис может достигаться созданием синтетических популяций (синтетиков), так как схемы скрещиваний с предварительной кастрацией у этих видов довольно трудоемки и экономически невыгодны. Кроме того, в созданных сложногибридных популяциях особи могут свободно скрещиваться между собой, и в процессе воспроизводства таких сортов-популяций образуется сбалансированная система, которая может сравнительно долго сохранять эффект гетерозиса [1].

В наших исследованиях питомник поликросса закладывали в форме, приближенной к квадрату. Клоны или растения в каждом блоке (повторность) рассаживали квадратно-гнездовым способом по одному растению или клону в гнездо. Так как кострец безостый обладает способностью образовывать ползучее корневище от узла кущения, которое с возрастом растений распространяется в ширину и дает подземные побеги, его рассада высаживалась 80х80 см, что не позволило кустам срастаться в течение трех лет жизни в условиях степи с пониженной влагообеспеченностью. Схема организации питомника поликросса приведена на рис. 2.

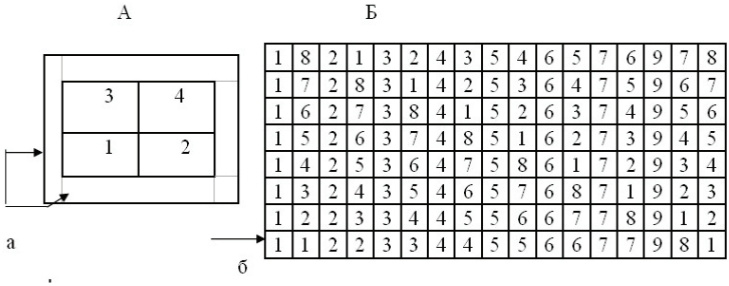


Рис. 2. Схема организации питомника поликросса костреца безостого в НПЦЗХ им. А.И. Бараева (Казахстан).
А – общий вид питомника: 1- 4 – номера блоков (повторностей); а – защитная полоса рассады исходных клонов; Б – схема размещения растений в 1 блоке; б – цифры обозначают номер образца

Разработанная схема организации поликросс - питомника и поликроссные скрещивания для костреца безостого позволяют оценить как общую, так и специфическую комбинационную способность.

Подбор компонентов для формирования синтетика в условиях степи Северного Казахстана целесообразно проводить не только с учетом КС, но и в сочетании с оценкой по другим хозяйственно важным признакам и свойствам с целью исключить потери ценных генотипов. Использование метода поликросса позволяет получить перспективный селекционный материал с высокой комбинационной способностью, что свидетельствует о преимуществе этого метода над методом массового негативного отбора при создании высокоурожайных, зимостойких, засухоустойчивых сортов костреца безостого для условий степи Северного Казахстана [8].

В настоящее время на основе сложногибридных, в том числе синтетических популяций, созданы новые сорта костреца безостого Ишимский юбилейный, Акмолинский изумрудный.

Новый высокоурожайный *сорт костреца безостого Ишимский юбилейный* включен с 2011 г. в Госреестр сортов РК для возделывания по Северо-Казахстанской и Костанайской областям РК. Сорт среднеспелый, отрастает рано весной. За вегетацию формирует один - два травостоя для укоса. Вегетационный период 56-64 дня при уборке на сено и 103 (98-105) дня – на семена. За вегетацию урожайность зеленой массы нового сорта – 14,3 т/га, сухого вещества – 5,5 т/га, семян – 0,4 т/га, стандарта Лиманный соответственно – 11,9; 4,5; 0,3 т/га. В сухом веществе содержится 13,5 % сырого протеина. В экстремальных почвенно-климатических условиях Северного Казахстана обладает высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью.

Сорт костреца безостого Акмолинский изумрудный находится в государственном сортоиспытании. Сорт среднеспелый. Отрастает рано весной, выдерживает затопление весенними талыми водами 10-17 см в течение 10-12 дней. За лето дает 1-2 укоса. Вегетационный период 65 дней при уборке на сено и 102 дня – на семена. Урожайность зеленой массы, сухого вещества, семян сорта в питомнике конкурсного сортоиспытания в среднем за шесть лет (2006-2011 гг.) превысила стандарт Лиманный соответственно на 17,7%, 23,2%, 13,6%. Сорт обладает высокой зимо- и засухоустойчивостью.

Для создания новых сортов костреца безостого с перекрестным способом опыления для условий Северного Казахстана одним из перспективных направлений является использование сложногибридных популяций, созданных селекционными методами.

Библиографический список

1. *Осипова Г.М.* Кострец безостый (Особенности биологии и селекция в условиях Сибири). – Новосибирск, 2006. – 228 с.
2. *Осипова Г.М., Серикпаева С.В*. Создание сорта костреца безостого Рассвет // Кормопроизводство. – 2004. – № 8. – С. 19-22.
3. *Методические указания* по селекции многолетних трав / ВИК; Сост.: М.А. Смурыгин, А.С. Новоселова, А.М. Константинова – М., 1985. – 188 с.
4. *Методика* государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур при МСХ СССР. – М.: Колос, 1985. – Вып. 1. – 276 с.
5. *Доспехов Б.А*. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
6. *Сорокин О.Д*. Прикладная статистика на компьютере / О.Д. Сорокин. – Новосибирск, 2004. – 162 с.
7. *Филиппова Н.И.* Корреляционные связи у дикорастущих и селекционных сложногибридных популяций многолетних злаковых трав в условиях Северного Казахстана / Н.И. Филиппова, Г.М. Осипова // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 10. – С. 14-22.
8. *Осипова Г.М.* Поликросс-метод в селекции многолетних злаковых трав для условий лесостепи Западной Сибири и степи Северного Казахстана / Г.М. Осипова, Н.И. Филиппова // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2009. – № 6. – С. 43-49.

УДК 633.853.52:631.526(571.63)

О.И. Хасбиуллина
ГНУ Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии

Экологическое испытание сортов сои инорайонного происхождения в условиях юга Дальнего Востока

В настоящее время в Российской Федерации соя входит в число экономически выгодных культур, высокое содержание в зерне сои белка и масла ставит её на самое видное место среди возделываемых сельскохозяйственных культур.

Соя – приоритетная культура в земледелии Дальнего Востока, имеющая большое значение в повышении экономического благополучия многих коллективных и фермерских хозяйств. За последние 10 лет ее валовые сборы в регионе возросли в 3,4 раза и достигли в 2011 г. 1109,5 тыс. т, в Приморском крае – 183,3 тыс. т. Дальневосточники впервые перешагнули рубеж, который ставили на 2012 г. – 1 млн т. В настоящий период валовый сбор сои на Дальнем Востоке составляет 70 % от общероссийского. В перспективе возделывание сои в регионе будет увеличиваться за счет повышения ее урожайности, которая в отчетном году составила 14,2 ц/га. Посевные площади в Дальневосточном регионе под ней ежегодно возрастают и в 2011 г. составили 800,5 тыс. га, в Приморском крае – 144,9 тыс. га [1].

Известна высокая реакция сои на длину дня, которая предопределяет выведение большого количества сортов даже одного назначения в пределах одной зоны, в частности, если она простирается с севера на юг. Так, на Дальнем Востоке (12-й регион РФ), на протяженности немногим более 1000 км «соевого пояса» в районировании находятся 27 сортов. В то же время на долготу местности соя слабо реагирует. В связи с чем многие сорта в условиях муссонного климата Приморья не проявляют ряда своих положительных качеств по сравнению с таковыми в зоне их выведения и постоянного возделывания, что еще раз указывает на необходимость создания сортов сои для конкретных микрозон. Поэтому в Дальневосточном регионе селекция сои осуществляется в трех институтах – ВНИИ сои, Приморском и Дальневосточном НИИСХ, а также в небольшом объеме – в ДальГАУ и ДВ ОС ВНИИР [2].

Кроме сортов отечественной селекции на рынке России ежегодно возрастает количество иностранных сортов сои, которые, несомненно, способствуют развитию производства сои, но и создают конкуренцию отечественным сортам, стимулируя повышение эффективности селекционной работы.

В связи с этим в Приморском НИИСХ значительное внимание уделяется закладке экологического сортоиспытания сои, позволяющего дать оценку существующим сортам из разных эколого-географических зон по сравнению с сортами данной территории. В лаборатории селекции сои более пяти лет изучаются многие сорта селекционеров ВНИИ сои, ДальНИИСХ, ряд сортов китайской селекции из Хэйлунцзянской и Цзелиньской провинций Китая, несколько сортов ВНИИМК, Орловской и Волгоградской областей, а также сорта из США, Кореи и Италии. Это позволяет видеть преимущества и недостатки испытуемых сортов при осмотре их специалистами сельского хозяйства, участниками научно-практических конференций и всеми желающими.

Кроме этого, нами усилено внимание на проведение экологических испытаний с целью использования лучших сортов сои в селекции, т.е. вовлечение генофонда лучших зарубежных и отечественных форм для создания высокопродуктивных гибридов сои.

В связи с этим для выявления высокопродуктивных сортов инорайонной селекции при их возделывании в условиях Приморского края в экологическом испытании в 2009 и 2010 г. изучалось 34 сорта, в 2011 – 59 сортов различного эколого-географического происхождения (таблица).

Метеоусловия в годы испытания (2009-2011гг.) имели определенные отклонения от оптимальных. Наиболее благоприятные гидротермические условия для роста и развития сои сложились в 2010 г. В 2009 и 2011 гг. в крае складывались специфические погодные условия для роста и развития сои. При вполне благоприятном температурном режиме весна и начало лета были излишне влажными, июль и август напротив сопровождались резким недостатком влаги. Дефицит влаги с июля по октябрь в 2011 г. составил более 36,4% от нормы, при норме 374 мм. Естественно это негативно отразилось на урожайности ряда сортов сои.

Учет урожайности испытуемых сортов показал, что за годы исследований у амурских сортов он составил от 8,7 до 27,0 ц/га. Наиболее урожайный сорт ВНИИсои в условиях Приморья – Вега (средняя урожайность за три года – 21,9 ц/га), из сортов ДальНИИСХ – Иван Караманов. Сорт Иван Караманов, выведенный для возделывания в северных широтах региона, является лидером по урожайности из сортов хабаровской селекции, его урожайность на уровне среднеспелого стандарта.

Экологическое испытание сортов инорайонного происхождения и их экологическая пластичность (2009-2011 гг.)

Сорт	Урожайность, ц/га			Высота растений, см	Период вегетации, дней	Содержание, %		Устойчивость к болезням, %	b_i	Sd_i^2
	2009 г.	2010 г.	2011 г.			масла	белка			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Приморские (ПримНИИСХ)										
Приморская 81	22,6	22,5	**21,1**	61	116	19,1	39,4	70,0	0,18	0,70
Приморская 69	17,6	20,2	18,3	89	118	22,2	40,3	86,3	0,34	1,10
Приморская 96	22,0	28,2	22,6	80	116	21,4	39,6	77,0	1,23	0,61
Приморская 4	22,3	28,9	22,1	82	116	19,9	39,0	81,7	1,25	1,10
Амурские (ВНИИсои)										
Соната	18,2	17,6	13,9	55	101	19,2	40,6	82,5	0,46	6,18
Лидия	15,0	21,3	14,2	56	104	20,7	38,1	74,0	1,15	1,41
Даурия	14,3	20,9	11,4	56	106	20,0	38,9	72,5	1,48	0,02
Гармония	16,3	18,1	8,7	49	105	21,3	35,1	86,2	1,29	13,30
Вега	19,2	27,0	19,7	69	113	19,2	39,7	57,5	1,23	5,20
Ария	19,9	24,7	13,2	61	107	19,4	40,0	73,2	1,68	5,74
Лазурная	20,7	21,0	13,0	59	109	20,3	38,7	82,0	1,06	16,79
Грация	19,9	18,1	12,2	51	105	19,9	38,3	68,7	0,71	21,52
Хабаровские (ДальНИИСХ)										
Салтус	16,7	20,7	16,6	51	108	20,4	37,6	77,7	0,68	0,95
Гритиказ 80	16,7	27,0	18,4	51	104	18,8	40,4	76,5	1,49	12,78
Марината	20,8	23,3	17,8	49	115	19,9	39,0	66,2	0,81	0,97
Иван Караманов	21,8	28,4	**21,8**	76	117	20,0	38,5	55,2	0,73	10,36
$НСР_{05}$	1,74	1,86	1,92							

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1*Краснодарские (ВНИИМК)*										
Альба	23,3	25,2	20,9	74	117	18,4	41,4	76,2	0,32	0,24
Лира	23,2	26,6	20,2	78	113	20,3	37,5	76,7	0,96	0,56
Дельта	22,7	23,2	17,6	75	114	18,5	40,4	78,0	0,75	6,95
Вилана	22,6	25,6	20,6	66	115	19,6	38,3	81,7	0,76	0,10
Славия	22,1	24,0	16,5	72	114	20,5	36,7	59,2	1,05	6,49
Валента	20,2	22,1	18,2	74	113	19,8	39,0	63,7	0,58	0,35
Американские										
Ходсон	19,3	24,5	19,5	71	117	21,6	36,2	67,3	0,84	2,10
XP 577-1,5	21,7	28,7	24,0	64	115	20,4	37,0	48,7	0,86	9,30
XPV-81	22,7	20,5	17,6	86	114	19,5	39,0	46,2	0,30	11,10
XP 977-1,9	24,3	26,6	20,3	67	115	19,8	38,9	62,5	0,91	2,48
Китайские										
На 6437	22,0	25,9	19,0	72	112	20,0	37,1	55,0	1,04	0,39
На 943	20,0	28,0	19,8	67	116	19,9	38,2	61,2	1,36	3,81
Не 135	21,4	27,8	18,8	64	116	19,1	39,8	82,2	1,40	0,06
На 76-3	22,5	27,5	17,7	65	116	19,0	40,0	58,7	1,46	1,73
Sui 5191	22,9	31,1	19,1	56	115	19,6	40,8	85,2	1,35	0,56
Sui 87-56-68	20,9	31,1	18,1	63	116	19,4	39,3	86,0	2,06	1,23
На 90-67-19	21,1	28,3	**21,5**	71	118	19,3	39,9	79,0	1,16	6,11
Хэнонг 35	20,6	23,9	15,4	65	117	18,7	41,8	82,5	1,23	3,88
Хэнонг 40	21,8	27,7	**22,8**	69	121	19,0	39,4	72,5	0,85	4,25
Хефенг 25	22,6	26,1	19,2	66	116	18,8	40,2	77,5	1,03	0,89
Цзы-Цзао 17	19,9	24,8	19,9	58	112	20,8	38,5	62,2	0,81	1,59
Педро	21,2	33,8	**23,5**	63	118	20,6	37,0	81,2	1,79	20,19
$НСР_{05}$	1,74	1,86	1,92							

Амурские и хабаровские сорта в Приморье из-за ранних сроков созревания, которое наступает на 7-15 дней раньше, чем у приморских сортов, и невысокой урожайности имеют очень ограниченное распространение в крае. Сорта низкорослые, часто наблюдается растрескивание бобов, что ведет к значительной потере зерна при уборке.

Более урожайны в условиях Приморского края сорта сои краснодарской селекции. Выведенные для возделывания на юге европейской части страны со специфическими, стрессовыми погодными условиями, они положительно реагируют на благоприятные по влагообеспеченности погодно-климатические условия Приморья. Из шести изученных сортов ВНИИМК наибольший урожай за три года получен по сортам Альба и Лира, они характеризуются высокой стабильной урожайностью по годам 20,2-26,6 ц/га при более раннем созревании по сравнению со среднеспелым стандартом – Приморская 81.

Американские сортообразцы положительно реагируют на погодные условия Приморья, наиболее урожайными за годы исследований были сорта ХР-577-1,5 и ХР 977-1,9. Их урожайность колебалась 20,3-28,7 ц/га и достоверно превышала стандарт – Приморской 81в 2010 г. на 10-18%, при более раннем созревании семян.

Китайские сорта в испытании представлены в основном сортами института сои ХАСХН – Хейлунцзянская провинция, сорт сои Цзы-Цзао 17 – селекции Цзилиньской академии наук (Цзилиньская провинция). В 2010 г. уровень урожайности лучших сортов данной группы (Sui 5191, Sui 87-56-68, Ha 90-67-19 и Ha 943) на 24-38% был выше, чем у стандарта, и составлял 28,0 и 31,1 ц/га, при периоде вегетации, близкому к стандарту. Отличительной особенностью сортов китайского происхождения является наличие многосемянных бобов в структуре урожая, сорта среднеспелые, неполегающие.

Итальянский сорт Педро, давший в прошлом году максимальный урожай по питомнику – 33,0 ц/га, в 2011 также сохранил высокий уровень урожайности – 23,5 ц/га, превышая по данному признаку стандарт. Отрицательным качеством сорта является наличие черного рубчика, что существенно ограничивает его применение на пищевые цели.

Природно-климатические условия Приморского края благоприятны для развития многих грибных и других видов болезней на сое. Наиболее вредоносны из них септориоз, церкоспороз, корневые гнили. Анализ сортов экологического испытания показал, что к грибным заболеваниям в той или иной степени восприимчивы все сорта, однако по уровню устойчивости они значительно отличаются как по группам

происхождения, так и внутри самой группы. Так, устойчивыми к поражению комплексом возбудителей были отмечены три сорта амурской селекции (Соната, Гармония, Лазурная), сорт из ВНИИМК – Вилана, четыре сорта китайской селекции (Не 135, Sui 5191, Sui 87-57-68, Хенонг 35) и Педро – Италия.

При характеристике сортов значительный интерес представляют данные по экологической пластичности и стабильности урожаев по годам и условиям произрастания.

Экологическую пластичность сортов оценивали по двум показателям – коэффициенту регрессии и среднеквадратическому отклонению от линий регрессии, или вариансе стабильности. Оценка экологической пластичности проведена по методике Эберхарта и Рассела в изложении В.З. Пакудина [3, 4]. Чем выше числовые значения коэффициента, тем больше реакция сорта на улучшение условий его возделывания. Рассчитываемая варианса стабильности определяет амплитуду колебания урожаев сорта, или стабильность их урожаев в различных условиях. Чем меньше числовое значение вариансы, тем более стабилен урожай конкретного сорта. Таким образом, наилучшие показатели имеют сорта, для которых коэффициенты регрессии выше, а среднеквадратические отклонения ниже.

При анализе сортов сои экологического испытания за последние три года по реакции изменения урожайности на изменение условий испытания нами выделены группы стабильных сортов, где коэффициент регрессии до 1, это сорта приморской селекции (Приморская 81) $b_i = 0,67$, хабаровской (Салтус и Марината), у пяти изучаемых сортов краснодарской селекции в годы испытания отмечалась толерантность к стрессам, коэффициент регрессии = 0,74, урожайность американских сортов также достаточно стабильна при различных погодных условиях.

Большая часть сортов амурской и китайской селекции достаточно пластичны b_i =1,13-1,25 относятся к сортам интенсивного типа, их генотип положительно откликается на улучшение условий выращивания. Сорта требовательны к высокому уровню агротехники, так как только в этом случае от них можно ожидать максимум отдачи. Сортообразцы сои китайского происхождения На 6437 и Хэфенг 25 в годы исследований проявили себя как стабильные образцы.

В итоге можно сказать, что большинство сортов сои, полученных из Китая, США, ВНИИМК, наиболее полно реализуют свой генетический потенциал в природно-климатических условиях Приморья, чем сорта ВНИИ сои и ДальНИИСХ, выведенные для возделывания в

северных широтах региона. Привлечение в селекцию лучших сортов из выделившихся эколого-географических групп в качестве источников хозяйственно-ценных признаков позволит нам устранить генетическое однообразие районированных сортов.

Библиографический список

1. *Инновационная* деятельность аграрной науки в Дальневосточном регионе: сб. науч. тр. / Россельхозакадемия. Дальневост. регион. науч. центр. Примор. НИИСХ. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 362 с.
2. *Соя* на Дальнем Востоке / А.П. Ващенко, Н.В. Мудрик, П.П. Фисенко, Л.А. Дега, Н.В. Чайка, Ю.С. Капустин; науч. ред. А.К. Чайка; Россельхозакадемия, ДВ РНЦ, Примор. НИИСХ. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 435 с.
3. *Пакудин, В.З.* Параметры оценки экологической пластичности / Теория отбора в популяциях растений. – Новосибирск, 1976. – С. 178-189.
4. *Eberhart, S.A.* Stability paraveters for comparing varieties / S.A. Eberhart, W.A. Russell. – Corp Sci. – Vol. 6. – 1966. – № 1. – P. 36-40.

УДК 581.192.6

В.Г. Ушакова, Т.А. Стрельцова, Е.П. Черткова
Горно-Алтайский государственный университет

К вопросу о физиологической активности тяжелых металлов в растениях (токсичность и толерантность)

Одной из важнейших проблем экологической физиологии растений является изучение ответной реакции растений на ионы тяжелых металлов (ТМ), которые при повышенных концентрациях оказывают токсическое действие на самые разнообразные физиологические процессы. Данная проблема имеет не только несомненное практическое значение, связанное с возрастающим загрязнением окружающей среды ТМ, но и важное научное, определяющее направление исследований в области изучения механизмов адаптации и устойчивости растений к ТМ.

Находясь в биологическом круговороте, внедряясь в систему почва-растение-животное-человек, ТМ влияют на физиологические процессы, протекающие в живых организмах, и в конечном итоге оказывают как положительное, так и негативное воздействие на здоровье населения (Ильин В.Б., 1991).

К тяжелым металлам (ТМ) относится более 40 химических элементов периодической системы Д.И. Менделеева, масса атомов которых составляет свыше 40 атомных единиц (а.е.м.) (Алексеев, 1987).

Многие авторы, в том числе А. Кобата-Пендиас (1989), все ТМ делят на группы, в зависимости от проявления их в почве и растениях. К первой группе ТМ относят необходимые микроэлементы для нормального физиологического развития растений и животных – это Cu, Fe, Ni, Mn, Co, K, Cd, Mg, Cs, Mo, Ca, Zn, Sr. Эти элементы обнаружены во многих тканях и органах живых организмов, где выполняют роль эссенциальных элементов, т.е. необходимые. Вторая группа – это ТМ, имеющие выраженное токсическое действие, к ним относят Hg, Cr, Pb, Tl, Be. Эти элементы очень редко встречаются в живых организмах, но если обнаруживаются, то в очень малых количествах и практически не несут никакой физиологической нагрузки. Зато хорошо известны как особо опасные токсиканты.

На территории Республики Алтай (РА) проявляются практически все ТМ, но нас интересуют наиболее токсичные. В силу этого нашей целью исследования явилось действие именно этих ТМ на организм растений, на всех уровнях его развития, на клеточном, тканевом, организменном, генетическом и товарном уровнях.

К числу первых работ о роли ТМ, как микроэлементов, о их влиянии на живые организмы можно отнести труды А.П. Виноградова (1952, 1963 гг.). З.И. Благовещенская (1961) высказала предположение, что главной функцией ТМ является их участие в синтезе белка. Это предложение она обосновала склонностью ТМ к комплексообразованию. В.В. Ковальский (1982) считает, что процессы метаболизма в живой клетке происходят при участии многих металлоферментов, в которых важную роль играют координационные центры, это Mn, Cu, Zn, Co, Mo, Fe, Se.

По данным М.Я. Школьника (1974), такие ТМ, как Cu, Fe, Mn, Zn, участвуют в ключевых метаболических процессах клетки – дыхание, фотосинтез, фиксация и ассимиляция основных питательных веществ, их относят к микроэлементам. Кроме того, металлы-микроэлементы активизируют энзимы или входят в системы металлоэнзимов, участвующих в переносе электронов.

О положительной роли ТМ говорится в работах (Н.М.Чернавской, 1988; М.Я.Школьника,1974), так доказана физиологическая необходимость цинка в метаболизме растений. Цинк влияет на проницаемость мембран и стабилизирует клеточные компоненты и системы у микроорганизмов.

О пользе марганца (Mn) можно говорить бесконечно. Mn способствует ускорению процессов роста и развития растений, играет большую роль в дыхательном процессе (В.В.Ковальсий, 1971; Ю.В. Алексеев, 1987). Биохимической функции меди посвящено достаточно много работ. Из всех опубликованных данных можно сделать следующие выводы: медь присутствует в организмах в комплексных соединениях с низкомолекулярными органическими веществами и протеинами; входит в состав энзимов, имеющих жизненно важные функции для метаболизма растений; играет значительную роль в фотосинтезе, дыхании, перераспределении углеводов; контролирует образование ДНК и РНК (П.А.Власюк, 1969).

Кобальт, так же как медь, марганец и молибден, оказывает положительное влияние на фотосинтез в растениях, активизирует ферменты белкового обмена – аргиназу, лецитиназу, аминопептидазу; положительно влияет на устойчивость растений против неблагоприятных условий среды (П.А.Власюк , 1969 и др.).

Таким образом, жизненно важное значение для растений многих тяжелых металлов, являющихся микроэлементами, доказано. Но крайне необходимо сопряженное изучение химизма растительности и почвы, о чем говорил еще (Алексеев Ю.В.).

Существует большое количество данных, касающихся токсического действия тяжелых металлов и их распределения по органам растений, меньше известно о их внутриклеточном распределении (Алексеев, 1987; Алексеева-Попова, 1991).

Кадмий – элемент чрезвычайно высокой токсичности, он обладает мутагенными свойствами . Содержание Cd в листьях в количестве 150 мг/кг сухой массы вызывает увядание, уменьшение роста. Cd в злаковых культурах в количестве 35,0 мг/кг в листьях на сухую массу вызывает 25% падения урожайности. (Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.).

Содержание таллия в растениях напрямую зависит от концентрации в почве. Установлено, что содержание Tl в травах составляет 0,02-1,0 мг/кг сухой массы. Повышенное содержание Tl в растениях очень токсично для них.

Ртуть легко поглощается растениями из питающих растворов. Есть много свидетельств тому, что возрастание содержания Hg в почве вызывает возрастание содержания Hg и в растениях, при этом, накапливаясь в растениях в высоких концентрациях, она оказывает на них негативное воздействие (А. Кобата-Пендиас, 1989).

Cимптомы отравления ртутью – это обычно задержка роста всходов и развития корней, торможение фотосинтеза и, как следствие — снижение урожайности. Накопление Hg в тканях корней ингибирует поглощение К+ растением, хотя при низкой концентрации Hg наблюдалось и ее стимулирующее действие на потребление К+.

Ряд авторов пытались оценить допустимый предел содержаний ртути в пищевых растениях. Предлагалось значение 50 мкг/кг влажной массы, несмотря на то, что, по оценке Косты и др. фоновые содержания Hg в растениях составляют 1 – 100 мкг/кг сухой массы. Предельно допустимая концентрация Hg в растительных пищевых продуктах должна всегда рассчитываться на основе дневного поглощения ртути конкретной группой народонаселения.

Высокое содержание свинца в питательной среде вызывает снижение хлорофилла, концентрации белка в листьях, нарушение азотного обмена, (Алексеева-Попова Н.В.).

Бериллий – легкий металл, но очень токсичный, в естественных условиях его концентрация в растениях колеблется в пределах 0,001—0,4 мг/кг сухой массы или от <2 до 100 мг/кг в золе. Некоторые виды семейств бобовых и крестоцветных имеют явно выраженную способность накапливать Be, особенно в корневых тканях.

Часто отмечается токсичность Be для растений. Токсичные концентрации Be в созревших листьях составляют чаще всего 10-50 мг/ кг сухой массы. Этот интервал очень изменчив для разных видов и условий произрастания. Уже относительно низкие концентрации Be в растворе (2 – 16 мг/кг, или 10–3 – 10–4 моль Be2+) очень ядовиты для растений. Известно, что Be тормозит прорастание семян и потребление Ca и Mg корнями, вызывает разнообразные эффекты при поглощении P и разрушает некоторые протеины и энзимы. Однако эти процессы еще не до конца понятны. Специфические симптомы токсичности Be у растений неизвестны; обычно проявляющиеся симптомы – бурые недоразвитые корни и чахлая листва.

Рассматривая механизм поглощения тяжелых металлов из почвы в растения, можно говорить о барьерном (не концентрирующем) и безбарьерном (концентрирующем) типах накопления элементов. Барьер-

ное накопление характерно для большинства высших растений и не характерно для мохообразных и лишайниковых. Это одно из свойств высокоорганизованных растений и, вероятно, может являться одной из важных характеристик уровня развития (В.Б. Ильин, 1991).

Тип накопления химических элементов, находящихся в больших концентрациях в питающей среде, зависит от фаз вегетации растений. Безбарьерное накопление характерно для фазы проростков, когда у растений нет дифференциации надземных частей на различные органы, и в заключительные фазы вегетации – после созревания, а также в период зимнего покоя, когда безбарьерное накопление может сопровождаться выделением избыточных количеств химических элементов в твердой фазе, в виде биолитов – биогенных минералов в живых тканях растений (Ковальский В.В.).

Итак, на поступление тяжелых металлов в растения влияют такие факторы, как биологические особенности растений, тип почвы, ее гранулометрический состав, содержание органического вещества, емкость поглощения и др. (Алексеев, 1987; Ильин, 1991).

Таким образом, на поступление тяжелых металлов в растения влияют такие факторы, как биологические особенности растений, тип почвы, ее гранулометрический состав, содержание органического вещества, емкость поглощения и др.

Многие виды растений способны накапливать ТМ и их содержание может в десятки и сотни раз превышать содержание в окружающей среде.

По способности к аккумуляции ТМ выделяют две контрастные группы растений: «исключатели», у которых тяжелые металлы накапливаются главным образом в корневой системе, и «аккумуляторы», у которых они накапливаются в больших количествах в надземных органах. Это особенность разных групп растений, которую ученые объяснить не могут. Чтобы избежать неправильного выбора при изучении цитогенетического эффекта опасных токсикантов, мы выбрали для исследования модельный объект – классический цитогенетический объект Allium fistulosum (лук-батун), и разработали схему изучения биологического действия супертоксикантов разными концентрациями на клеточном (временные препараты), тканевом (всхожесть и энергия прорастания) и организменном уровне.

Библиографический список

1. *Алексеев Ю.В.* Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.

2. *Алексеева-Попова Н.В.* Накопление цинка, марганца и железа при разном уровне меди в среде // Растения в экстремальных условиях минерального питания. – Л., 1983. – С. 54-64.
3. *Виноградов А.П.* Геохимия /А.В. Виноградов. – 1962. – №7. – С. 555-571.
4. *Власюк П.А.* Биологические элементы в жизнедеятельности растений. – Киев: Наукова думка, 1969. – 516 с.
5. *Ильин В.Б.* Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
6. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
7. *Ковальский В.В., Раецкая Ю.И., Грачева Т.И.* Микроэлементы в растениях и кормах. – М.: Колос, 1971. – 235 с.
8. *Школьник М.Я.* Микроэлементы в жизни растений. – Л., 1974. – 342 с.
9. *Черновская Н.М.* Физиология растительных организмов и роль металлов. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – 157 с.
10. *Материалы* 10-го съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2007. – 1089 с.

УДК 633.1:631.527 (571.1)

В.П. Шаманин, А.И. Моргунов, С.Л. Петуховский, М.А. Левшунов, Ш.Рсалиев, И.В. Потоцкая, И.И. Каракоз, А.Т. Табаченко, Ю. С. Краснова

ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина»

Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине в условиях Западной Сибири – реальность и перспективы

Западная Сибирь является одним из ведущих регионов страны по производству высококачественного зерна пшеницы. Однако здесь отмечаются значительные колебания урожайности зерна по годам из-за периодически повторяющейся засухи, а во влажные годы из-за эпифитотии болезней с воздушно-капельной инфекцией. Потепление

климата, применение энергосберегающих технологий, которые предусматривают оставление растительных остатков на поверхности, способствуют накоплению инфекций, в связи с этим эпифитотийная нагрузка на посевы пшеницы увеличивается. Наш анализ изменения температуры воздуха за последние 50 лет в Омском регионе показал, что наблюдается существенное повышение температуры. Коэффициент детерминации по среднегодовым показателям средней минимальной температуры воздуха составил 0,251 (достоверно при P=99,9), по показателям средней максимальной температуры воздуха коэффициент детерминации составил 0,151 (P=99), оба коэффициента достоверны на высоком уровне значимости. Тенденция потепления отмечается в основном в весенний, летний и осенний периоды. Весной отмечается достоверная тенденция увеличения минимальной температуры воздуха в мае (r^2=0,142), летом, соответственно, в августе (r^2=0,177) и в июне (r^2=0,094). В июне наблюдается тенденция увеличения как минимальной, так и максимальной температуры воздуха (r^2=0,092). При общем увеличении средних показателей температуры воздуха количество осадков остается прежним, следовательно, вероятность засушливых лет возрастает.

Линия тренда средней урожайности яровой пшеницы в Омской области за последние 50 лет показывает положительную тенденцию роста урожайности, несмотря на потепление климата. В мировой практике средний ежегодный прирост в 1-1,5% считается хорошим. В Омской области ежегодный прирост составил 10,495 кг, или 1,69% в сравнении со средней урожайностью за период 1961–1965 гг. – это высокий показатель. Рост урожайности, безусловно, связан с успехами селекции, этому способствовали также новые агротехнологии в широком смысле, использование удобрений, новых систем сельскохозяйственных машин, повышение общей культуры земледелия. Сравнительный опыт сортов Саратовская 29, которая высевалась на основных площадях в 60–70-е гг. прошлого столетия, и Сибаковская 3, районированная в 1980 г., показал, что в среднем за 39 лет испытания урожайность Саратовской 29 составила 25,4, а у Сибаковской 3 – 28,6 ц/га. В засушливые годы урожайность Сибаковской 3 не опускалась ниже, чем у Саратовской 29, в благоприятные годы она достигала 50 ц/га, а у Саратовской 29 не выше 40 ц/га. Данный опыт конкурсного испытания является подтверждением значимости сорта в повышении урожайности в регионе. В последние 20 лет в ОмГАУ созданы новые сорта, которые существенно превосходят Сибаковскую 3

по урожайности зерна, прежде всего за счет их большей устойчивости к бурой ржавчине, которая в годы эпифитотий снижает урожайность до 30% и более. Среди них Эритроспермум 59, Терция, Нива2, Соната, Дуэт, Сибаковская юбилейная и ОмГАУ 90. Сравнительный анализ прогресса урожайности по новым сортам свидетельствует о положительной динамике роста (в среднем за 20 лет ежегодный прирост составил 53 кг/га). Сорта яровой пшеницы, созданные в ОмГАУ, занимают более 400 тыс. га в Омской области и, безусловно, явились одним из факторов роста урожайности в регионе, несмотря на изменение климата. Сорта последних лет других селекционных учреждений также отличаются большей устойчивостью к болезням. Наши расчеты по росту средней урожайности сортов яровой мягкой пшеницы на Москаленскому ГСУ, который находится в зоне южной лесостепи Омской области, за период с 1981–2011 гг. показал, что по среднепоздним сортам, которые высеваются, как правило, в первый срок сева за 31 год отмечен достоверный рост, в среднем за год на 1,01% (R^2=0,136). Во второй срок сева по сортам среднеспелого типа отмечен еще больший прирост урожайности за этот же период, коэффициент детерминации (R^2) составил 0,234 (достоверность при P=0,99). Ежегодный рост составил 1,8%. В абсолютных величинах средняя урожайность за 31 год составила 30,1 ц/га, отмечен рост на 12,9 ц/га – с 23,4 до 36,3 ц/га.

Потенциал урожайности современных сортов достаточно высокий, о чем свидетельствуют выше приведенные данные, главная задача селекции – это сохранить урожай от болезней и других негативных факторов окуружающей среды. В последние годы, наряду с традиционными болезнями (бурая ржавчина, септориоз, пыльная головня, и др.), возросла угроза эпифитотий стеблевой ржавчины, потери урожая зерна от которой могут достигать до 50% и выше (Койшибаев, 2002; Шаманин и др., 2010).

В 1999 г. в Уганде было впервые отмечено поражение стеблевой ржавчиной генотипов с геном *Sr31*, которые до того времени практически не поражались. Данный единичный случай оповестил мир о появлении новой агрессивной расы стеблевой ржавчины, получившей имя *Ug99*. В настоящее время данная раса обнаружена в странах Ближнего Востока и продолжает миграцию в направлении среднеазиатских стран (Singh, 2008). Существует вероятность ее заноса через Казахстан на территорию Западной Сибири. Поиск источников устойчивости в качестве исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине в условиях региона и создание устойчивых сортов является актуальной проблемой.

На основании оценки устойчивости и степени поражения набора линий с идентифицированными генами определены наиболее эффективные по устойчивости гены *Sr* к популяции рас *P. graminis f.sp. tritici,* распространенной в Западной Сибири.

Выделены иммунные к стеблевой ржавчине *P. graminis f.sp.tritici* линии с генами: *Sr9e, Sr24, Sr25, Sr26, Sr27, Sr31, Sr33, Sr35, Sr36, Sr38, SRDP-2* с группой (пирамидой) генов *Sr7a+Sr12+Sr6* и линии с неустановленной генетической природой устойчивости Norm, Debeira, Bacanora, Hidhab, Cham 10.

Высокую полевую устойчивость имели линии с генами *Sr9G, SR11RA, Sr13, Sr26, Sr32*, а также линии с комплексом (пирамидой) генов устойчивости *Sr2+Sr23, Sr26+Sr9G, Sr33+Sr5* и линии с неустановленной генетической природой устойчивости Cham 6, EL Nielain, Gemmeiza-9, Chamran, nqalab91, Aguilal, твердая пшеница Carim, Altar. Линии с эффективными генами *Sr* целесообразно использовать в селекции на устойчивость к стеблевой ржавчине в условиях Западной Сибири.

В результате анализа структуры популяции стеблевой ржавчины Западной Сибири было выявлено семь патотипов *P. graminis f.sp. tritici* : TDR/BL, TFH/BB, KKH/DG, BKR/BG, FBC/BB, BBB/BB, из них наиболее вирулентными патотипами оказались TDR/BL, TFR/NL и KKH/DG, поражающие 7-8 генов *Sr* из 20. Отличительная черта этих патотипов в том, что они превосходят другие патотипы по количественному составу вирулентности к генам *Sr*.

Известно, что раса *Ug99* (патотип TTKS, позже был назван TTKSK) до 2000 г. является единственной расой *P. graminis tritici* в мире, вирулентной к гену *Sr31, Sr24, и Sr36*. В наших исследованиях линии с данными генами проявили иммунитет, что свидетельствует об отсутствии данной вирулентной расы на территории Западной Сибири.

Проведенная оценка сибирской коллекции сортов и линий в условиях малого опытного поля ОмГАУ показала, что только 10% образцов имели устойчивость к сибирской популяции стеблевой ржавчины, со степенью поражения до 5%. Умеренную устойчивость проявили 27% образцов (поражались до 20%), остальные 67% коллекции были поражены в значительной степени. По результатам оценки этих же образцов коллекции в институте фитопатологии Кении (Африка) все образцы были в значительной степени поражены вирулентной расой Ug 99, и только сорт Зарян имел степень поражения до 20%. Это указывает на необходимость расширения генотипического разнообразия сибирской коллекции и поиск источников устойчивости к стеблевой ржавчине.

Новая коллекция была сформирована из сортов и линий питомника КАСИБ, которые были выделены по результатам оценки на фитоучастке в Кении (со степенью поражения вирулентной расой *Ug99* до 20 %).

В 2010-2011 гг. проведена оценка данной коллекции по устойчивости к стеблевой ржавчине и урожайности в условиях южной лесостепи Западной Сибири (опытное поле ОмГАУ). По результатам оценки выявлено, что все из них устойчивы к популяции рас стеблевой ржавчины Западной Сибири.

Образцы Lut.23419; BC2E.59/L.20639 (22918); Эритр.23442; Эритр.23334; NS888Lr19 x Kormovaya12, обладающие относительной устойчивостью в полевых условиях к расе Ug99 и достаточно высокой устойчивостью по лабораторной оценке в стадии проростков, предположительно имеют в генотипе гены с высокой экспрессией, обусловливающей их устойчивость, что также не исключает полигенный тип устойчивости. Полевая устойчивость образца Om.20/Irt.10//L.444/3/Aktyube/4/L.444 с поражением, равным 10%, и типом поражения S, а также восприимчивостью в стадии проростков указывает на полигенную природу устойчивости. Устойчивость образца NS888Lr19/Lut.45-95 в стадии проростков варьировала от 2 + до 4, что может свидетельствовать либо о расщеплении генотипа данной линии, либо о постепенной потери устойчивости, что может быть связано с полигенной природой признака.

На основании полученных данных фенотипирования созданной коллекции источников устойчивости выделены линии и сорта яровой мягкой пшеницы по комплексу хозяйственно-ценных признаков: BC1E59/L20639(22889), NS888Lr19 x Kormovaya12, Om.20/Irt.10// L.444/3/ Aktyube/4/L.444, NS888 Lr19/L45-95, Эритр.E 23334, Эритр. E 23442, BC2E 59/L.20639 (22918), Lut 23419 и сорт Челяба 75. Выделенные сорта и линии целесообразно включить в селекционный процесс в качестве родительских форм для гибридизации в условиях Западной Сибири .

Лучшая селекционная линия, отобранная из гибридной комбинации (Омская 20 х Иртышанка 10) х Лют.444) х (Актюбе х Лют.444), отличается комплексом хозяйственно-ценных признаков: высокая устойчивость к стеблевой ржавчине (поражение сибирской популяцией рас до 5MR, расой Ug99 до 10 S), достоверно превосходит стандартный сорт Омская 35 по урожайности; высокая масса 1000 семян (45,5 г), Кхоз =41%, содержание белка 17,4% и сырой клейковины 34%. Линия представляет селекционную ценность для условий Запад-

но-Сибирского региона и передана в контрольный питомник ОмГАУ для дальнейшей оценки в питомниках селекционного процесса.

Библиографический список

1. *Каталог сортов* яровой мягкой пшеницы: оценка устойчивости к местной популяции стеблевой ржавчины в условиях Западной Сибири и к вирулентной расе Ug99 в Кении (Африка) / И.Е. Лихенко, В.П. Шаманин, А.И. Моргунов, М.А. Левшунов, П.И. Степочкин. – Новосибирск, 2011. – 23с.
2. *Койшибаев* М. Болезни зерновых культур: симптомы, распространение и вредоносность, специализация, биологические особенности, структура популяций возбудителей и интегрированная защита посевов. – Алматы: «Бастау», 2002. – 368 с.
3. *Селекция* яровой мягкой пшеницы на устойчивость к местной популяции и к вирулентной расе Ug 99 стеблевой ржавчины в условиях Западной Сибири / В.П. Шаманин, А.И. Моргунов, Я. Манес, Ю.И. Зеленский, А.С. Чурсин, М.А. Левшунов // Информ. вестн. ВОГиС . – 2010. – Т. 14, №2. – С. 223-231.
4. *Spring wheat* breeding for leaf and stem rusts under West Siberia environment / V. Shamanin, A. Morgounov, Y. Zelenskiy, Y. Manes, A. Chursin, M. Levshunov // 8th International Wheat Conference : Abstracts of oral poster presentations 1-4 June, 2010, St. Petersburg, Russia. – St. Petersburg, 2010. – P. 314.
5. *Will Stem Rust* Destroy the World's Wheat Crop?/ R. P. Singh et al.// Advances in Agronomy. – 2008.– Vol. 98.– 310 p.

УДК 631.523.4:633.11. «321»

С.С. Шепелев

ГНУ Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии

Оценка селекционного материала по степени доминирования и показателям трансгрессии

Важнейшими элементами структуры урожая являются число зерен и масса зерна главного колоса, поскольку они тесно коррелируют с продуктивностью растения. На выраженность данных признаков су-

щественное влияние оказывают условия внешней среды, что затрудняет отбор и оценку селекционного материала. Признаки контролируются сложной генетической системой и во многом зависят от генотипа сорта и условий выращивания. Для эффективной селекционной работы необходимо знать генетические параметры этих признаков у вовлекаемых в скрещивания сортов в конкретных условиях. У гибридов F_1 это показатели степени доминирования наследования, у гибридов F_2 – частота и степень трансгрессий[6].

Цель исследований: генетический анализ признаков число зерен и масса зерна главного колоса у сортов и линий яровой мягкой пшеницы, созданных в СибНИИСХ.

В задачи исследований входило:

1. Определить степень доминирования гибридов F_1 по числу зерен и массе зерна главного колоса.

2. Определить степень и частоту трансгрессии у гибридов F_2 по числу зерен и массе зерна главного колоса в топкроссной схеме скрещиваний.

3. Выделить лучшие комбинации для использования в селекции на повышение продуктивности.

Материал исследований

Материнские формы: Геракл, Омская 38, Омская 35, Памяти Майстренко (П. Майстренко), Лютесценс 310/00-10 (Л.310/00-10), Лютесценс 311/00-22 (Л.311/00-22), отцовские формы: Омская 36, Омская 39, Омская 41.

Гибриды получены в 2008 г. в полевых условиях и размножены в ИЦиГ. В 2009-2011 гг. опыты закладывались на полях СибНИИСХ. Посев проводился ручной сажалкой на глубину 5см по схеме $P_1 – F_1 – F_2 – P_2$. Повторность четырехкратная. Норма высева 10 шт. зерен на погонный метр. Площадь питания растений 5 х 20 см. Фенологические наблюдения и учеты проводились согласно рекомендациям [5]. Степень и частота трансгрессии вычислили по методике Г.С. Воскресенской и В.И. Шпота (1967 г.)[1,2]. Степень доминирования вычислили по методике G.M. Beil, R. E. Atkins (1965 г.) [1,7]. Годы проведения исследований были довольно контрастны между собой по влаго- и теплообеспеченности.

Результаты исследований

В лабораторных условиях проведен анализ структуры урожая по основным количественным признакам. Анализ результатов по степе-

ни доминирования гибридов F_1 позволил утверждать о наличии эффекта гетерозиса, на основании которого были рассчитаны частота и степень трансгрессии.

Гетерозис, или гибридная сила, – сложное общебиологическое явление, отмеченное у некоторых гибридов первого поколения, выражающееся в их превосходстве по одному или нескольким признакам над лучшей родительской формой [8].

Степень доминирования – показатель, характеризующий превосходство гибридов F_1 над родительскими формами. Степень доминирования гибридов первого поколения характеризует их ценность для дальнейшей селекции. Путем установления степени доминирования можно судить о возможности эффективного отбора в популяции на данный признак. Гетерозис и депрессия указывают на превосходство или недостаток гибридов по отношению к родительским формам и не дают полную картину о точном проявлении признака, только промежуточное состояние наиболее полно отражает выраженность признака на ранних поколениях. Поэтому изучение данного показателя имеет важное место для определения ценности той или иной комбинации для дальнейшей селекции.

Размах значения признака число зерен главного колоса за годы исследования был у F_1 от 23,4 шт. в 2009 г. (П. Майстренко / Омская 39), по 71,6 шт. в 2010 г. (Геракл / Омская 41), у F_2 от 18,6 шт. в 2009 г. (Омская 38 / Омская 36), по 60,1 шт. в 2010 г. (Геракл / Омская 41). Анализ гибридов F_1 показал, что признак в основном наследуется по типу сверхдоминирования и промежуточного наследования. Стабильность характера наследования отмечена у большинства комбинаций с участием тестера Омская 41. Устойчивый гетерозис проявился во всех комбинациях с участием сортов Геракл и Омская 41. Гетерозисный эффект в отношении гибриды-родители наиболее сильно проявился в комбинациях с участием сорта Геракл, хотя он отмечен и по другим комбинациям. Наименьшая депрессия по гибридам F_1 отмечена в 2011 г., а наибольшая депрессия отмечена в 2010 г. Сильно были подвержены депрессии гибриды с участием сорта Памяти Майстренко (табл.1).

Размах значения признака масса зерна главного колоса за годы исследования был у F_1 от 0,6 г в 2009 г. (Омская 35 / Омская 36), по 3,44 г в 2009 г. (П. Майстренко / Омская 36), у F_2 от 0,48 г в 2009 г. (Омская 38 / Омская 36), по 2,23 г в 2010 г. (Геракл / Омская 41 и Омская 35 / Омская 41). Анализ гибридов F_1 показал, что признак в основном наследуется по типу сверхдоминирования и промежуточ-

ного наследования. Стабильность характера наследования отмечена у большинства комбинаций с участием тестера Омская 39. Устойчивый гетерозис проявился во всех комбинациях с участием сортов Омская 38 и Омская 39. Гетерозисный эффект в отношении гибриды-родители наиболее сильно проявился в комбинациях с участием сорта Геракл, хотя он отмечен и по другим комбинациям. Наименьшая депрессия по гибридам F_1 отмечена в 2011-2010 гг., а наибольшая депрессия отмечена в 2009 г. Сильно были подвержены депрессии гибриды с участием перспективной линии Лютесценс 310/00-10 (табл. 1).

Таблица 1

Степень доминирования массы зерна и числа зерен главного колоса у гибридных популяций F_1 2009-2011 гг., %

Тип наследования	М.З.Г.К.			Ч.З.Г.К.		
	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Сверхдоминирование: положительное (гетерозис)	61	28	78	67	22	67
отрицательное (депрессия)	17	6	6	6	11	6
Промежуточное наследование с уклонением: в сторону лучшего Р	17	28	17	17	50	22
в сторону худшего Р	6	38	0	11	17	6

Примечание. М.З.Г.К. – масса зерна главного колоса; Ч.З.Г.К. – число зерен главного колоса.

В табл. 1 представлены данные степени доминирования гибридов в 2009-2011 гг.

На основании полученных результатов по степени доминирования гибридов F_1 появилась возможность дальнейшего изучения характера наследования признаков и определения превосходства гибридов F_2 на основании расчетов степени и частоты трансгрессии.

Понятие трансгрессивной изменчивости зависит от условий внешней среды. Отбор трансгрессивных растений возможен только в поздних поколениях гибридов, на ранних этапах селекционного процесса довольно сложно утверждать о ценности трансгрессивных форм. Трансгрессия выражается степенью и частотой. Частота указывает на процент растений, превышающих лучшую родительскую форму. С присутствием в опыте высоких значений частоты трансгрессии наблюдается наличие гетерозисного эффекта. Степень трансгрессии указывает на превосходство лучшей гибридной формы над родительским растением.

Показатели частоты и степени довольно связанные величины, если растение имеет высокую частоту, но низкую степень – это может свидетельствовать о небольшом превышении значения признака у гибридов над родителями, т.е. о проявлении промежуточного наследования, а если гибриды имеют высокую степень, но низкую частоту, то можно утверждать, что популяция не однородна и есть растения, которые заметно выделяются из всей комбинации. Если комбинация сочетает в себе как высокую степень, так и частоту трансгрессии, то можно судить о проявлении сильного гетерозисного эффекта в комбинации [3,4].

В табл. 2 и 3 представлены данные по частоте и степени трансгрессии гибридов F_2 в 2009-2011 гг.

Таблица 2

Частота трансгрессии у гибридных популяций F_2, %

Сорт, линия	Ч.З.Г.К.			М.З.Г.К.		
	Омская 36	Омская 41	Омская 39	Омская 36	Омская 41	Омская 39
	2009 г.			2009г.		
Геракл	3,3	33,3	20	5,4	19,1	22,7
Омская 38	0	28,6	12,5	0	6,1	0
Омская 35	1,8	5,1	27,8	0	28,8	16,7
П. Майстренко	3,5	6,9	5,3	0	6,9	5,3
Л. 310/00-10	0	5,7	2,6	0	0	2,5
Л. 311/00-22	8,3	13,8	4,4	5,8	47,5	9,1
Год	2010 г.			2010 г.		
Геракл	0	5,26	0	2,38	10,53	0
Омская 38	4,26	0	0	2,13	0	0
Омская 35	2,44	4	0	4,88	6	0
П. Майстренко	2,36	3,45	1,54	13,16	1,72	0
Л. 310/00-10	4,48	3,85	0	10,45	3,85	0
Л. 311/00-22	8,19	5,71	0	3,87	0	0
Год	2011 г.			2011 г.		
Геракл	0	3,95	1,08	4,2	4,74	2,16
Омская 38	7,77	3,88	0,86	3,33	0,97	5,22
Омская 35	2,55	2,94	0,79	1,7	4,9	4,74
П. Майстренко	0	0	0,88	0	1,5	1,76
Л. 310/00-10	0,86	0	0	4,3	5,5	2,31
Л. 311/00-22	0,72	1,6	0,69	10,8	2,4	1,38

Таблица 3

Степень трансгрессии у гибридных популяций F_2, %

Сорт, линия	Ч.З.Г.К.			М.З.Г.К.		
	Омская 36	Омская 41	Омская 39	Омская 36	Омская 41	Омская 39
	2009 г.			2009 г.		
Геракл	16,9	55	38,5	21,7	105	73,3
Омская 38	-38,5	50	21,2	-39,1	100	0
Омская 35	12,3	19,2	40,4	-0,9	57,5	75,3
П. Майстренко	3,1	52,5	23,1	-10,9	49,2	49,3
Л. 310/00-10	-6,2	12,3	5,3	11,3	-6,3	12,0
Л. 311/00-22	27,7	22,4	5,2	13,9	127,5	14,0
Год	2010 г.			2010 г.		
Геракл	-5,15	28,87	-14,81	0,31	18,65	-4,91
Омская 38	62,5	-7,95	-12,96	36,85	-23,71	-23,29
Омская 35	1,12	10,11	-17,59	8,02	21,91	-35,04
П. Майстренко	5,13	8,64	0,93	26,36	0,31	-13,25
Л. 310/00-10	11,39	2,47	-15,74	37,89	27,6	-10,68
Л. 311/00-22	17,07	15,85	-15,74	8,91	-2,8	-15,6
Год	2011 г.			2011 г.		
Геракл	-2,53	7,6	2,41	33,1	28,4	13,57
Омская 38	14,29	14,71	8,43	21,48	3,93	38,21
Омская 35	21,62	27,03	13,25	13,57	31,85	11,07
П. Майстренко	-4,29	-8,96	72,29	-3,93	0,45	53,21
Л. 310/00-10	2,3	0	-2,3	41,07	16,92	19,64
Л. 311/00-22	2,6	12,99	7,23	21,38	8,62	12,07

Наибольшая частота трансгрессии по изучаемым признакам была отмечена в комбинациях с участием тестера Омская 41. Среди материнских форм наибольшая частота отмечена с участием сорта Геракл. Наибольшая частота трансгрессий наблюдалась у гибридов Геракл / Омская 41 и Лютесценс 311/00-22 / Омская 41 как по числу зерен главного колоса, так и по массе зерна главного колоса. Наибольшая степень превосходства гибридов F_2 над родительскими формами отмечена в 2009 г., а в 2010 г. гибриды незначительно превосходили лучшие родительские формы, а комбинации с участием тестера Омская 39 уступили родительскими формам по обоим рассматриваемым при-

знакам. В 2011 г. почти во всех изучаемых комбинациях наблюдалось небольшое превосходство гибридов над родительскими формами по обоим признакам. Показатели частоты трансгрессии свидетельствуют о большом превосходстве гибридов над родительскими формами в 2009 г. по нескольким комбинациям, можно утверждать о наличии гетерозисного эффекта. В 2010 и 2011 гг. не отмечено существенное превосходство, что свидетельствует о большой степени промежуточного наследования и низкой доли гетерозиса у гибридов F_2.

Наибольшую ценность для дальнейшей селекции имеют формы с высокими значениями трансгрессивной изменчивости. Степень трансгрессии имела высокие положительные значения с участием тестера Омская 41. Среди материнских форм наибольшие значения степени трансгрессии отмечены с участием сорта Памяти Майстренко и Омская 35. Самые высокие положительные значения степени трансгрессии были отмечены в следующих комбинациях Геракл / Омская 41 и Омская 35 / Омская 41.

На основании полученных данных можно утверждать, что практическую ценность для дальнейшей селекции имеют большинство изучаемых комбинаций. Ценными для дальнейшей селекции на признаки число зерен и массу зерна главного колоса являются гибриды с участием тестера Омская 41 и материнских сортов Геракл, Памяти Майстренко, Омская 35 и линии Лютесценс 311/00-22.

Библиографический список

1. *Абрамова З.В.* Практикум по генетике / З. В. Абрамова – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1992. – 224 с.
2. *Воскресенская Г.С.* / Руководство по селекции и семеноводству масличных культур / Г.С. Воскресенская, В.И. Шпот. – М.: Колос, 1967 . – С. 173-237.
3. *Гуляев Г.В.* Словарь терминов по генетике, цитологии, селекции, семеноводству и семеноведению / Г.В. Гуляев, В.В. Мальченко. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 240 с.
4. *Жученко А.А.* Генетика / А.А. Жученко. – М.: Колос, 2003. – 480 с.
5. *Методика* оценки селекционных форм и сортов мягкой пшеницы при испытании на отличимость, однородность и устойчивость к факторам среды: метод. рекомендации / В.А. Зыкин, Л.П. Россеева, И.А. Белан, Р.К. Кадиков; СО РАСХН, СибНИИСХ, ФГОУ ВПО БГАУ. – Уфа, 2004. – 39 с.

6. *Цильке Р.А.* Генетика, цитогенетика и селекция растений: собр. науч. тр. / Р.А. Цильке; ред. С.Г. Икрянников. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2003. – 620 с.
7. *Beil G.M.* Inheritance of quantitative characters in grain sorghum / G. M. Beil, R. E. Atkins / Jowa state J.Sci., 1965, v.39, N 3, p. 345-358.
8. *Hayman B. I.* The theory and analysis of diallel crosses. – Genetics, 1954, vol. 39, N 18, p. 411-420.

УДК 631.52:633.11(574.2)

Г.И. Штефан
НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева, Казахстан

Изучение мирового генофонда яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана

Эффективность и прогресс селекции зависит от изучения и использования генетического разнообразия исходного материала. Ограниченное генетическое разнообразие при использовании в селекционных программах может стать причиной генетической эрозии, снизить устойчивость создаваемых сортов к биотическим и абиотическим факторам [1].

Проблема сохранения и рационального использования генофонда яровой пшеницы в настоящее время стала одним из главных мировых приоритетов, необходимо не только сохранять, но и формировать запасы гермоплазмы [2]. Одним из источников пополнения гермоплазмы является материал, поступающий через Международные Центры СИММИТ и ИКАРДА. В 2008-2009 гг. материалом исследований послужили 78 образцов яровой мягкой пшеницы.

Задачи исследований: пополнение генофонда новыми сортами и гибридными формами, комплексное изучение и оценка яровой мягкой пшеницы по важнейшим биологическим и хозяйственно-ценным признакам, передача ценных образцов для использования в селекционных программах, поддержание жизнеспособности и сохранения генофонда.

Методика исследований. Фенологические наблюдения, оценки к стрессовым факторам среды, учет урожая, лабораторный анализ растений и т.д. проводились согласно методическим указаниям ВИР (1985). Оценку продуктивности образцов проводили по данным струк-

туры урожая пробных снопов, взятых с учетных делянок (0,25 м^2). В оценку были включены следующие показатели: высота растений, масса зерна с колоса и одного растения, число зерен и масса 1000 зерен, продуктивная и общая кустистость, длина колоса.

Условия проведения исследований. Погодные условия 2008 и 2009 гг. существенно отличались по влагообеспеченности и температурному режиму в течение вегетации. Условия 2008 г. характеризовались как засушливые с повышенным температурным фоном (сумма положительных температур превысила норму на 230^{0}С, ГТК = 0,5) и недостатком влаги. Повышенной влагообеспеченностью и резкими колебаниями температуры в течение суток отличался 2009 г. В течение всего периода вегетации идет «недобор» положительных температур. Раннеосенний заморозок (–4,1^{0}С) отмечен 18 августа (данные Шортандинской АМС). Низкие температуры и невысокая относительная влажность воздуха в период вегетации сказались на урожае и качестве зерна, массе 1000 зерен.

Результаты исследований. Важными факторами, характеризующими приспособленность сорта к определенной зоне возделывания, являются: продолжительность вегетационного периода, способность формировать урожай с высокой стабильностью по годам, качество продукции.

Вегетационный период – один из существенных критериев при селекции пшеницы, его продолжительность определяет возможность возделывания сортов в различных климатических зонах. Влияние метеорологических условий на длину вегетационного периода факт установленный [3]. В условиях влагообеспеченного и холодного 2009 г. продолжительность периода вегетации варьировала от 93 до 116 суток; в условиях жаркого и засушливого 2008 г. – от 79 до 90, у стандарта Акмола 2 составила 82 и 106 суток соответственно. В среднем за два года вегетационный период образцов составил 86-102дня, у стандарта Акмола 2 – 94. По длине вегетационного периода 72% относились к раннеспелому типу, 23 % – к среднеспелому типу созревания. Между продолжительностью вегетационного периода и урожайностью в 2008 г. установлена средняя корреляционная связь (r=+0,33), в 2009 г. корреляционная зависимость между этими признаками была отрицательной (r=-0,65).

Другой признак, имеющий значение в зоне Северного Казахстана, устойчивость к полеганию, которая зависит от высоты растений, погодных условий и агротехнических приемов возделывания. Этот признак контролируется малым количеством генов и представляет особый интерес при селекции на неполегаемость.

Высота растений, в отличие от других показателей (число колосков в колосе, масса 1000 зерен), весьма сильно изменяется по годам. Высота стеблестоя изучаемых образцов в годы исследований варьировала в широких пределах 38-68 см, у стандарта Акмола 2 – 72 см. Все образцы в коллекционном питомнике ИКАРДА были устойчивы к полеганию и получили высокую оценку – 9 баллов.

В засушливых условиях, когда погода не способствуют своевременному кущению яровой пшеницы, урожай формируется за счет продуктивности главного колоса, озерненности и массы 1000 зерен, которые становятся одними из важнейших элементов структуры урожая. Структурный анализ образцов показал варьирование озерненности колоса, как между сортами, так и в зависимости от сложившихся в годы исследований метеоусловий. Под воздействием засухи этот показатель снижался, в более благоприятных условиях озерненность колоса была выше.

За годы исследований озерненность варьировала от 16 до 40 зерен с главного колоса (изменения по годам составили от 15 до 35 зерен в 2008 г., от 13 до 54 – в 2009), у стандарта – 24 зерна. По озерненности колоса 81% образцов превысил стандартный сорт Акмола 2.

Масса зерна с колоса варьировала в значительных пределах от 0,48 до 1,43 г в 2008 г., от 0,42 до 1,49 – в 2009 г., при уровне стандарта Акмола 2 0,84 и 1,04 соответственно, в среднем за годы изучения от 0,58 до 1,30 г, у стандарта – 0,94. По массе зерна с колоса 56,4% превысили стандарт Акмола 2. В условиях 2008 г. между урожайностью и массой зерна с колоса выявлена положительная средняя связь (r=+0,48), в 2009 г. корреляционная зависимость слабая (r=+0,16). Масса зерна с растения в среднем за 2 года в пределах 0,99 – 2,56 г, у стандарта Акмола 2 – 1,83. Между урожайностью и массой зерна с растения во все изучаемые годы выявлена положительная корреляционная связь (r=+0,40+0,48).

Повышенной продуктивностью колоса характеризовались образцы: Ures//Buc/Pvn/3/Kauz, PF74354//Ld/Ald/4/2*…, Cbrd/Kauz, ISD-75-3-/MO88//-Prl/ Vee#6, Kauz-/Gus//Kauz, Star//Kauz/Star, Opata/Ray-On//Kauz, Ka/Nac//Bcn и др.

Выделившиеся по продуктивности колоса образцы целесообразно вовлекать в скрещивания на улучшение данного признака.

Значительно варьирует под воздействием погодных и агротехнических приемов выращивания масса 1000 зерен. Увеличение ее при сохранении других компонентов урожайности способствует значительному росту продуктивности. По степени выполненности зер-

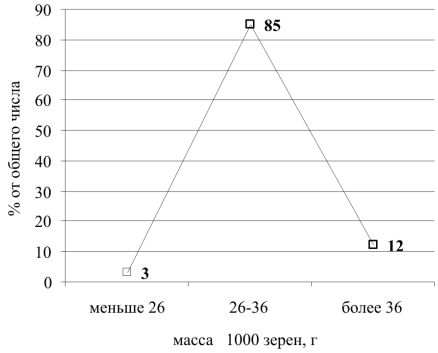


Рис. 1. Распределение образцов по массе 1000 зерен

на можно судить об уровне приспособленности сорта к жестким условиям в период налива и созревания. За годы исследований выполненность зерна, наряду с генетической обусловленностью, зависела и от погодных условий в период формирования и налива. Так, обилие осадков в 2009 г. вызвало появление подгона, который снизил налив зерна главного колоса. Масса 1000 зерен в 2009 г. варьировала от 20,0 до 40,7 при уровне стандарта Акмола 2 – 38,8 г; в 2008 г. от 26,0 до 44,8 г, у стандарта – 41,2 в среднем за годы исследований от 23,0 до 40,6 г, у Акмола 2 она составила 40,0 г.

Наибольшее количество образцов (85%) сформировали зерно с массой 1000 зерен от 26 до 36 г, лишь 12% имели массу зерна более 36 г, рис. 1. Крупным зерном обладали: FN/II58.57// PRL/3 HAHN…, DVE RD-2/ AE. SQUAR-ROSA…, CROC_1/-AE.-SQUARROSA…, REBWAH – 22, CHAMA RAN (Check-Iran), QIMMA – 12, YMI # 6/GEN//TIA.1/3/VEE…, SKAUZ /BAV 92/3/CROC-/… и др.

Между массой 1000 зерен и урожайностью установлена положительная корреляционная зависимость: в условиях засушливого 2008 г. r=+0,20, в более увлажненном 2009 г. r=+0,52.

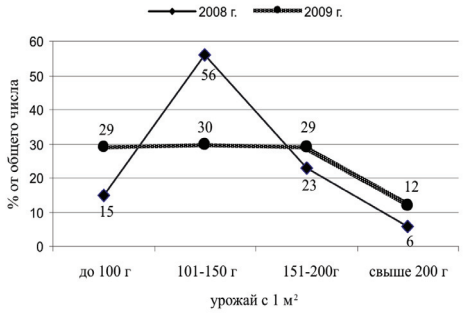


Рис. 2. Распределение образцов по уровню урожайности

Учитывая сложившиеся погодные условия первой половины вегетации, когда происходит закладка и формирование генеративных органов, большинство изучаемых образцов не отличались высоким урожаем и были на уровне стандарта или несколько ниже. В среднем за 2 года варьирование урожайности находилось в пределах

от 50 до 194 г/м^2, при уровне стандарта Акмола 2 – 162. Среди изучаемых образцов около 20% сформировали высокую урожайность, рис. 2.

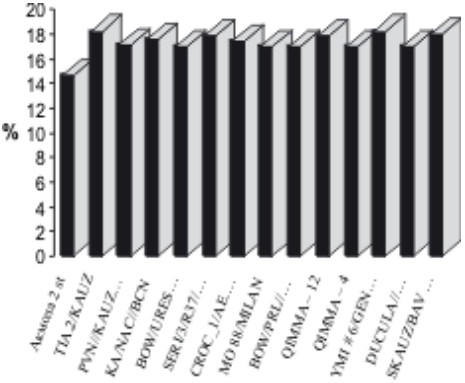


Рис. 3. Высокобелковые образцы яровой пшеницы

Одним из основных показателей при оценке качества зерна пшеницы является белковость, составляющая основу его пищевой ценности. Для создания сортов с высоким содержанием белка в зерне необходимо наличие источников сравнительно стабильно формирующих этот показатель в различных условиях выращивания.

Оценка образцов по содержанию белка в зерне позволила выявить варьирование данного признака в зависимости от условий выращивания. Наиболее благоприятным для формирования высокого уровня белка были условия 2008 г., когда варьирование белка составило от 15,2 % до 20,1 %, тогда как в 2009 г. оно составило 12,3% – 17,5%, у стандарта Акмола 2 – 15,8% и 13,5% соответственно (данные лаборатории биохимии растений). В среднем за годы исследований содержание белка изменялось от 14,0 до 18,2 % (стандарт – 14,6 %). Высоким уровнем белка отличались 87 % изучаемых образцов, рис. 3.

Выявленные по продуктивности формы яровой мягкой пшеницы отличались стабильностью формирования сравнительно высокой урожайности в различных погодно-климатических условиях. Многие из них имеют оптимальное сочетание элементов структуры урожая, обладают устойчивостью к полеганию и другим хозяйственно-ценным признакам.

По комплексу признаков (урожайности, продуктивности колоса, содержанию белка, устойчивости к полеганию) выделились образцы: ISD-75-3-/MO88//PRL/VEE#6, HAAS 3621-2/3/F60314.76…, PBW 343 (Check-India), V 763.2312/V879.C8.11.11…., PICUS/4/CS 5A/5RL-1//BUC…, SW 89.5181/-KAUZ, CHAMARAN (Check-Iran), BOW/PRL//BUC/3/WH 576, QIMMA – 1, QIMMA – 2, CHEN/AEGILOPS SQUAR…, CROC-1/A и др. Они являются ценным исходным материалом на продуктивность в условиях Северного Казахстана.

Изучение мировой коллекции генофонда позволило выделить формы, обладающие как отдельными, так и комплексом хозяйственно-ценных признаков, и рекомендовать их для использования в практической селекции в условиях Северного Казахстана.

Библиографический список

1. Сатыбалдин А. Актуальные проблемы рационального использования генетических ресурсов растений, животных и микроорганизмов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2000. – №7. – С. 4-8.
2. Уразалиев Р.А. Создание, сохранение и использование генетических ресурсов сельскохозяйственных культур // Генетические основы селекции зерновых культур. – Ф., 1996. – С. 3-14.
3. Пшеницы мира /В.Ф. Дорофеев, Р.А. Удачин, Л.В. Семенова и др. – Л., 1987. – 560 с.
4. Байтасов А.А., Моргунов А.И. и др. Исследования корреляционной зависимости у сортообразцов мягкой яровой пшеницы в различных условиях среды //Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2004 . – №8. – С. 28-30.

УДК 631.527.5:631.526.32:633.111.1

Л.В. Щукина, А.К. Чистякова,
Е.В. Морозова, Т.А. Пшеничникова, А.В. Симонов
Институт цитологии и генетики
СО РАН, Новосибирск, Россия

Влияние интрогрессий от диких сородичей в геном мягкой пшеницы на разнообразие по технологическим свойствам зерна и муки

Введение

Требования рынка призывают к ускорению селекционного процесса и созданию сортов пшеницы с высокими и стабильными урожаями, с высоким качеством зерна, устойчивых к различным абиотическим и биотическим стрессам. Поэтому проводится разработка новых методов, позволяющих добиться этого. Метод интрогрессивной

гибридизации активно используется для расширения генетического разнообразия мягкой пшеницы, обеспечивая перенос генов в геном пшеницы от ее дикорастущих сородичей и других культурных видов. Метод маркер-вспомогательной селекции позволяет использовать информацию о структуре и функциях генома растения, чтобы эффективно разделять родительский материал и ускорять отбор лучших потомков (Varshney et al., 2007). Ряд научно-практических задач может эффективно решаться с помощью молекулярных ДНК-маркеров, позволяющих манипулировать участками хромосом с генами, представляющими интерес для исследователя. *Aegilops markgrafii* Greuter и *Aegilops speltoides* Tausch. дикие виды мягкой пшеницы, которые являются перспективными донорами хозяйственно-ценных признаков, таких как устойчивость к фитопатогенам, высокое содержание белка в зерне, устойчивость к засухе и засолению и другие. Линии с интрогрессией от *Ae. markgrafii* обладают устойчивостью к листовой ржавчине, в то время как материнский сорт Альцедо (*Triticum aestivum* L.) поражается этим грибковым заболеванием (Weidner, 2004). Линии из коллекции «Арсенал» с интрогрессией от *Ae. speltoides* устойчивы к мучнистой россе и листовой ржавчине (Lapochkina et al., 2003), и несут новые морфологические признаки. У одной из линий, например, появляется новый тип опушения листовой пластинки, который контролируется новым геном *Hl2* (Pshenichnikova et al., 2007). Чужеродные интрогрессии могут являться источником для разнообразия по качеству зерна пшеницы. Например, при скрещивании сорта Скала (*T. aestivum*) с полбой (*Triticum dicoccum*) получен Гибрид 21, превосходящий по своим технологическим свойствам зерна не только родителей, но и стандарт сильных пшениц Саратовская 29 (Будашкина и др., 1977). Поэтому наряду с изучением устойчивости к различным расам грибковых заболеваний должно уделяться большое внимание качеству зерна линий с чужеродной интрогрессией. Целью данной работы было изучить влияние интрогрессий от двух диких видов в геномы сортов Альцедо и Родина на мукомольные свойства, содержание сырой клейковины в зерне и физические свойства муки и теста.

Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили две сестринские озимые линии и семь яровых линий, полученные от скрещивания озимого сорта Альцедо (*T. aestivum*) с диким сородичем *Ae. markgrafii* Greuter и ярового сорта Родина (*T. aestivum*) с *Ae. speltoides* Tausch. со-

ответственно (Weidner, 2004; Lapochkina et al., 2003). Озимые линии с интрогрессией от *Ae. markgrafii* и материнский сорт Альцедо выращивались при озимом посеве в полевых условиях на экспериментальном поле Института Генетики растений им. Лейбница (Гатерслебен, Германия). Сорт Родина и яровые линии из коллекции «Арсенал» выращивались в полевых условиях на экспериментальном участке Института цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск, Россия). Обе коллекции выращивались в течение трех сезонов. Технологические свойства зерна, такие как масса тысячи зерен (г), стекловидность (%), средний диаметр частиц муки (мкм), содержание сырой клейковины в зерне (%) изучались по методикам, принятым в России. Физические свойства теста определяли на микроальвеографе Шопена и фаринографе Брабендера (Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1988). Данные обрабатывали с помощью двухфакторного дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение

Озимые линии несут интрогрессию от *Ae. markgrafii* в короткое плечо хромосом 2A и 2B, и в длинное плечо хромосом 3B, 4A и 6D, которые ограничены соответствующими молекулярными маркерами (рис. 1) Сорт Альцедо (контроль) характеризуется высокими мукомольными свойствами (табл. 1). В линиях достоверно увеличивается стекловидность зерна, в среднем на 8% по сравнению с материнским сортом. Как видно на рис. 1, линии несут интрогрессию в длинное плечо хромосомы 3B в районе молекулярных маркеров *Xgwm108* и *Xgwm112b.* Она совпадает по своему положению с позицией локуса *QVtr.ipk-3AL,* ответственного за проявление стекловидности в картирующей популяциях ITMI мягкой пшеницы (Пшеничникова и др., 2008). Также наблюдается увеличение среднего диаметра частиц муки в линиях, примерно на 2 мкм (табл. 1), что является небольшим, но статистически достоверным увеличением по отношению к контролю. Как известно из литературных данных, стекловидность зерна и диаметр частиц муки коррелируют между собой. Возможно, интрогрессия в хромосому 3B влияет на повышение стекловидности и твердозерность зерна линий.

Как видно из табл. 1, в линиях увеличивается содержание сырой клейковины почти на 7-8%. Можно предположить, что интрогрессия в короткое плечо хромосомы 2A (рис. 1) влияет на повышение содержания сырой клейковины зерна линий. В сходном положении этой

хромосомы в районе маркеров *Xgwm636* и *Xgwm614* картирован локус *QPro.inra-2A* у популяции рекомбинантных инбредных линий, полученных от скрещивания двух сортов мягкой пшеницы (Groos et al., 2003). Этот локус ассоциирован с содержанием белка в зерне. Как известно, существует высокая корреляция между содержанием белка и клейковины в зерне. Также нужно отметить, что в работе Blanco et al. (2006) сообщается о QTL-маркере *Xcfa2164,* расположенном в коротком плече хромосомы 2A, имеющем большое влияние на содержание белка в зерне у беккроссных инбредных линий твердой пшеницы с интрогрессией от *T. dicoccoides.*

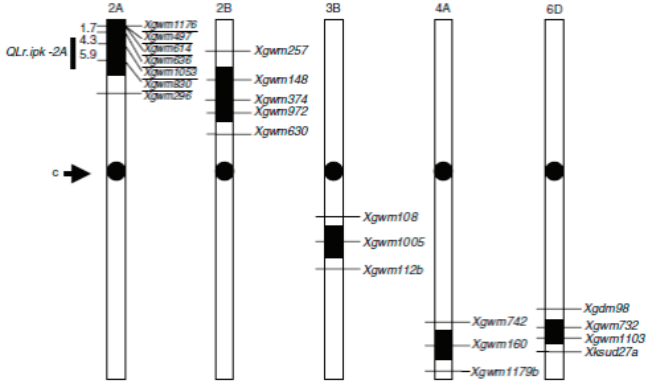


Рис. 1. Районы интрогрессий от вида *Ae. markgrafii* в хромосомы озимого сорта Альцедо. Чужеродные сегменты указаны черными зонами, которые ограничены соответствующими молекулярными маркерами (Iqbal et al., 2007)

Таблица 1

Технологические свойства зерна у озимых линий мягкой пшеницы с интрогрессией от *Ae. markgrafii*

Генотипы	Технологические свойства§			
	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Содержание сырой клейковины в зерне, %	Средний диаметр частиц муки, мкм
Сорт Альцедо	42,0 ±5,9	70,4 ±5,3	26,3 ±0,5	19,3 ±0,7
М 483/98	50,4 ±1,7	82,0 ±6,7*	33,7 ±3,5*	22,1 ±0,8*
М 490/98	49,4 ±1,4	84,4 ±2,7*	33,9 ±3,5*	20,9 ±0,7*

* - P<0,05; § - технологические свойства – средние данные за три года.

По массе 1000 зерен достоверных различий между линиями и сортом Альцедо не обнаружено.

Сорт Альцедо имеет средние физические показатели теста. В линиях увеличивается сила муки и упругость теста, вследствие чего увеличивается отношение P/L. При этом линия М483/98 значительно превышает по всем показателям как материнский сорт, так и линию М490/98.

Данные, полученные на фаринографе, представлены в табл. 2. Сорт Альцедо имеет средние показатели замеса теста. Водопоглотительная способность муки сорта составила 59,9%. Линии достоверно повысили значение по этому признаку. Только в линии М483/98 достоверно уменьшилось разжижение теста, тем не менее линия М490/98 также имеет тенденцию к снижению значения по этому показателю по сравнению с материнским сортом. Та же ситуация наблюдается по валориметрической оценке, только в сторону увеличения значения. По нашему мнению, повышение водопоглотительной способности муки у линий связано с увеличением стекловидности зерна, так как у этих признаков существует высокая корелляция (Пшеничникова и др., 2008).

Таблица 2

Показатели фаринографа у озимых линий мягкой пшеницы с интрогрессией от *Ae. markgrafii* в 2010 г.

Генотипы	Смесительные характеристики				
	Водопоглотительная способность муки, %	Образование теста, сек	Стабильность теста, сек	Разжижение теста, е.ф.	Валориметрическая оценка, е.вал.
Сорт Альцедо	59,9 ±1,0	154 ±13	285 ±150	70 ±35	66 ±11
М 483/98	63,8 ±1,1***	216 ±28	356 ±46	33 ±6*	78 ±2*
М 490/98	63,0 ±0,8**	190 ±40	325 ±55	42 ±6	73 ±2

* - P<0,05; ** - P<0,01; *** - P<0,001.

Таким образом, в линиях с интрогрессией от *Ae. markgrafii* произошло увеличение стекловидности зерна, среднего диаметра частиц муки и содержания клейковины в зерне.

Сорт Родина (контроль) характеризуется высокими мукомольными показателями и низкими физическими свойствами муки и теста (табл. 3 и 4). Яровые линии проявили большой полиморфизм. Из табл. 3 видно, что линия 73/00^{i} достоверно снизила массу 1000 зерен, но повысила содержание сырой клейковины. У линии 82/00^{i} резко снижается стекловидность и диаметр частиц муки, при этом увеличивается

масса 1000 зерен и содержание сырой клейковины. По физическим свойствам теста она остается в пределах контроля (табл. 4). Можно предположить, что у этой линии имеется интрогрессия от хромосомы 5S *Ae. speltoides* в теломерный район хромосомы 5A, где находится ген *Ha-Sp*, который понижает диаметр частиц муки (Pshenichnikova et al., 2010). При этом не затрагивается участок хромосомы с геном *Vrn-A1*, так как линия имеет яровой тип развития. У линий 81/00^{i}, 84/00^{i} и 99/00^{i} имеется снижение как массы 1000 зерен, так и диаметра частиц муки, но при этом стекловидность остается в пределах показателей сорта Родина.

Таблица 3

Технологические свойства зерна у яровых линий мягкой пшеницы с интрогрессией от *Ae. speltoides*

Генотипы	Технологические свойства§			
	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Содержание сырой клейковины в зерне, %	Средний диаметр частиц муки, мкм
Родина	27,6 ±1,9	82,6 ±0,3	37,7 ±1,5	20,6 ±1,8
69/00^{i}	27,1 ±1,6	91,0 ±4,0**	41,4 ±2,3	18,2 ±1,7
73/00^{i}	22,2 ±1,3***	83,2 ±6,6	50,6 ±7,9**	20,9 ±2,7
76/00^{i}	27,8 ±1,5	85,4 ±5,4	39,4 ±1,5	20,2 ±2,1
81/00^{i}	24,4 ±5,0	78,1 ±7,4	36,1 ±1,9	17,8 ±2,3
82/00^{i}	30,0 ±0,7	65,6 ±2,4**	45,9 ±5,1**	10,3 ±0,5***
84/00^{i}	24,5 ±3,5	81,0 ±5,0	39,6 ±3,0	16,8 ±2,3**
99/00^{i}	24,7 ±1,9	77,4 ±6,4	46,1 ±2,3**	18,1 ±0,8

** - P<0,01; *** - P<0,001; § - технологические свойства – средние данные за три года.

По физическим свойствам теста линии 69/00^{i} и 76/00^{i} достоверно превзошли по силе муки контроль, а линии 73/00^{i} и 81/00^{i} снизили его. По данным других исследователей (Adonina *et al.,* 2004) линия 76/00^{i} несет замещение хромосомы 7D/7S. На аналогичную перестройку в линии 69/00^{i} указывает наличие антоциановой пигментации всех органов растения. Можно предположить, что в этой хромосоме находится ген, ответственный за проявление признака силы муки. Хотя линия 81/00^{i} и имеет замещение хромосомы 7D/7S ее зерно характеризуется низкой силой муки. Эта линия несет перестройку 1B/1R (Пшеничникова и др., 2007), в результате чего присутствие секалинов ржи в составе белков клейковины нарушает специфические реологические свойства.

Таблица 4

Физические свойства теста у яровых линий мягкой пшеницы с интрогрессией от *Ae. speltoides*

Генотипы	Физические свойства§			
	Сила муки, е.а.	Упругость теста, P, мм	Растяжимость теста, L, мм	P/L
Родина	195 ±12	67 ±9	114 ±18	0,6 ±0,2
69/00^{i}	401 ±8***	121 ±4**	102 ±3	1,2 ±0,1*
73/00^{i}	117 ±13	73 ±2	59 ±12**	1,3 ±0,3*
76/00^{i}	270 ±34**	93 ±11**	103 ±8	0,9 ±0,2
81/00^{i}	145 ±11*	74 ±3	79 ±4	0,9 ±0,1
82/00^{i}	193 ±13	79 ±4	90 ±4	0,8 ±0,0
84/00^{i}	185 ±5	82 ±2	84 ±1	1,0 ±0,0*
99/00^{i}	221 ±10	80 ±2	98 ±6	0,7 ±0,0

* - P<0,05; ** - P<0,01;*** - P<0,001; § - технологические свойства – средние данные за два года.

Интрогрессия от диких сородичей в геном мягкой пшеницы может как ухудшать, так и улучшать свойства линий по качеству зерна. Таким образом, увеличивается генетическое разнообразие мягкой пшеницы по технологическим свойствам зерна, что в дальнейшем может быть использовано в селекции.

Библиографический список

1. *Методика* государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1988. – 122 с.
2. *Будашкина Е.Б., Дундук И.Г., Ермакова М.Ф.* Гибрид 21 – новая форма сильной яровой пшеницы // Изв. СО АН СССР (сер. биол. наук). – 1977. – 1. – С. 80-83.
3. *Пшеничникова Т.А., Ермакова М.Ф., Чистякова А.К., Щукина Л.В., Лапочкина И.Ф.* Технологические свойства зерна и муки у линий мягкой пшеницы с интрогрессией от *Ae. speltoides* Tausch.// Сельскохозяйственная биология. – 2007. – 5. – С. 86-89.
4. *Пшеничникова Т.А., Ермакова М.Ф., Чистякова А.К., Щукина Л.В., Березовская Е.В., Лохвассер У., Редер М., Бернер А.* Картирование локусов количественных признаков (QTL), ассоциированных

с показателями качества зерна мягкой пшеницы, выращенного в различных условиях среды // Генетика. – 2008. – 44. – С. 74-84.

5. *Adonina I.G., Salina E.A., Efremova T.T., Pshenichnikova T.A.* The study of introgressive lines of *Triticum aestivum* × *Aegilops speltoides* by in situ and SSR analyses. Plant Breeding, 2004, 123, 220-224.
6. *Blanco A., Simeon R., Gadaleta A.* Detection of QTL for grain protein content in durum wheat. Theor Appl Genet., 2006, 112, 1195-1204.
7. *Groos C., Robert N., Bervas E., Charmen G.* Genetic analysis of grain protein-content, grain yield and thousand-kernel weight in bread wheat. Theor Appl Genet., 2003, 106, 1032-1040.
8. *Iqbal N., Eticha F., Khlestkina E.K., Weidner A., Ruder M.S., Burner A.* The use of simple sequence repeat (SSR) markers to identify and map alien segments carrying genes for effective resistance to leaf rust in bread wheat. Plant Genetic Resources: Characterization Utilization, 2007, 5(2); 100-103.
9. *Lapochkina I.F., Iordanskaya I.V., Yatchevskaya G.L., Zhemchuzhina A.I., Kovalenko E.D., Solomatin D.A., Kolomiets T.M.* Identification of alien genetic material and genes of resistance to leaf rust in wheat (*Triticum aestivum* L.) stocks. Proc. 10th Intern. Wheat Genetics Symp., Paestum, Italy, 1-6 September 2003, Instituto Sperimentale per la Cerealicoltura, V. 3, 1190-1192.
10. *Pshenichnikova T.A., Lapochkina I.F., Shchukina L.V.* The inheritance of morphological and biochemical traits introgressed into common wheat *(Triticum aestivum* L.*)* from *Aegilops speltoides* Tausch. Genetic Resources and Crop Evolution, 2007, 54, 287-293.
11. *Pshenichnikova T.A., Simonov A.V., Ermakova M.F., Chistyakova A.K., Shchukina L.V., Morozova E.V.* The effects on grain endosperm structure of an introgression from *Aegilops speltoides* Tauch. into chromosome 5A of bread wheat. Euphytica, 2010, 175, 315-322.
12. *Varshney R.K., Tuberosa R*. Genomics-assisted crop improvement. Springer, 2007, V. 1: Genomics approaches and platforms, 386p.
13. *Weidner A.* Selection and characterization of wheat - *Ae. markgrafii* introgression lines resistant to leaf rust. PhD thesis, Martin-Luther-University Halle Wittenberg, Halle (Saale), 2004, 111 p.

УДК 631.527: 633.63:575.222.78:631.53

С.С. Юданова, Е.И. Малецкая
Институт цитологии и генетики СО РАН

История селекции сахарной свеклы в свете современных проблем обмена исходным и новым селекционным материалом

Введение свеклы в культуру. Свекла введена в культуру в третьем тысячелетии до н. э. Первые формы листовой свеклы были отобраны ещё в Месопотамии из дикого вида *B. perennis*. Культурную свеклу следует рассматривать как продукт труда многих поколений. В Европе со времен древней Греции и античного Рима она была представлена разнообразием листовых форм, отобранных из местных популяций вида *B. maritima*. В восточных арабских владениях и в Византии VIII–XII вв. выращивали корнеплодную свеклу с разнообразной пигментацией корней. В России и Западной Европе корнеплодную свеклу, а также листовые азиатские формы свеклы, стали акклиматизировать и распространять лишь с начала XI в. Совместное выращивание листовой свеклы, обладающей высокой сахаристостью, и корнеплодной (малосахаристой) свеклы в Западной Европе привело к их естественной гибридизации, в результате чего стали возделывать как чистые формы листовой и корнеплодной свеклы, так и их гибриды [1].

В 1747 г. немецкий ученый А. Маркграф обнаружил в свекловичных корнях сахарозу, что послужило началом развития свеклосахарной промышленности в Европе. Первые селекционеры и сахарозаводчики – Ф. Ахард и М. Копи, работавшие с родоначальными формами, проводили массовый отбор корнеплодов по косвенным признакам. В начале XIX в. Ф. Вильморен (Франция) вводит в селекционную работу новые исходные материалы – «белую силезскую» свеклу из Пруссии. В ее создании участвовали формы, происходившие от *B. maritima* из Западной Европы, от которых сахарная свекла унаследовала высокую сахаристость, и южная листовая свекла с салатово-зелеными листьями [1]. С этого момента можно отсчитывать начало селекции и семеноводства новой сахарной свеклы.

Популяционные методы селекции. В середине XIX в. Луи Вильморен разработал индивидуально-семейственный метод отбора, вместо принятого ранее косвенного массового отбора [1]. Сущность этого метода состоит в том, что у растения перекрёстника, каким является

свекла, собирают семена с отдельных растений, потомство каждого из которых размножают и оценивают отдельно. Растения родоначальники многократно проверяются по потомству. Метод индивидуального отбора стал популярным в практике селекции и широко применялся не только в XIX в., но и в следующем столетии. Ежегодно создавались новые популяционные образцы, называемые «марками». Марки формировали по итогам комплексных отборов по хозяйственно полезным признакам. В те годы существовал постоянный обмен сортовыми образцами между селекционными учреждениями (рис. 1А,Б). Изначально марки из Германии, страны-родоначальницы этой культуры, постепенно распространялись на Запад и Восток, где из них создавались свои популяции (марки), пригодные для агроусловий данных мест.

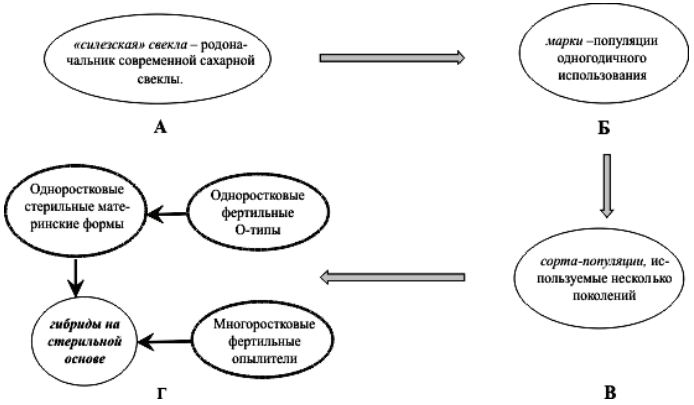


Рис. 1. Схематическое изображение обмена материалом на разных этапах развития селекции сахарной свеклы.

А. – В начале XIX в. генофонд свеклы был един и состоял из «силезской» свеклы;

Б. – С середины XIX в. и примерно до начала 1920-х гг. селекционными учреждениями разных стран ежегодно создавались «марки» – популяции одногодичного использования, формируемые по итогам комплексных отборов по хозяйственно полезным признакам.

В. – С начала 1920-х гг. начали выпускать уже сорта популяции, которые использовались несколько поколений.

Г. – С наступлением эры гибридной селекции (1960 гг.)произошло разделение селекционных компонентов на одно- и многоростковые, а также стерильные и фертильные формы

Позже, с начала 1920-х гг. стали появляться сорта-популяции (рис.1 В), создаваемые путем индивидуальных отборов нескольких (иногда десятков или сотен) родоначальников, которые объединя-

лись вместе и обозначались как сорт-популяция. Они возделывались не одно, а несколько поколений (несколько репродукций). Совокупность сортов-популяций, создаваемых селекционными учреждениями разных стран, также были гетерогенны по множеству признаков и свойств, представляя собой единый генофонд, так как на практике происходил свободный обмен (купля-продажа) сортов.

Гибридная селекция. Стремление избавиться от ручного труда при выращивании многоростковых форм сахарной свёклы ускорило работу по поиску одноростковых растений (раздельноцветковых). Доноры признака одноростковости впервые были найдены на Украине в 1930-х гг. [2], а в середине 1950 гг. в СССР появились первые два одноростковых сорта – «Ялтушковская односемянная» и «Белоцерковская односемянная». В 1940-х гг. у свеклы была обнаружена цитоплазматическая мужская стерильность [3], что позволило контролировать скрещивание селекционных образцов. Эти два открытия в области частной генетики свеклы положили начало гибридной селекции. С 1960-х гг. стали создаваться гибриды на стерильной основе с одноростковыми плодами. Эти обстоятельства положили начало делению генофонда свеклы на несколько компонентов: одно- и многоростковые, а также стерильные и фертильные формы (рис. 1 Г). В каждом селекционном учреждении эти компоненты репродуцируются изолированно: для репродукции одноростковых стерильных форм необходимо иметь фертильные линии О-типа (закрепители стерильности); сами же О-типы подвергаются постоянному инбридингу (до 10-12 поколений), что зачастую приводит к их стерилизации и сильному измельчанию (инбредной депрессии). Многоростковые фертильные формы репродуцируется изолированно как от одноростковых мс-форм, так и от О-типов. Только при создании коммерческого гибрида (F_1) одноростковая мс-форма опыляется многоростковым фертильным опылителем. Одновременно в каждой группе также идет отбор. При этом обмен компонентами между селекционными учреждениями практически отсутствует, т.к. зачастую каждая мс-форма (или линии О-типа) – это результат большого труда и является «*Know How*» для каждого учреждения. В результате такого разделения происходит обеднение генофонда, так как нарушился свободный обмен образцами.

Таким образом, схемы создания гибридов резко усложнились из-за изменения способов репродукции компонентов селекции, а также трудностей, вызванных обеднением генофонда. Для успешной работы современного селекционного учреждения по сахарной свекле необхо-

димы большие затраты как на оборудование и содержание лабораторий, так и на поддержание всех селекционных компонентов. По этой причине современные схемы селекции сахарной свеклы в полном объеме оказались доступными лишь для очень крупных фирм.

Системы репродукции и гетерозис. Системы репродукции семян у растений на протяжении последних столетий относятся к актуальным проблемам общей биологии. Способы получения семян играют ключевую роль при создании новых сортов и гибридов у самых разных растений. Например, использование самоопыления у кукурузы привело к созданию метода гибридной (гетерозисной) селекции. Максимальный эффект гетерозиса у кукурузы можно получить только в поколении F_1, так как в следующем поколении он резко падает [4]. Технологическая революция середины XX века в селекции сахарной свеклы также была связана, именно, со сменой способа размножения этой культуры и созданием гетерозисных гибридов: свободное переопыление растений в популяциях сахарной свеклы дополнилось самопылением (инбридингом).

Оценивая эффект гетерозиса, необходимо учитывать особенности продукционного процесса и структуры урожая. Хозяйственная продуктивность подразумевает использование различных частей растений в качестве конечного продукта. У одних урожаем считается суммарная биомасса надземных частей растений, у других – подземных частей, у третьих – репродуктивных частей и т.д. Поэтому механизмы гетерозиса у разных растений не могут быть одинаковыми. Для кукурузы на зерно эффект гетерозиса связывают не с биомассой надземных частей растения, а с массой зерна, собранной с единицы площади. Посевы гибридов кукурузы F_1 и F_2 существенно различаются по однородности: посев гибрида F_1 представлен одним генотипом, а посев F_2 представлен множеством генотипов. Растения с более короткими стеблями в плотном посеве кукурузы будут угнетены из-за недостатка света, и не будут формировать початки. Поэтому падение «гетерозиса» в F_2, вероятно, связано не с понижением уровня гетерозиготности растений, а с изменениями структуры листового полога, хотя выход общей биомассы в этом посеве кукурузы может измениться не столь существенно. У *розеточных растений*, к числу которых относится *сахарная свекла*, конкуренция между растениями в посевах носит иной, чем у кукурузы, характер. Гетерогенность растений у кукурузы ведет к снижению урожая початков, а у розеточных растений – может быть источником как понижения, так и повышения биомассы корнеплодов

за счет оптимизации структуры листового полога в смешанных посевах – компенсационные эффекты между растениями в посевах [5, 6]. Если у кукурузы высота посева достигает 300-400 см, то у сахарной свеклы высота листового полога не превышает 40-60 см, поэтому конкуренция за свет у розеточных растений не оказывает драматического влияния на конечный продукт, т.е. на массу корнеплодов.

Следует отметить также, что селекционно-генетические исследования эффекта гетерозиса на кукурузе не доказывают гипотезу сверхдоминирования. «Ожидалось, что большинство локусов у гибридов F_1 будут гетерозиготны. *Однако по большинству локусов наиболее популярных и продуктивных простых F_1 гибридов кукурузы были гомозиготны.* … Исследования, проведенные у нескольких гибридов риса (F_1), также дали убедительные свидетельства тому, что “сетеообразное” взаимодействие между распознаваемыми аллозимными локусами у F_1 гибридов ответственно за высокую продуктивность. … *Итоги многих исследований свидетельствуют, что эпистаз по множеству локусов играет ведущую роль в эффекте гетерозиса у гибридов F_1 кукурузы, аналогично тому, что имеет место и у F_1 гибридов риса*» [4]. Действительно, хотя сверхдоминирование – это реальный феномен, селекционеры все же работают не с отдельными локусами, дающими эффект сверхдоминирования, а проводят длительные и трудоемкие полевые исследования по оценке *общей* и *специфической комбинационной способности* линий, сочетая их с жестким отбором.

Особый интерес представляет возможность использования в семеноводстве не только инбредных линий, но и гибридных поколений F_1, F_2 и др. Эта проблема решается просто у вегетативно размножаемых растений [7]. «Для растений, размножающихся семенами, эта проблема находится в стадии теоретических изысканий или в начальной стадии экспериментальной разработки. Наиболее эффективным … считают перевод гетерозисных гибридов на путь устойчивого апомиктического размножения и полиплоидизация гетерозисных гибридов» [8, с.99].

Опираясь на вышеприведенные представления, с одной стороны, и на возможность апозиготического размножения у сахарной свеклы, с другой, было предположено, что высокую продуктивность у гибридов можно сохранить, используя беспыльцевой способ репродукции. Апозиготия, как и самооплодотворение, поддерживает в ряду смежных поколений репродукции в гомозиготном состоянии эпистатические комплексы генов [10], что должно сохранять гибридную

мощность (гетерозис) у растений. Необходимо уточнить, что в XX в. для обозначения одно- и двуродительского семенного размножения было введено три пары синонимичных терминов: апо- и амфимиксис, гамо- и агамоспермия, апозиготия и зиготия.

Основным способом размножения у свеклы считается перекрестное (зиготическое) оплодотворение, поскольку самооплодотворение в обоеполых цветках свеклы предотвращается системой генов самонесовместимости. Однако мутирование аллелей самонесовместимости ведет к появлению в популяции самосовместимых растений, формирующих семена преимущественно за счет самооплодотворения [11, 12]. Кроме того, у сахарной свеклы возможно формирование зародыша еще в закрытом цветке, т.е. без участия пыльцы [13]. В дальнейшем было показано, что семена могут образовываться партеногенетически либо из клеток зародышевого мешка (гаметическая эмбриония) [9], либо из соматических клеток семяпочки (нуцеллярная, интегументальная эмбриония) [14, 15]. В совокупности, перекрестное оплодотворение, самооплодотворение и агамоспермия образуют единую систему репродукции у *Beta vulgaris* L., и не всегда бывает очевидным, каким путем получены семена в ходе их репродукции. В свободно размножающихся популяциях растений сахарной свеклы частота перекрестного опыления достаточно высока, а самофертильных – очень низка. Но при понижении температуры воздуха (10-13°С) самостерильные растения становятся почти самофертильными. Частота же встречаемости агамоспермии в свободно размножаемых популяциях свеклы до сих пор не исследована в силу отсутствия адекватных методов наблюдения, так как морфологические картины эмбриогенеза при одно- и двуродительской репродукции семян сходны. При беспыльцевом же методе репродукции оценить частоту образования апозиготических плодов и семян не представляет большого труда.

Репродукция семян при гаметофитном типе агамоспермии у сахарной свеклы возможна за счет миксоплоидности клеточных популяций. Первые данные о миксоплоидии у сахарной свеклы были представлены в 1930 гг. [16]. Проведенные нами исследования показывают, что у диплоидных форм сахарной свеклы наблюдается широкая вариабельность по массе ДНК на ядро. Изменчивость прослеживается на разных стадиях клеточного цикла, а диапазон изменчивости зависит от исходного материала. В ходе митотического деления распределение ДНК между дочерними ядрами происходит не всегда симметрично. Имеет место также и многоядерность клеток [17]. Изучение клеток

археспория у свеклы также показало высокий уровень вариации по содержанию ДНК [18].

Возможность однородительского размножения у свёклы вытекает из закона Н.И. Вавилова о параллельной изменчивости у родственных видов растений: «Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов. Чем ближе генетически расположены в общей системе роды и линнеоны, тем полнее сходство в рядах их изменчивости» [19]. Некоторые дикие виды рода *Beta* секции Corollinae репродуцируют семена исключительно агамоспермным способом: *B. corollifora* (2*n* = 18), *B. trygina* (2*n* = 54), *B. intermedia* (2*n* = 36), *B. lomatogona* (2*n* = 36) [20].

Многолетняя практика по переносу репродуктивных признаков от диких сородичей свеклы к культурным видам оказалась неудачной. Следует отметить, что использование диких видов рода *Beta* для передачи других полезных признаков не всегда успешно. Примером может служить признак одноростковости. Использование диких видов рода *Beta* в гибридизации с сахарной свеклой для передачи ей этого признака не принес результатов [2]. Тогда как, поиск растений с одиночными цветками в популяциях многоростковой сахарной свеклы в 1930-х годах был успешен [21]. На базе найденных одноростковых растений выполнены генетические работы по наследованию признака, и в ходе дальнейших работ они послужили основой для создания одноростковых сортов и гибридов свеклы, что позволило осуществить технологическую революцию в свекловодстве, сократив затраты ручного труда при выращивании примерно в 40-50 раз. Этот пример – прямое использование закона гомологических рядов Н.И. Вавилова в практической работе.

По нашему мнению, введение «нового» способа репродукции семян не может не оказать влияния на общую эффективность селекционной работы с сахарной свёклой. Однородительское размножение позволит: а) эффективнее использовать богатейший мировой генофонд сахарной свеклы, расширив генетическое разнообразие селекционных материалов; б) существенно удешевить селекционные схемы создания новых сортов; в) упростит семеноводческий процесс.

Библиографический список

1. *Зосимович В.П.* Дикие виды и происхождение культурной свёклы

// Свекловодство. – Киев: Госсельхозиздат, 1940. – С. 17-88.

2. *Роик Н.В.* Создание одноростковых сортов и гибридов сахарной свеклы в Советском Союзе // Энциклопедия рода *Beta*: Биология, генетика и селекция свеклы. Новосибирск: «Сова». – 2010. – С. 248-264.
3. *Owen F.V.* Male sterility in sugar beets by complementary effects of cytoplasmic and Mendelian inheritance // Amer. J. Bot. 1942. V. 29. № 8. P. 622–692.
4. *Allard R.W.* History of plant population genetics // Ann. Rev. Genetics, 1999, v.33, P.1-27.
5. *Harper R.* The influence of Density on Yield and Mortality // Population Biology of Plants. London et al.: Academic Press. 1977. P. 151-384.
6. *Вепрев С.Г.* Фитоценогенетический анализ продуктивности посевов сахарной свеклы (Beta vulgaris L.): дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, ИЦиГ СО РАН, 1983. – 225 с.
7. *Петров Д.Ф.* Апомиксис в природе и опыте. – Новосибирск: Наука Сиб. отд-ние, 1988. –214 с.
8. *Картель* Н.А., Макеева Е.Н., Мезенко А.М. Генетика. Энциклопедический словарь. – Минск: «Тэхналогія», 1999. – С. 99.
9. *Малецкий С.И., Малецкая Е.И.* Самофертильность и агамоспермия у сахарной свеклы *(Beta vulgaris* L.*)* // Генетика. – 1996. – Т. 32(12). – С. 1643-1650.
10. *Малецкий С.И.* Сцепленное и несцепленное наследование генов в партеногенетических потомствах растений // Генетика. – 1997. – Т. 33(10). – С. 1333-1340.
11. *Харечко-Савицкая Е.И.* Вид *Beta vulgaris* L. Как аутостерильное растение // Свекловодство. – Киев: Госсельхозиздат, 1940. – С. 501-510.
12. *Малецкий С.И., Денисова Э.В., Лутков А.Н.* Получение самоопыленных линий у самонесовместимых растений сахарной свеклы // Генетика. – 1970. – Т. 6(6). – С. 180-183.
13. *Фаворский Н.В.* Материалы по биологии и эмбриологии сахарной свеклы // Труды научного института селекции, вып. 2. – Киев: Сортоводно-семенное управление сахаротреста, 1928. – С. 3–11.
14. *Зайковская Н.Э., Ярмолюк Г.И., Болелова З.А.* Особенности апомиксиса у анеуплоидных форм сахарной свёклы // Докл. ВАСХНИЛ. – 1978. – № 9. – С. 11-13.

15. *Сеилова Л.Б., Абдурахманов А.А., Хайленко Н.А.* Эмбриология индуцированного апомиксиса у сахарной свеклы // Цитология и генетика. – 1984. – Т.18, №2. – С. 90-92.
16. *Лусс А.И.* Вегетативные мутации // Теоретические основы селекции растений. – М.;Л.: Сельхозгиз, 1935. – Т.1. – С. 215-292.
17. *Юданова С.С.* Миксоплоидия клеточных популяций сахарной свеклы и ее связь с репродуктивными признаками // дис.: ... канд. биол. наук. – Санкт-Петербург: ВИР, 2004. –115с.
18. *Lukaszewska E., Sliwinska E.* Most organs of sugar-beet (Beta vulgaris L.) plants at the vegetative and reproductive stages of development are polysomatic // Sexual plant reproduction 2007, Vol. 20(2). – P. 99-107.
19. *Вавилов Н.И.* Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Линнеевский вид как система. –Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1967. – 92 с.
20. *Barocka K.H.* Die Section Corollinae der Gattung Beta (Tournef) L. // Z. Pflanzenzьcht. 1966. Bd. 56. № 4. – S. 379–388.
21. *Орловский Н.И.* Односемянная сахарная свёкла // Вестник с.-х. науки. – 1957. – Т. 11. – С. 7-13.

УДК 633.1: 631.527: 633.1

Е.В. Юрлова
ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии

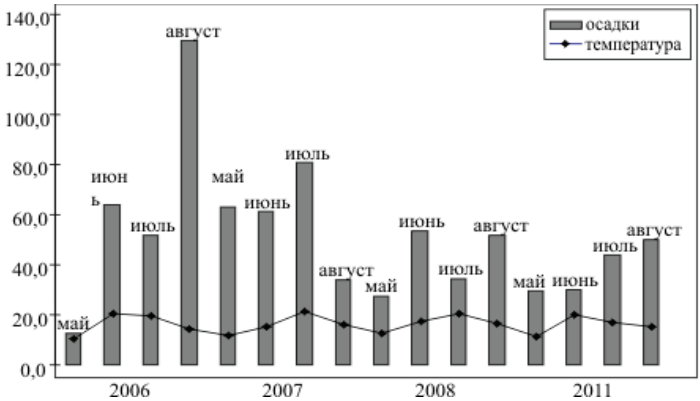
Изучение селекционных образцов гречихи, адаптированных к условиям Сибири

Гречиха посевная (Fagopyrum esculentum Moench) происходит из горных районов Индии и южных районов Китая, известна в земледельческой культуре уже более трёх тысячелетий. Гречиха – это основная крупяная культура, содержание белка в ней составляет около 12,6%, а также единственная зерновая культура, содержащая рутин [1]. Важным резервом увеличения производства гречихи является создание и использование новых сортов [2]. Процесс создания сорта гречихи, сочетающего высокую урожайность с комплексом хозяйственно-ценных признаков по своей биологической природе противоречив. Длина вегетационного периода и крупность зерна являются негетерозисными признаками, контролируются аддитивно действующими генами и

наследуются промежуточно. Поэтому отбор по этим признакам снижает гетерозисность популяции, т.е. урожайность. Это противоречие возможно преодолеть, так как сходные фенотипы гречихи могут иметь различную генетическую основу [3]. Селекция гречихи в ГНУ СибНИИРС направлена на получение сортов, адаптированных к агроэкосистемам и агроландшафтам Сибири. Поэтому цель наших исследований – создание сорта гречихи с высокой и стабильной урожайностью, устойчивостью к полеганию, осыпанию, крупным выровненным зерном, с хорошими технологическими качествами, адаптированного к условиям Сибири. В задачи исследований входило: изучение селекционных образцов гречихи по комплексу хозяйственно-ценных признаков, выделение скороспелых продуктивных форм.

Работа выполнена в отделе селекции полевых культур ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии в 2006-2008, 2011 гг. Конкурсное сортоиспытание закладывали с учетом методики государственного сортоиспытания с.-х. культур [4]. Стандарт – районированный сорт Ирменка. Посев проводили сеялкой ССФК-7 рядовым способом. Площадь делянки 25 м^2 в четырехкратной повторности. Была дана оценка 5 образцам.

Статистическую обработку опытных данных проводили на компьютере с использованием программы Excel XP. Дисперсионный анализ выполнен с использованием методики Б.А. Доспехова [5] и программы SNEDECOR О.Д. Сорокина.



Метеорологические условия за 2006-2008, 2011 гг. (по ГСМ Огурцово)

Данные для характеристики погодных условий предоставлены агрометеостанцией «Огурцово» (рисунок).

Среднемесячные температуры воздуха мая 2006 г. находились на уровне среднемноголетних, а июня-июля превосходили их на 0,4-

3,8 °С. В сочетании с недостатком влаги мая (12,5 мм – среднемноголетнее 36,0) и избыточным увлажнением августа (129,7 мм – среднемноголетнее 66,0) это, вероятно, повлекло некоторое снижение озерненности растений гречихи.

Условия 2007 г. были благоприятными для роста и развития изучаемых образцов гречихи. Среднемесячные температуры воздуха 2008, 2011 гг. в период с мая по июль включительно были на 0,8-3,2 °С выше, чем среднемноголетние, что является важным фактором для гречихи, которая относится к теплолюбивым культурам. Недостаток влаги в июле в эти годы негативно отразился на завязывании семян гречихи. Вместе с тем следует отметить, что количество осадков августа, в который продолжается налив зерна, было достаточным для формирования урожая.

Использованные в работе сокращения: КСИ[1] – конкурсное сортоиспытание, ст.[2] – стандарт, Г- 467[3] – гибрид 467 (Саулык х Наташа, крупноплодная форма из Ирменка, Агидель), Э-6995[4] – отбор элитных растений и формирование популяции (Ирменка, к-2270), Э-7015[5] – отбор элитных растений и формирование популяции (Ирменка, Наташа, Саулык, к-2201, Г - 458, HTL).

Результаты

Для оценки достоверности полученных данных по элементам хозяйственно-ценных признаков и выявления относительного вклада изменчивости факторов в общее варьирование признака провели двухфакторный дисперсионный анализ, результаты которого представлены в табл. 1. Критерий Фишера достоверен с высокой долей вероятности по фактору А (годы), фактору В (генотипы). Как видно в общем фенотипическом варьировании, доля генотипической изменчивости составила от 14,5 (продолжительность вегетационного периода) до 77,5 (масса 1000 семян), доля изменчивости, обусловленная различиями в погодных условиях по годам (фактор А) от 80,0 (урожайность) до 80,8% (продолжительность вегетационного периода).

Уровень урожайности служит главным критерием экономической целесообразности выращивания сорта, гибрида или другой генетической системы. Урожайность с единицы площади посева отражает уровень развития большого числа признаков, каждый из которых формируется в результате влияния многочисленных генетических и средовых факторов на всех этапах онтогенеза. В 2006 г. урожайность варьировала от 1,5 (Ирменка) до 1,8 (Г-467), в 2007 г. – от 2,1 (Наташа, Э-6995) до 2,3 (Ирменка, Г-467), в 2008 г. – от 2,3 (Ирменка) до 3,3 (Наташа), в 2011 г. – от 1,6 (Наташа) до 2,0 т/га (Ирменка) соответс-

твенно. По усредненным данным урожайность у испытанных селекционных образцов гречихи варьировала от 2,0 (Ирменка) до 2,2 т/га (Наташа, Г-467) (табл. 2).

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа данных КСИ[1] (2006-2008, 2011 гг.)

Источник варьирования	Сумма квадратов (SS)	Число степеней свободы (df)	Средний квадрат (MS)	Критерий Фишера (F)	Сила влияния, %
Урожайность, т/га					
Общее	4,39	18	0,24	-	-
Годы (А)	3,68	3	1,23	21,15*	80,0
Генотипы (В)	0,07	4	0,12	0,28	0,0
Случайные отклонения	0,64	11	0,06	-	-
Продолжительность вегетационного периода, дн.					
Общее	408,31	18	22,68	-	-
Годы (А)	327,66	3	109,22	87,30*	80,8
Генотипы (В)	66,89	4	16,72	13,37*	14,5
Случайные отклонения	13,76	11	1,25	-	-
Масса 1000 семян, г					
Общее	70,76	18	3,93	-	-
Годы (А)	2,92	3	0,97	1,00	0,00
Генотипы (В)	57,19	4	14,30	14,76*	77,5
Случайные отклонения	10,66	11	0,97	-	-

* Достоверно при $P<0,01$.

Таким образом, наиболее низкой продуктивностью характеризовался сорт Ирменка, а наиболее высокой – сорт Наташа и гибрид Г-467.

Самая высокая урожайность гречихи получена в 2008 г., когда этот показатель достигал 3,3 т/га (Наташа).

Минимальная урожайность была получена в 2006 г. у сорта Ирменка (1,5 т/га). Наименьший показатель урожайности по всем образцам также получен в 2006 г., так как на протяжении вегетационного периода наблюдалась сухая жаркая погода. Средний уровень урожайности в этом году составил 1,7 т/га, что на 19,9% ниже среднемноголетнего.

Продолжительность вегетационного периода – это время, необходимое для прохождения полного цикла развития растения – период от начала роста до уборки урожая. Следовательно, чем короче вегетационный период, тем более скороспелым является сорт. В 2006 г. про-

должительность вегетационного периода варьировала от 77 (Наташа) до 79 (Ирменка, Г-467, Э-6995), в 2007 г. – от 74 (Наташа, Э-7015) до 80 (Ирменка), в 2008 г. – от 75 (Наташа, Э-6995, Э-7015) до 80 (Ирменка), в 2011 г. – от 83 (Наташа) до 90 дней (Ирменка) соответственно. По усредненным данным вегетационный период у испытанных сортообразцов составил от 77,2 дня (Наташа) до 82,2 (Ирменка) (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная характеристика селекционных образцов гречихи в КСИ, 2006-2008, 2011гг.

Сорт, селекционный образец	Год				
	2006	2007	2008	2011	Среднее
Урожайность, т/га					
Ирменка – ст.[2]	1,5	2,3	2,3	2,0	2,0
Наташа	1,7	2,1	3,3	1,6	2,2*
Г-467[3]	1,8	2,3	2,7	1,9	2,2*
Э-6995[4]	1,7	2,1	2,9	1,8	2,1
Э-7015[5]	-	2,2	2,7	1,8	2,1
Х	1,7	2,2	2,8	1,8	2,1
$НСР_{05}$	0,2				
Продолжительность вегетационного периода, дн.					
Ирменка – ст.	79	80	80	90	82,2
Наташа	77	74	75	83	77,2*
Г-467	79	77	76	86	79,5*
Э-6995	79	76	75	87	79,2*
Э-7015	-	74	75	84	77,3*
Х	78,0	76,2	76,2	86,0	79,1
$НСР_{05}$	1,1				
Масса 1000 семян, г					
Ирменка – ст.	40,3	39,8	39,4	38,7	39,6
Наташа	39,4	40,8	40,5	40,5	40,3
Г-467	43,4	42,9	43,2	39,8	42,3*
Э-6995	38,7	38,3	38,5	37,5	38,2
Э-7015	-	42,6	41,8	43,5	42,8*
Х	41,0	40,9	40,7	40,0	40,6
$НСР_{05}$	1,0				

* Достоверно превышает при $P<0,05$ стандарт.

Таким образом, наиболее коротким периодом вегетации характеризовался сорт Наташа, а наиболее продолжительным – сорт Ирменка.

Самый короткий вегетационный период у селекционных образцов гречихи отмечали в 2007 г., когда этот показатель составил 74 дня (Наташа, Э-7015). Наименьший период вегетации по всем образцам отмечали в 2007, 2008 гг. – 76,2 дн., что на 3,7% меньше среднемноголетнего.

Максимальная продолжительность вегетационного периода была отмечена в 2011г. у сорта Ирменка (90 дней). Наибольший период вегетации по всем образцам также отмечен в 2011 г., так как на протяжении вегетационного периода наблюдалась сухая жаркая погода. Продолжительность вегетационного периода в этом году составила 86 дней, что на 8,7% больше среднемноголетнего.

Масса 1000 семян – это важный хозяйственно-ценный признак, от которого зависит уровень урожайности генотипа. Следует отметить, что масса 1000 семян характеризует крупность семян, обеспеченность зародыша питательными веществами. Естественно, что более крупное зерно имеет и более высокую массу 1000 семян. Кроме того, в крупном зерне количество оболочек и масса зародыша по отношению к ядру наименьшие. Масса отдельных семян одной и той же культуры колеблется в больших пределах в зависимости от сорта, года урожая, степени выполненности и т. д.

В 2006-2008 гг. масса 1000 семян варьировала от 38,3 (Э-6995) до 43,4 (Г-467), в 2011 г. – от 37,5 (Э-6995) до 43,5 г (Э-7015) соответственно. По усредненным данным масса 1000 семян у испытанных селекционных образцов варьировала от 38,2 г (Э-6995) до 42,8 (Э-7015) (табл. 2).

Таким образом, наиболее низкой массой 1000 семян характеризовался образец Э-6995, а наиболее высокой – гибрид Г-467, популяция Э-7015.

Самая высокая масса 1000 семян гречихи получена в 2011 г., когда этот показатель достигал 43,5 г (Э-7015). Наибольший показатель массы 1000 семян по всем образцам отмечали в 2006 г., среднее значение признака – 41,0 г, что на 1,0% выше среднемноголетнего.

Минимальное значение массы 1000 семян отмечали в 2011г. у образца Э-6995 (37,5 г). Наименьший показатель массы 1000 семян по всем образцам также получен в 2011 г., так как погодные условия вегетационного периода характеризовались недостаточным увлажнением. Средний уровень массы 1000 семян в этом году составил 40,0 г, что на 1,5% ниже среднемноголетнего.

Выводы

1. Двухфакторный дисперсионный анализ результатов сравнительного изучения 5 селекционных образцов гречихи по трем количест-

венным признакам показал, что по урожайности критерий Фишера достоверен с высокой вероятностью по фактору А (годы), по продолжительности вегетационного периода по фактору А (годы), фактору В (генотипы), по массе 1000 семян по фактору В (генотипы).

2. В общем фенотипическом варьировании признаков доля изменчивости, вызванная метеорологическими условиями (годы), составила по урожайности 80,0, по продолжительности вегетационного периода – 80,8%.

3. Доля генотипической изменчивости составила 14,5 по продолжительности вегетационного периода, 77,5% по массе 1000 семян.

4. В условиях вегетации 2006 г. урожайность гречихи варьировала от 1,5 (Ирменка) до 1,8 (Г-467), в 2007 г. – от 2,1 (Наташа, Э-6995) до 2,3 (Ирменка, Г-467), в 2008 г. – от 2,3 (Ирменка) до 3,3 (Наташа), в 2011 г. – от 1,6 (Наташа) до 2,0 т/га (Ирменка) соответственно.

5. Результаты четырехлетнего изучения 5 селекционных образцов гречихи показали, что стандарт – сорт Ирменка – превзошли по урожайности сорт Наташа, гибрид Г-467, по продолжительности вегетационного периода сорт Наташа, гибрид Г-467, популяции Э-6995, Э-7015, по массе 1000 семян гибрид Г-467, популяция Э-7015.

Таким образом, в настоящее время остается проблема создания сортов гречихи, адаптированных к условиям Сибири, с высокой и стабильной урожайностью, скороспелых, с крупным выровненным зерном.

Следовательно, для более полной реализации генетического потенциала продуктивности гречихи необходимы дальнейшие исследования селекционного материала, которые позволят в ближайшие годы передать в государственное сортоиспытание новые сорта (гибрид Г-467 – по продуктивности, скороспелости, крупнозерности, популяция Э-7015 – по скороспелости, крупнозерности).

Библиографический список

1. Культурная флора СССР. – Л.: Колос, 1975. – 362 с.
2. Победоносцева Е.А. Селекция крупяных культур // Сельскохозяйственная наука Сибири (1969-1999): сб. науч. тр. – Новосибирск, 1999. – С. 320-324.
3. Фесенко Н.В. Селекция и семеноводство гречихи. – М.: Колос, 1983. – С. 3-189.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1971. – Вып. 1-2.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

Содержание

Бабкенова С.А. Изучение яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана на групповую устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине 3

Березин В.Ю. Проблемы и перспективы развития оригинального семеноводства зерновых и зернобобовых культур в Кемеровской области 7

Бражников П.Н. Изучение и использование отечественного и мирового генофонда озимой ржи для селекции в условиях севера Томской области 10

Ганичев Б.Л., Исачкова О.А. О простом и сложном в селекции голозерного ячменя 15

Гончаров П.Л. Совершенствование селекционного процесса на основе комплексных исследований.. 18

Гринберг Е.Г., Губко В.Н., Штайнерт Т.В. Методы селекции овощных культур 28

Драгавцев В.А. Какие технологии генетического улучшения экономически важных свойств растений – трансгеноз или управление взаимодействием «генотип-среда» - будут доминировать в будущем?. 42

Житнековская О.А. Эффективность безрассадного способа выращивания томата на товарные и семенные цели в условиях Западной Сибири 47

Исачкова О.А., Ганичев Б.Л. Структура метелки сортообразцов голозерного овса различных эколого-географических групп . . 52

Капко Т.Н. Изучение генотипической и средовой изменчивости уровня завязываемости гибридных зерновок мягкой яровой пшеницы при гибридизации в 2010 и 2011 годах 56

Кирикович С.С., Левитес Е.В. Изменение соотношений фенотипов в агамоспермных потомствах сахарной свеклы под действием эпимутагена Тритона Х-100 на ранних этапах эмбриогенеза 64

Коберницкий В.И. Изменчивость количественных признаков у сортов проса в условиях Северного Казахстана 71

Ковригина Л.Н., Маевская Н.А. Внутрисортовая изменчивость и сопряженность анатомических признаков стебля у ячменя . . . 78

Ковригина Л.Н., Степанюк Г.Я. Особенности выраженности, сопряженности и изменчивости признаков у сортов и гибридов ячменя 83

Козыренко М.А., Пакуль В.Н. Высокий потенциал продуктивности у нового сорта ярового овса Креол 90

Красников С.Н. История Нарымского картофеля (к 90-летию со дня рождения селекционера-картофелевода Рогачёва Н.И.) 94

Ларионов Ю.С. Принципы создания и управления генотипом сорта в селекции и семеноводстве 101

Ларионов Ю.С., Ярославцев Н.А., Приходько С.М., Екимов Е.В. Энергоинформационные взаимодействия как основа концепций целостности эволюции материального мира 119

Левитес Е.В., Кирикович С.С. Комбинаторные процессы как механизмы изменчивости в агамоспермных потомствах сахарной свеклы (Beta vulgaris L.) 123

Малецкий С.И. Развитие растений и взгляды Н.И. Вавилова в контексте современных представлений об эпигенетической наследственной изменчивости 129

Мартынова С.В., Пакуль В.Н. Формирование урожайности высокопродуктивных линий ярового ячменя в условиях северной лесостепи Кузнецкой котловины. 139

Мединский А.В., Стёпочкин П.И. Создание и изучение генофонда озимых тритикале в СибНИИРС 144

Мухордова М.Е. Сравнительный анализ корреляционных зависимостей и путевых коэффициентов признаков продуктивности гибридов зерновых культур (пшеница, ячмень, овес) 151

Неустроев А.Н. Приемы возделывания вики посевной на семена и корм в условиях Центральной Якутии. 158

Окашева Н.А., Стрельцова Т.А. Сравнительная оценка коллекции сортов картофеля по устойчивости к заболеваниям в мониторинге 163

Оплеухин А.А., Стрельцова Т.А., Федюнина М.В. Подходы к решению проблемы статистической обработки данных экологического сортоиспытания картофеля 169

Орлова Е.А. Оценка яровой пшеницы на устойчивость к пыльной головне 176

Панькин А.И., Цильке Р.А., Пискарев В.В. Генетический контроль количественных признаков пшеницы мягкой яровой шести родительских форм 180

Паркина О.В. Генетические источники фасоли овощной при селекции на продуктивность и качество 195

Пискарев В.В., Тимофеев А.А., Капко Т.Н. Результаты оценки выраженности селекционно-ценных признаков сортообразцов пшеницы мягкой яровой в условиях лесостепи Приобья 201

Плотникова Л.Я., Отт А.А., Семеренко М.В., Городецкая Л.А. Характеристика хозяйственно-ценных признаков пшенично-пырейных гибридов различных поколений. 207

Размахнин Е.П., Размахнина Т.М., Козлов В.Е., Гончаров Н.П., Вепрев С.Г. Применение методов биотехнологии и отдаленной гибридизации для улучшения пшеницы 213

Рябцева Т.В., Куликова В.И., Иванова Е.А. Применение ингибиторов вирусов при оздоровлении картофеля. 220

Сайнакова А.Б. Оценка устойчивости сортообразцов озимой ржи к снежной плесени. 226

Санаров П.П., Стрельцова Т.А., Новиков Т.С. Генетический мониторинг среднепоздних сортов картофеля в Горном Алтае. . . 230

Симонов А.В., Пшеничникова Т.А., Чистякова А.К., Щукина Л.В., Морозова Е.В. Изменчивость и наследование признаков структуры эндосперма зерновки мягкой пшеницы 237

Сочалова Л.П. Результаты иммунологического исследования исходных форм яровой пшеницы и изогенных линий по степени устойчивости к бурой ржавчине 242

Стёпочкин П.И., Мединский А.В., Гребенникова И.Г. Интегральная оценка коллекционных и селекционных образцов тритикале 251

Стрельцова Т.А. Экологическое испытание сортов собственной селекции по вертикальной зональности Горного Алтая 257

Татина Б.М. Накопление сухого вещества в период формирования и налива зерна у сортов яровой твердой и мягкой пшеницы . . 264

Филиппова Н.И. Создание новых сортов костреца безостого на основе сложногибридных популяций для условий Северного Казахстана 270

Хасбиуллина О.И. Экологическое испытание сортов сои инорайонного происхождения в условиях юга Дальнего Востока . 276

Ушакова В.Г., Стрельцова Т.А., Черткова Е.П. К вопросу о физиологической активности тяжелых металлов в растениях (токсичность и толерантность). 282

Шаманин В.П., Моргунов А.И., Петуховский С.Л., Левшунов М.А., Рсалиев Ш., Потоцкая И.В., Каракоз И.И., Табаченко А.Т., Краснова Ю.С. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине в условиях Западной Сибири – реальность и перспективы 287

Шепелев С.С. Оценка селекционного материала по степени доминирования и показателям трансгрессии 292

Штефан Г.И. Изучение мирового генофонда яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана 299

Щукина Л.В., Чистякова А.К., Морозова Е.В., Пшеничникова Т.А., Симонов А.В. Влияние интрогрессий от диких сородичей в геном мягкой пшеницы на разнообразие по технологическим свойствам зерна и муки 304

Юданова С.С., Малецкая Е.И. История селекции сахарной свеклы в свете современных проблем обмена исходным и новым селекционным материалом. 312

Юрлова Е.В. Изучение селекционных образцов гречихи, адаптированных к условиям Сибири. 320

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГЕНЕТИКИ, ЭПИГЕНЕТИКИ, СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Доклады и сообщения XI Международной генетико-селекционной школы-семинара

9-13 апреля 2012 г.

Подписано в печать 25.03.2013 г. Формат 60×84 1/16.
Объём 20,75 печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 20.

Отпечатано в ГНУ СибНСХБ Россельхозакадемии
630501, Новосибирская обл., пос. Краснообск