

**Сибирский научно-исследовательский институт
растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН
Международный центр улучшения
кукурузы и пшеницы (СИММИТ)
Евразийский центр продовольственной безопасности
МГУ им. М.Ломоносова
Омский государственный аграрный университет
им. П. Столыпина
Министерство сельского хозяйства
Республики Казахстана
АО «КазАгроИнновация»**

**МАТЕРИАЛЫ
совещания Казахстанско-Сибирской сети
по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ)
в СибНИИРС (г. Новосибирск) 4-6 августа 2014 года**

Новосибирск 2015

УДК 631.52:633.11
ББК 42.112
М 34

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 межлабораторным семинаром СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН (протокол №1 от 02.06.2015 г.).

Материалы совещания Казахстанско-Сибирской сети по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ) в СибНИИРС (г. Новосибирск) 4-6 августа 2014 года / Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ИЦиГ СО РАН, - Новосибирск, 2015. – 121 с.

ISBN

В материалах совещания КАСИБ рассмотрены вопросы совместной селекции пшеницы в научных учреждениях Российской Федерации и Республики Казахстан по программе КАСИБ при поддержке СИММИТ.

Статьи участников опубликованы в авторской редакции.

**УДК 631.52:633.11
ББК 42.112**

ISBN

© Авторы, 2015
© СибНИИРС, 2015

УРОЖАЙНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ К РЖАВЧИНЕ ПИТОМНИКОВ КАСИБ

Казахстанско-сибирская сеть по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ) создана в 2000 г. и объединяет в настоящее время 19 научных учреждений, ведущих селекцию для более 20 млн. гектар посевных площадей пшеницы. За период деятельности в питомниках КАСИБ изучено более 600 сортообразцов яровой мягкой и твердой пшеницы. Выявлены образцы, показавшие наибольшую урожайность, а также проявившие наибольшую устойчивость к бурой ржавчине.

Казахстан и Сибирь совместно возделывают пшеницу на площади 20 млн га, являясь одними из ведущих регионов в стабильности обеспечения продовольствия на евразийском континенте [1;2]. Природно-климатические особенности, наличие питательных элементов в почве и генотип потенциально дают возможность возделывать и получать пшеницу с высоким содержанием белка (12-17%) и клейковины (25-32%) [1].

Однако, биотические и абиотические факторы оказывают лимитирующее воздействие на потенциал казахстанско-сибирских сортов пшеницы. Основными причинами недобора урожая являются засуха и пораженность болезнями с воздушно-капельной инфекцией. При эпифитотийном развитии листовой ржавчины в отдельности и совместно с септориозом потери урожая яровой пшеницы могут достигать 15-25%, а от стеблевой ржавчины – 40-50% и более [3]. Для снижения уровня заболеваемости пшеницы ржавчинными заболеваниями необходимо контролировать болезнь с учетом происходящих процессов мутаций у преобладающих рас в регионах и заноса новых вирулентных патотипов, которые способствуют потери устойчивости у сортов [4].

В связи с этим, особую актуальность для Казахстана и России имеет создание сортов яровой пшеницы с доминирующими признаками для обеспечения и сохранения продовольственной безопасности и конкурентоспособности на внутреннем и мировом рынках зерна. Важной задачей является получение сортов с высокой урожайностью, устойчивостью к засухе и видам ржавчин, высокими технологическими качествами зерна.

В борьбе с факторами, лимитирующие урожайность пшеницы,

используется один из перспективных методов сегодняшнего дня - селекция пшеницы с использованием материала мировых генетических ресурсов для улучшения и получения перспективных сортов. В связи с этим в 2000 году идея создания Казахстанско-Сибирской сети по улучшению пшеницы (КАСИБ) реализовалась на территории Казахстана и России (Поволжье, Западная Сибирь, Урал, Алтайский край) в пределах географических координат 43,3 – 55,1 СШ и 57,2 – 82,6 ВД, объединяя сотрудничество 19 научно/учебно-исследовательских учреждений России и Казахстана с целью повышения эффективности и ускорения селекции пшеницы на основе обмена лучшим селекционным материалом, оценки и испытания материала в различных экологических условиях, анализа экспериментальных данных, совещаний, проведения полевых семинаров, совместных публикаций и создания новых сортов [1; 5; 6; 7].

Участниками Казахстанско-Сибирской сети являются Актюбинская сельскохозяйственная опытная станция, Восточно-Казахстанский НИИ сельского хозяйства, Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция, Карагандинский НИИ селекции и растениеводства, Казахский Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева, Павлодарский НИИ сельского хозяйства, Казахский НИИ земледелия и растениеводства, научно-производственная фирма «Фитон», НИИ проблем биобезопасности, Казахский НИИ защиты растений, Институт Биологии и Биотехнологии Растений (Казахстан), Алтайский НИИ сельского хозяйства, Курганский НИИ сельского хозяйства, Омский Государственный аграрный университет, Самарский НИИ сельского хозяйства, Сибирский НИИ растениеводства и селекции, Сибирский НИИ сельского хозяйства, ЗАО "Кургансемена", Челябинский НИИ сельского хозяйства (Россия).

В рамках данного научного проекта за 2000-2014 гг. изучено 15 питомников КАСИБ, при этом общее количество образцов яровой мягкой пшеницы (ЯМП) составило 469 образцов и 136 образцов яровой твердой пшеницы (ЯТП) (таблица 1).

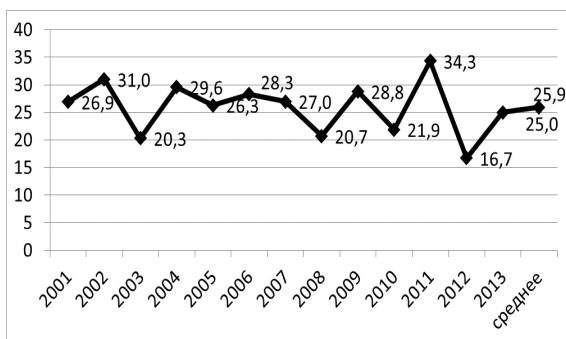
Важнейшим признаком исследований питомников КАСИБ является урожайность. Урожайность пшеницы значительно варьировал по годам. Представленная на рисунке 1 диаграмма показывает динамику варьирования средней по пунктам проведения исследований урожайности за 2001-2013 гг. Наименьшая урожайность отмечена в 2003 г – 20,3 ц/га, 2008 г - 20,7 ц/га и 2012 г – 16,7 ц/га. Наибольшая урожайность (34,3 ц/га) отмечена в 2011 г.

Таблица 1 – Число изученных в питомниках КАСИБ образцов (2000-2014 гг.)

Питомник	2000	2001	2002	2003-2004	2005-2006	2007-2008	2009-2010	2011-2012	2013-2014	Всего
	1-й	2-й	3-й	4-5-й	6-7-й	8-9-й	10-11-й	12-13-й	14-15-й	
КАСИБ ЯМП	86	84	20	52	34	42	50	52	49	469
КАСИБ ЯТП	30	21	0	14	16	17	17	21	21	136

В таблице 2 представлены образцы, показавшие наибольшую урожайность за 2000-2013 гг. Исходя из представленных в таблице данных, наибольшую урожайность в питомниках КАСИБ в разные годы показали 4 образца, созданных на Карабалыкской СХОС, 3 образца представлено ЗАО "Кургансемена", 2 образца - Алтайским НИИСХ, по одному из Павлодарского НИИСХ и ОмГАУ. При этом Эритроспермум 78 был лучшим по урожайности в течение двух лет изучения питомника 8-9 КАСИБ в 2007-2008 гг.

Рисунок 1 - Средняя урожайность, ц/га, 2001-2013 гг.



Бурая ржавчина (*Puccinia triticina*) является наиболее распространенным и вредоносным заболеванием яровой пшеницы на севере Казахстана. Наиболее эффективной мерой борьбы с бурой ржавчиной является создание устойчивых к ним сортов. При их создании наиболее перспективно выявление иммунного материала из коллекционных образцов различного эколого-географического происхождения, скрещивание доноров устойчивости с местными сортами и отбор из гибридных популяций ржавчиноустойчивых форм. На рисунке представлены данные по поражению сортообразцов питомников КАСИБ за 2000-2013 гг.

Таблица 2 - Наиболее урожайные образцы, 2000-2013 гг.

Питомник	Год	Образец	Происхождение	Ур-сть, ц/га
1 КАСИБ	2000	Карабалыкская 92	КарабалыкскаяСХОС	39,6
2 КАСИБ	2001	Лютесценс 14	КарабалыкскаяСХОС	39,4
5 КАСИБ	2004	Лютесценс 54	КарабалыкскаяСХОС	30,2
6 КАСИБ	2005	Лютесценс 29-94	ПавлодарскийНИИСХ	32,9
7 КАСИБ	2006	Алтайская 105	Алтайский НИИСХ	33,2
8 КАСИБ	2007	Эритроспермум 78	Омский ГАУ	32,2
9 КАСИБ	2008	Эритроспермум 78	Омский ГАУ	23,5
10 КАСИБ	2009	Лютесценс 290/99-7	Кургансемена	33,7
11 КАСИБ	2010	Лютесценс 363/96-4	Кургансемена	25,3
12 КАСИБ	2011	Линия 241-00-4	Кургансемена	39,2
13 КАСИБ	2012	Лютесценс 4	КарабалыкскаяСХОС	19,7
14 КАСИБ	2013	Тобольская	Алтайский НИИСХ	29,1

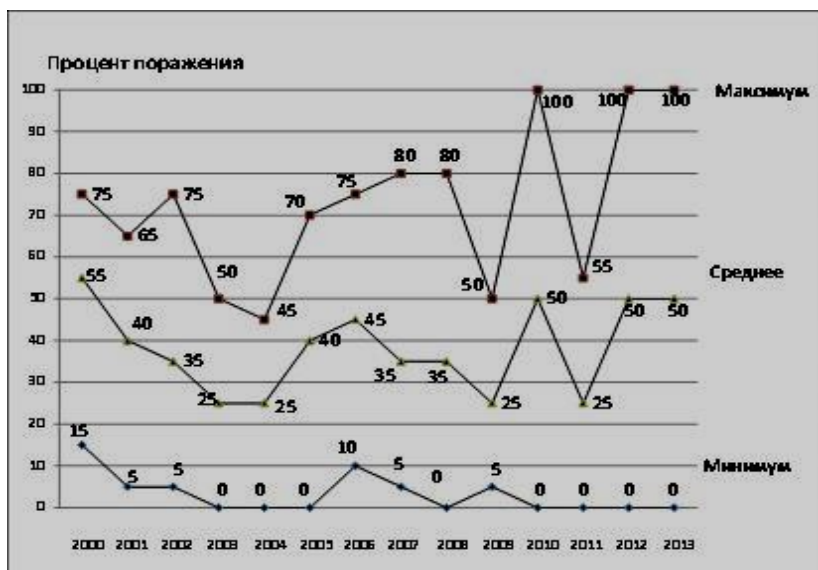


Рисунок 2. Проявление бурой ржавчины в годы исследований (2000-2013 гг.)

На графике видно, что бурая ржавчина проявлялась в различных регионах в той или иной степени практически ежегодно. Наибольшее проявление ржавчины было отмечено в 2000, 2002, 2007, 2008, 2012 и 2013 гг. Минимальное проявление ржавчины отмечено в 2004, 2009, 2011 гг.

Таблица 3 – Устойчивые к листовой ржавчине образцы

Питомник	Год изучения	Образец, происхождение	Поражение, %
1 КАСИБ	2000	Казахстанская 15, Казахстанская 19, Лютесценс 32 (КИЗ)	15-20
2 КАСИБ	2001	Дуэт, Квинта (Челябинский НИИСХ), Актюбе 10 (Актюбинская СХОС)	5-10
3 КАСИБ	2002	Е-757, Е-736 (НИИПБ)	0-5
4 КАСИБ	2003	Чернява 13, Соната (ОмГАУ), Удача (СибНИИРС)	0-10
5 КАСИБ	2004	Терция, Ария (Омский ГАУ), Лютесценс 148-97-16 (СибНИИСХ)	0-10
6 КАСИБ	2005	Степная 15 (Актюбинская СХОС), Лютесценс 210/99-10 (СибНИИСХ), Памяти Рюба (Чел.НИИСХ)	10-20
7 КАСИБ	2006	Памяти Рюба (Челябинский НИИСХ), Омская 37 (СибНИИСХ), Фитон 156 (НПФ "Фитон")	0-20
8 КАСИБ	2007	Эритроспермум 78 (ОмГАУ), Омская 38 (СибНИИСХ), Челябинка юбилейная (Челябинский НИИСХ)	0-15
9 КАСИБ	2008	Эритроспермум 78 (ОмГАУ), Омская 38 (СибНИИСХ), Челябинка юбилейная	0-10
10 КАСИБ	2009	Челяба 75 (Челябинский НИИСХ), Экада 85 (Экада-Фитон), Омская 39 (СибНИИСХ)	0-20
11 КАСИБ	2010	Челяба 75 (Челябинский НИИСХ), Экада 85 (Экада-Фитон), Омская 39 (СибНИИСХ)	0
12 КАСИБ	2011	Экада 113 (Экада-Фитон), Омская 41 (СибНИИСХ), Эритроспермум 23390 (Челябинский НИИСХ)	0-10
13 КАСИБ	2012	Экада 113 (Экада-Фитон), Омская 41 (СибНИИСХ), Эритроспермум 23390 (Челябинский НИИСХ)	0
14 КАСИБ	2013	Фитон С-54 (Фитон), Экада 148 (Экада-Фитон), Лютесценс 1147 (СибНИИРС)	0

В таблице 3 приведены образцы, проявившие наибольшую устойчивость к бурой ржавчине в питомниках КАСИБ.

Как следует из таблицы, устойчивостью к листовой ржавчине характеризовались по 2-3 образцам в каждом питомнике. Выделившиеся образцы проявили распространение болезни в пределах 0-20%. Абсолютно устойчивыми оказались сорта Челябин 75, Экада 85, Омская 39, Экада 113, Омская 41, Эритроспермум 23390, Фитон С-54, Экада 148, Лютесценс 1147.

Библиографический список

1. *Morgounov A., Rosseeva L., Koyshibayev M.* Leaf rust of spring wheat in Northern Kazakhstan and Siberia: incidence, virulence, and breeding for resistance. – Australian Journal of Agricultural Research. – 2007. – 58. – С. 847-853.
2. *Шаманин В.П., Моргунов А.И., Манес Я., Зеленский Ю.И., Чурсин А.С., Левишунов М.А.* Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к местной популяции и к вирулентной расе Ug99 стеблевой ржавчины в условиях Западной Сибири. – Вестник ВОГиС. – 2010. – 14. - №2.
3. *Койшыбаев М., Болтыбаева Л.А., Копирова Г.И.* Гермаплазма пшеницы с групповой устойчивостью к болезням с воздушно-капельной инфекцией. – Агромеридиан. – 2008.- 9. - №3. – С.34–42.
4. *Oelke L.M., Kolmer J.A.* Characterization of leaf rust resistance in hard red spring wheat cultivars. - Plant Dis. – 2004. – 88. – С.1127-1133.
5. *Третован Р., Моргунов А., Зеленский Ю., Лаге Я.* Челночная селекция между Мексикой и Казахстаном: результаты, подробности и перспективы. – Агромеридиан. – 2006. – 3. - №2. – С.23–27.
6. *Карабаев М., Моргунов А., Браун Х.* Программа СИММИТа по улучшению пшеницы в Казахстане: вместе в XXI веке. - Агромеридиан. – 2007. – 6. - №2. – С.9–22.
7. Государственный стандарт Республики Казахстан по пшенице. Технические условия, СТ РК 1046-2008. Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли РК, Астана
8. CIMMYT Wheat Improvement Program for Kazakhstan. Together in 21st century. CIMMYT-Kazakhstan, CIMMYT. - 2008.

**И.А.Белан¹, Л.П.Россева¹, Л.В.Мешкова¹, С.С. Шепелев¹,
Ю.И. Зеленский²**

¹ГНУ СибНИИСХ Россельхозакадемии, г. Омск, Россия

²Представительство СИММИТ, г. Астана, Республика Казахстан

ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МАТЕРИАЛА КАСИБ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Под эгидой СИММИТ в 2000 г. создана Казахстанско–Сибирская сеть по улучшению пшеницы (КАСИБ), объединяющая в настоящее время 11 учреждений из Казахстана и восемь из России. Лаборатория селекции яровой мягкой пшеницы ГНУ СибНИИСХ входит в этот альянс с момента его создания. За 15 лет работы через сортоиспытание КАСИБ прошло около 40 перспективных сортообразцов лаборатории. Результаты исследований, полученные на основе международного экологического испытания, учитывались как при передаче сортов на ГСИ, так и включении в Госреестр РФ (Омская 37 и Омская 38). Восемь сортов – Казанская юбилейная, Омская 35, Омская 36, Омская 37, Омская 38, Боевчанка, Уралосибирская и Омская краса уже включены в Госреестр РФ, сорт Сигма проходит сортоиспытание в РФ и два сорта в РК – Омская 39 и Омская 41 [1].

Известно, что значительный урон продуктивности и качеству пшеницы причиняют патогены грибных заболеваний. Потери урожая при поражении посевов бурой ржавчиной (*Puccinia recondita* Rob. ex Desm f.sp. *tritici* Erikss.) и мучнистой росой (*Blumeria graminis* (DC.) Speer f.sp. *tritici* Marchal) могут составлять 30% и более, а эпифитотия самого опустошительного заболевания стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis* f.sp. *tritici* Erikss, E.Henn) приводит к уничтожению урожая зерновых [2].

Проведенный в ГНУ СибНИИСХ мониторинг развития бурой ржавчины в 60– 70–х годах XX столетия показал, что в этот период массовое проявление заболевания наблюдалось 1–3 раза в десятилетие. В 80–х годах наметилась устойчивая тенденция возрастания развития заболевания. В 90–х годах умеренное и сильное проявление патогена отмечено в 7 случаях. С 2001 г. проявление бурой ржавчины в большей или меньшей степени регистрируется ежегодно на всей территории Западной Сибири. За последнее 10 лет (2005–2014 гг.) сильное ее проявление отмечалось в 2005 и 2007 гг., умеренное – в 2008, 2010, 2011, 2013 и 2014 гг., слабое – в 2006, 2009 и 2012 гг. Начиная с 2007г., в популяции патогена появились патотипы с геном вирулент-

ности р9, что привело к поражению ранее устойчивых сортов, возделываемых в области, таких как Терция, Дуэт, Тулеевская, Соната и другие [3].

В эти же годы изменился и состав патогенов. Проявление стеблевой ржавчины на посевах в Омской области до 2008 г. носило эпизодический характер со слабым проявлением и охватывало незначительные площади. В последние годы это заболевание регистрируется ежегодно. Более часто стало наблюдаться комплексное проявление таких патогенов, как мучнистая роса, бурая и стеблевая ржавчины, что приводит к значительному снижению урожайности и качества зерна. Поэтому, создание сортов, устойчивых к комплексу патогенов, весьма актуально.

Проблема в создании устойчивых сортов заключается в том, что перенести ген или комплекс генов устойчивости без отрицательных эффектов очень сложно [4]. Кроме того, перенесенные гены устойчивости не всегда эффективны в новой генетической среде, особенно это касается генов диких сородичей. Селекция на иммунитет более эффективна при вовлечении в скрещивания созданных устойчивых сортов, иммунных аналогов и селекционных линий. Так, созданные нами устойчивые или задерживающие развитие листовых патогенов сорта яровой мягкой пшеницы Омская 37, Омская 38, Омская 39, Омская 41 и ряд перспективных линий имеют пшенично-ржаную транслокацию 1RS.1BL, переданную им от носителя этой транслокации сорта Кавказ [5]. Кроме того, у ряда этих сортов присутствует и пшенично-пырейная транслокация 7DL-7Ai, где сегмент хромосомы 7Ai принадлежит *Agropyron elongatum* (Host) Beauv [6].

Для создания сортов, устойчивых к возбудителям грибных заболеваний, важную роль играет сотрудничество с другими научными учреждениями. Разветвленная сеть КАСИБ способствует увеличению разнообразия резистентного материала, методов оценки и отбора устойчивых генотипов, а также широкому экологическому испытанию перспективных линий.

В проведенных нами опытах сортообразцы высевались на делянках площадью 3–5 м² сеялкой ССФК–7 М, в двух–трехкратной повторности. В качестве стандартов при изучении сортообразцов использованы сорта селекции ГНУ СибНИИСХ – Омская 36 (среднеранняя группа), Омская 33 (среднеспелая группа) и Омская 35 (среднепоздняя группа). Уборка проводилась малогабаритным комбайном «Неге –125».

Наблюдения и учеты проводились в соответствии с «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных куль-

тур» [7]. Лабораторные исследования по определению устойчивости форм КАСИБ к патогену бурой ржавчине в фазе проростков проводились в камере искусственного климата (Биотрон-4), с использованием бензимидазольного метода [8]. Отрезки листьев заражались тремя видами популяций (омской, новосибирской и красноярской). В лабораторных условиях тип устойчивости к бурой ржавчине определяли по шкале Майнса и Джексона, к стеблевой ржавчине – по шкале Кобба. В полевых условиях оценку на устойчивость к возбудителям листовых патогенов проводили по международной шкале, процент поражения – по шкале Петерсона [9]. Результаты исследований статистически обработаны по пособию Б.А. Доспехова [10], с использованием табличного процессора Microsoft Excel [11].

За 2000–2014 гг. работы сети КАСИБ через экологическое сортоиспытание прошло 469 перспективных сортообразцов [12]. В 2000–2004 гг. в лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы нами было изучено 239 форм, полученных из разных научно-исследовательских учреждений в рамках программы КАСИБ. Результаты изучения форм 6–7 КАСИБа в 2005 и 2006гг. показали, что устойчивость к бурой ржавчине и мучнистой росе проявили следующие формы: Омская 37 и Лютеценс 210/99–10 (СибНИИСХ), ГВК–1916–9 (Восточно-Казахстанский НИИСХ), Фитон 25 (Казахстан, НПФ "Фитон"), ОК–1 (КНИИСХ) и Алтайская 105 (АНИИСХ) [13]. В результате изучения в 2007 и 2008 гг. питомника 8–9 КАСИБа было выявлено, что комплексную устойчивость к бурой, стеблевой ржавчинам и мучнистой росе проявили Омская 38 (СибНИИСХ), Л. 776 и Л. 790 (НИИПБ, Отар), Эритроспермум 55/94–01–20 (Павлодарский НИИСХ) и Эритроспермум 78 (ОмГАУ) [14].

Кластеризация сортообразцов КАСИБ позволила выявить существенные различия между генотипами по ряду изучаемых признаков. Продолжительность вегетационного периода форм среднеранней группы спелости в течение исследуемых лет варьировала от 71 до 92, среднеспелой – от 76 до 99 и среднепоздней от 85 до 113 суток. Максимальная урожайность отмечена у среднепоздних генотипов, формы среднераннего типа были менее продуктивными. Исключение составил 2009 г., когда сложившиеся погодные условия дали преимущество сортам среднераннего типа. Средний уровень урожайности по питомнику КАСИБ за 2005–2014 гг. составил 2,68 т/га, а наиболее урожайные сортообразцы превышали сорта-стандарты на 12–52%.

Формы 10–11 КАСИБа в полевых условиях 2009 и 2010 гг. не были оценены на устойчивость к бурой ржавчине в связи с поражением растений стеблевой ржавчиной. В связи с этим устойчивость к бурой

ржавчине была проведена в лабораторных условиях. Как правило, сорта селекции ГНУ СибНИИСХ, ОмГАУ, Алтайского НИИСХ, включаются в Госреестр РФ по 10 и 11 регионам, поэтому изучаемый материал был инокулирован омской, новосибирской и красноярской популяциями патогена бурой ржавчины. Спорообразцы этих популяций были авирулентны к изогенным линиям Lr 9, Lr 28, Lr 38 и частично авирулентны к Lr 19, Lr 24, Lr 26 и Lr 29. Отличительной особенностью красноярской популяции является наличие генов авирулентности р 3 и р 11. Коэффициенты сходства омской и новосибирской популяций превышали 90%, а коэффициенты сходства этих популяций с красноярской составляли 35% и 37 %, соответственно.

Таблица – Оценка поражения форм КАСИБ листовыми заболеваниями и урожайность, 2009 – 2014 гг.

Сорт, линия	Происхождение	Бурая ржавчина, фаза проростков, балл			Му-чис- - тая ро- са, %	Сте-б- ле- вая ржа- в- чи- на, %	Уро- - жай- - ност ь, т/га
		популяция патогена					
		ом- ская	ново- си- бир- ская	крас- но яр- ская			
10–11 КАСИБ, 2009 и 2010 гг.							
1	2	3	4	5	6	7	8
Омская 36	Мест. стандарт	4	4	4	60	80	3,91
Омская 33	Мест. стандарт 2	4	4	4	50	80	3,60
Омская 28	Мест. стандарт 3	4	4	4	60	80	3,22
Зелютинум 15	В.-Каз. НИИСХ	4	4	0	50	20	4,01
Ырым	НПЦ ЗиР	0	0	0	40	0	2,31
Северянка 2	НИИ ББР	4	3	0	70	50	3,77
Фитон Л 9	НПФ "Фитон"	4	4	0	80	50	3,82
Экада 85	Экада	0	0	0	60	10	3,29
Алтайская 110	АНИИСХ	1	1	0	60	50	2,69
ВК-1	КНИИСХ	2	4	2	50	30	3,57
Уралосибирская	Кургансемена	2	2	0	40	5	4,22
Л. 120-03	ОмГАУ	0	0	0	70	10	4,49
Омская 39	СибНИИСХ	0	0	0	50	10	3,61
Челяба степ- ная	ЧНИИСХ	0	0	0	60	10	3,67
НСР ₀₅							0,33

Таблица (продолжение).

1	2	3	4	5	6	7	8
12–13 КАСИБ, 2011 и 2012 гг.							
Омская 36	Мест. стандарт	4	4	4	70	70	3,91
Омская 33	Мест. стандарт 2	4	4	4	70	60	3,93
Омская 28	Мест. стандарт 3	4	4	4	60	80	3,40
ГВК 2033-7	В.-Каз. НИИСХ	4	2	2	50	10	3,50
Фитон 43	НПФ "Фитон"	3	4	2	40	30	3,65
Экада 113	Экада	0	0	0	50	50	4,39
Лютесценс 697	АНИИСХ	1	3	4	60	20	3,78
Линия 241/00-4	Кургансемена	3	3	3	50	10	4,17
Новосибирская 18	СибНИИРС	0	3	0	70	20	3,59
Омская 41	СибНИИСХ	0	0	1	50	5	4,29
Лютес. 151/03-85	-//-	0	2	0	50	20	4,03
Эритросп. 23390	ЧНИИСХ	0	3	0	20	20	3,29
НСР 0,31							05
14–15 КАСИБ, 2013 и 2014 гг.							
Омская 36	Мест. стандарт	4	4	4	70	80	2,32
Омская 33	Мест. стандарт 2	4	4	4	50	50	2,61
Омская 28	Мест. стандарт 3	4	4	4	50	80	2,32
Степная 1414	АктюбСХОС	4	4	4	50	15	2,12
Лют. 665/1	АНИИСХ	3	3	4	60	30	2,68
Экада 148	Экада	0	0	0	40	0	1,90
Сигма	СибНИИСХ	0	1-2	0	60	25	2,49
Лют. 141/03-2	-//-	0	0	0	25	0	2,62
Сибирская 17	СибНИИРС	0	0	0	40	10	2,83
Лют. 1147	-//-	0	0	2-3	30	0	2,83
НСР ₀₅							0,29

Результаты оценки в климокамере показали, что устойчивость к омской популяции проявили 13, к новосибирской – 11 и к красноярской – 20 генотипов. Формы Ырым (НПЦ ЗиР, Атматы), Экада 85 (Экада), Л. 120-03 (ОмГАУ), Омская 39 (СибНИИСХ), Челяба степная и

Челяба 75 (ЧНИИСХ) были резистентны к трем популяциям. К красноярской популяции проявили устойчивость Велютинум 15 (Восточно-Казахстанский НИИСХ), Северянка 2 (НИИ ББР, Казахстан), Фитон Л 9 (НПФ "Фитон", Казахстан), Апасовка и Сибирский альянс (АНИИСХ), Л. 16–04 и Л. 43–04 (ОмГАУ). Полученные результаты позволяют предположить, что эти формы имеют гены Lr 3 и Lr 11 эффективные против красноярской популяции.

Оценка устойчивости в полевых условиях к листовым патогенам показала, что высокой и умеренной устойчивостью к мучнистой росе характеризовались 6 генотипов (12%), к стеблевой ржавчине – 14 (28%). В целом комплексную устойчивость к мучнистой росе, стеблевой ржавчине и бурой ржавчине (фаза проростков) проявили Ырым, Экада 85, Л. 120–03, Омская 39, Челябинка степная, Челябинка 75, а также Лютесценс 360/96–6, Уралосибирская (ЗАО «Кургансемена») и Эритроспермум 78 (ОмГАУ) (таблица).

В течение 2011 и 2012 гг. изучено 52 новых генотипа 12 – 13 КАСИБа. Результаты оценки генотипов в фазе проростков показали, что устойчивость к омской популяции проявили 11, к новосибирской – 5 и к красноярской – 9 генотипов. Форма Экада 113 (Экада) была резистентна к трем популяциям, а Новосибирская 18 (СибНИИРС), Л. 89–6 (ОмГАУ), Омская 41 и Лютесценс 151/03–85 (оба СибНИИСХ), Эритроспермум 23390 и Лютесценс 23490 (оба ЧНИИСХ) были резистентны к двум популяциям. По результатам оценки в полевых и лабораторных условиях (фаза проростков) комплексную устойчивость к мучнистой росе, стеблевой ржавчине и бурой ржавчине проявили Л.С 194 (НПФ "Фитон"), Экада 113, Омская 41, Лютесценс 151/03–85 и Эритроспермум 23390.

В 2013 и 2014 гг. прошли изучение 49 новых генотипов 14 – 15 КАСИБа. Результаты оценки генотипов в фазе проростков показали, что устойчивость к трем популяциям проявили Экада 148 (Экада), Лютесценс 141/03–2 (СибНИИСХ), Лютесценс 220/03–83 (ЗАО «Кургансемена»), Сибирская 17 (СибНИИРС), а Сигма (СибНИИСХ), Л. 128–05 (ОмГАУ) и Лютесценс 1147 (СибНИИРС) были резистентны к двум популяциям (таблица).

Рассчитанные коэффициенты корреляции между 8 признаками показали, что положительную среднюю связь имеют признаки устойчивости к листовым патогенам с продолжительностью вегетационного периода и массой 1000 зерен (г варьируют от 0,33 до 0,59). Большинство форм, устойчивых к мучнистой росе, проявляют устойчивость и к стеблевой ржавчине ($r=0,55$).

В течение 2006 – 2012 гг. материал КАСИБа проходил оценку на устойчивость к стеблевой ржавчине Ug 99 в Кении (KARI). Результаты оценки показали, что порядка 14% сортообразцов имеют хорошую устойчивость к Ug 99 (1R–30RMR). Высокой устойчивостью к Ug 99 обладали сорта и линии: Омская 38 и Лютесценс 307/97–23 (СибНИИСХ), Степная 62 (Актюбинская СХОС), Челябин 75 (ЧНИИСХ), Фитон 41 и Фитон 109 (НПФ "Фитон", Казахстан) [15]. Из числа генотипов, изучавшихся в 14–15 КАСИБе можно выделить такие формы как Омская 41, Экада 148, Линия 165, Эритроспермум 23390 и другие.

Обобщая полученные данные по изучению сортообразцов КАСИБ, следует отметить, что работа, проведенная в течение последних 10 лет, привела к выделению наиболее перспективных генотипов, которые представляют интерес в качестве исходного материала для селекции. Сорта Ырым, Омская 37, Омская 38, Омская 41, Экада 113, Экада 148, Эритроспермум 78, Челябин юбилейная, Челябин 75 и Сибирская 17, характеризующиеся высокой устойчивостью к листовым патогенам в течение онтогенеза, рекомендуются использовать в селекции при подборе родительских форм для гибридизации в качестве источников резистентности к мучнистой росе, бурой и стеблевой ржавчинам. Кроме того, сорта Омская 38, Степная 62, Сигма, Тобольская, Сибирская 17, Фитон 41 и линии Лютесценс 307/97–23, Эритроспермум 55/94–01–20, Лютесценс 697, Лютесценс 665/1 сочетали повышенную урожайность с высокой и умеренной устойчивостью к листовым патогенам и высокими показателями качеством зерна.

Всего из программы КАСИБ в гибридизацию нами было включено 96 лучших сортов и линий, получено 434 гибридных комбинации, которые были включены в селекционный процесс. Отобранные линии с участием форм из питомника КАСИБ, сочетающие повышенную урожайность с комплексной устойчивостью к листовым заболеваниям, в настоящее время проходят испытание в питомниках СП-3 и КСИ.

Библиографический список

1. Сорта сельскохозяйственных культур селекции ГНУ СибНИИСХ / Под общ. ред. И.Ф. Храмцова. – Омск, ВАРИАНТ-ОМСК, 2014. –144 с.
2. Чулкина В.А. Эпифитотиология (экологические основы защиты растений) / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г. Я. Стецов. – Новосибирск, 1998. –198 с.
3. Мешкова Л.В. Тенденция увеличения вирулентности возбудителя бурой ржавчины пшеницы к эффективным генам устойчивости в Омской области / Л.В. Мешкова, Л.П. Россеева // Современные средст-

ва, методы и технологии защиты растений : Междунар. науч.- практ. конф. – Новосибирск, 2008. – С.149–153.

4. Чужеродные гены в селекции мягкой пшеницы на устойчивость к болезням в Поволжье / В.А. Крупнов [и др.] // Защита растений в условиях реформирования агропромышленного комплекса: экономика, эффективность, экология. – СПб, 1995. – С.209.

5. Особенности хозяйственно-ценных признаков линий сорта яровой мягкой пшеницы Омская 37, несущих пшенично-ржаную транслокацию 1R.1B. / И.А. Белан [и др.] // Вестник ВОГИС. – 2010. – Т. 14, № 4. – С. 632–640.

6. Using of alien genetic material in the breeding of spring bread wheat. / I.A Belan. et al. // Abstracts of the 15th International EWAC Conference. 7–11 November 2011. Novi Sad, Serbia. 2011. – P. 46.

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: общая часть. – М. 1985. – Вып.1-й. –269 с.

8. Михайлова Л.А. Лабораторные методы культивирования возбудителя бурой ржавчины / Л.А.Михайлова, К.В. Квитко // Микология и фитопатология. – 1970. – Т.4, №3. – С.269–270.

9. Методика оценки селекционных форм и сортов мягкой пшеницы при испытании на отличимость, однородность и устойчивость к факторам среды / В.А. Зыкин, Л.П. Россеева, И.А. Белан, Р.К. Кадиков. – Метод. рекоменд. // СО РАСХН, СибНИИСХ, ФГОУ ВПО БГАУ. – Уфа, 2004. –39с.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. / Б.А. Доспехов – М.: Колос, 1979. –415с.

11. Макарова Н.В. Статистика в Excel: учеб. пособие. / Н.В. Макарова, В.Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2003. –386 с.

12. Results of evaluation of spring wheat germplasm through Kazakhstan – Siberia network / Yu. Zelenskiy [et al.] // 8th International Wheat Conference, June 1–4 2010, St. Petersburg, Russia, P.200–201.

13. Белан И.А. Результативность работы казахстанско-сибирской сети по изучению сортообразцов яровой мягкой пшеницы в условиях Омской области / И.А. Белан, Л.П. Россеева // Материалы междунар. науч.- практ. конф. посвященной 180-летию основания сибирской аграрной науки «Аграрная наука Сибири XXI века (г. Омск, ГНУ СибНИИСХ СО РАСХН, 29 -30 июля 2008 г.)» – Омск, 2008. – С.18 –22.

14. Результативность работы казахстанско-сибирской сети по изучению яровой мягкой пшеницы / Белан И.А. [и др.] // Вестник АГАУ. – 2011. – № 5. – С. 5–9.

15. Improvement of leaf rust resistance of spring bread wheat in the North Kazakhstan / Yu. Zelenskiy [et al.] // The 12th Inter.

А.А. Казак, к.с.-х.н., доцент
Ю.П. Логинов, д.с.-х.н., профессор
Н.А. Асташева, к.с.-х.н., преподаватель
ФГБОУ ВПО Государственный аграрный университет Северного Зауралья

СЕЛЕКЦИОННАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЦЕННОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Приведены результаты изучения популяций яровой пшеницы в лесостепной зоне Тюменской области. Выделены из них лучшие с большим количеством биотипов и широким спектром проявления ценных хозяйственных признаков. На их основе в дальнейшем будет формироваться основа многобиотипного сорта, хорошо адаптированного к местным условиям.

Ключевые слова: яровая пшеница, селекция, исходный материал, хозяйственные признаки, челночная селекция.

Яровая пшеница возделывается повсеместно. Велико её значение в решении продовольственной безопасности региона и страны в целом. Производство зерна во многом зависит от результатов селекционных исследований. За последние десятилетия создано достаточно много сортов яровой пшеницы, но их эффективность в условиях производства остаётся низкой, поэтому необходимо создать сорта устойчивые к комплексу болезней и урожайностью 5-6 т/га [1,2]. Для решения отмеченной задачи большой интерес представляет селекционный материал, изучаемый по международной программе «Челночная селекция» [3], в которой участвуют селекционеры нашего университета. Благодаря участию в программе удалось обогатить и расширить генетическое разнообразие яровой мягкой пшеницы. С 2010 г. изучено и отобрано для дальнейшей селекции 16 популяций. Отбор проводили по следующим показателям: адаптивность, продуктивность, устойчивость к болезням и вредителям, качество зерна и другим хозяйственно-ценным признакам.

Место и методика исследований

Исследования проведены в лесостепной зоне области, на опытном поле Агротехнологического института ГАУ Северного Зауралья в районе д. Утёшево. Почва – чернозём выщелоченный, тяже-

лосуглинистая по механическому составу, содержание элементов питания среднее гумуса – 6-8%, реакция почвы близка к нейтральной [4].

Агротехника – общепринятая для зерновых культур в зоне. Предшественник – однолетние травы на зеленую массу. После их уборки и отрастания отавы её запахивали на глубину 24-25 см. На следующий год проводили ранневесеннее боронование почвы, затем врезание удобрений (диаммофоска) сеялкой СЗС -2,1 на планируемую урожайность 5 т/га. Сеяли в оптимальный срок (середина мая) сеялкой СН – 16 с шириной междурядий 15 см, глубина посева 5 - 6 см, норма высева 620 всхожих зерен на м², площадь делянки 10 м², повторность 4-х кратная, размещение делянок рендомизированное. После посева почву прикатывали кольчато-шпоровыми катками ЗККШ-6.

Полевые учёты и наблюдения, а также лабораторные анализы проведены по общепринятым методикам. Урожай обмолочен комбайном Сампо-130. Урожайные данные обработаны методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [5]. Электрофорез проводили по методике W. Bushuk, R.R. Zillman [6].

Результаты исследований

Учитывая короткий безморозный период в лесостепной зоне Тюменской области, необходимо иметь в посевах до 50 % раннеспелых и среднеранних сортов с периодом вегетации до 90 суток. В этой связи при изучении селекционного материала особое внимание уделялось скороспелости пшеницы (рис. 1).

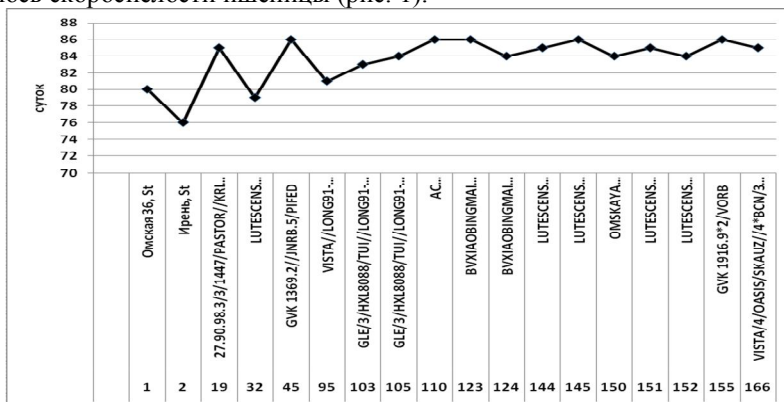


Рис. 1. Продолжительность вегетационного периода у популяций пшеницы, 2013 г.

У исследуемых популяций, вегетационный период в 2013 г. был длиннее, чем у стандартных сортов, на 1-6 суток. Исключение

составила популяция под номером 32, у которой вегетационный период был на уровне стандартного сорта Омская 36.

Средняя урожайность по Тюменской области в 2012 г. составила 2,1 т/га. На сортоучастках области стандартные сорта в среднем дают не менее 3-4 т/га. В условиях 2013 года (рис. 2) отобранные популяции сформировали урожайность от 2,4 до 3,2 т/га. Самая высокая урожайность была у популяции под номером 150, на уровне средне-раннего стандартного сорта Омская 36 и составила 3,1 т/га.

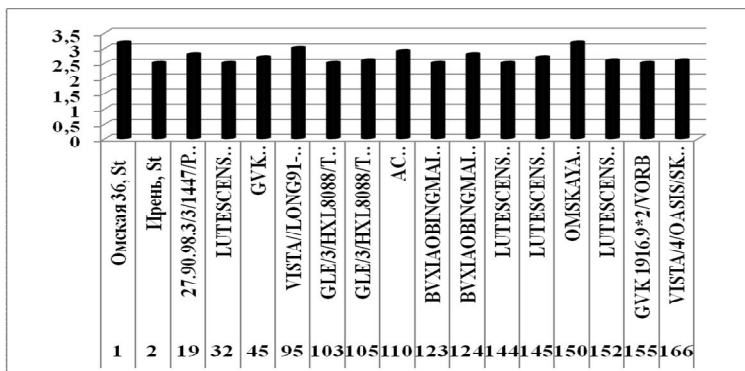


Рис. 2. Урожайность сортов и популяций яровой пшеницы, 2013 г.

По комплексу показателей выделилось несколько популяций, в том числе популяции под номерами 45, 145, 151, 152, которые по качеству клейковины имеют неоспоримое преимущество перед стандартными сортами (табл. 1).

Проведены исследования по изучению биотипов в лаборатории «Идентификации сортов» Государственного аграрного университета Северного Зауралья к.с.-х.н., Асташевой Н.А. под руководством к.с.-х.н., доцента Тоболовой Г.В. Электрофореграммы зерновок получены методом электрофореза в полиакриламидном геле.

Из анализа данных таблицы 2 видно, что широкую генетическую основу имеют популяции 32, 45, 123, а также удачное соотношение первого и второго биотипов отмечено у популяций под номерами 19, 95, 103, 124. Отмеченные популяции представляют селекционный интерес для формирования основы нового сорта. Исследования продолжаются.

Таблица 1 - Качество зерна сортов и популяций яровой пшеницы, 2013 г.

Популяция	Масса 1000 зёрен, г.	Натура, г/л	Стекло- вни- дность, %	Клейковина	
				количе- ство, %	качество, ед. ИДК
1 Омская 36, St	45	750	67	99	31,1
2 Ирень, St	47	945	68	99	34,2
19 27.90.98.3/3/1447/PASTOR// KRICHAUFF/4/OMSKAYA 37	41	851	71	85	30,2
32 LUTESCENS 196.94.6/4/OASIS/ SKAUZ//4*BCN/3/WBLL1/5/OMS KAYA 35	37	894	70	95	27,5
45 GVK 1369.2//JNRB.5/PIFED	44	907	68	73	25,0
95 VISTA//LONG91- 1211/SW89.1862/3/OMSKAYA 37	49	910	69	80	25,3
103 GLE/3/HXL8088/TUI// LONG91-1211/4/OMSKAYA 37	35	861	71	83	30,0
105 GLE/3/HXL8088/TUI// LONG91-1211/4/OMSKAYA 37	52	890	73	97	40,1
110 AC SPLENDOR//PRL/ 2*PASTOR/3/OMSKAYA 37	37	810	72	80	27,4
123 BVXIAOBINGMAI (T.AT)/CHOIX//KE HAN 10/4 /MILAN/SHA7/3/CROC 1/AE.SQU ARROSA (224)//OPATA/5/GLE	28	887	68	85	31,3
124 BVXIAOBINGMAI (T.AT)/CHOIX//KE HAN 10/4/MILAN/SHA7/3/CROC 1/AE. SQUARROSA(224)//OPATA/5/GLE	36	861	68	100	30,2
144 LUTESCENS 196.94.6/4/ OA- SIS/SKAUZ//4*BCN/3/WBLL1/5/O MSKAYA 35	41	815	67	90	32,3
145 LUTESCENS 196.94.6/4/OASIS/SKAUZ//4*BCN/ 3/WBLL1/5/OMSKAYA 35	50	852	70	72	29,9
150 OMSKAYA 36/4/PARUS/ 3/CHEN/AE.SQ//2*OPATA	32	766	71	95	37,9
151 LUTESCENS 210.99.10 /4/MILAN/SHA7/3/CROC 1/AE.SQ UARROSA (224)//OPATA	34	771	72	72	30,7
152 LUTESCENS 210.99.10/4/ MILAN/SHA7/3/CROC 1/ AE.SQUARROSA (224)//OPATA	31	930	70	68	30,1
155 GVK 1916.9*2/VORB	44	810	69	98	29,9
166 VISTA/4/OASIS/SKAUZ// 4*BCN/3/WBLL1/5/CHALYABA 2	38	885	68	87	27,4

Таблица 2 – Биотипный состав яровой мягкой пшеницы, 2013 г.

Популяция	Биотип					
	I	II	III	IV	V	VI
19 27.90.98.3/3/1447/PASTOR//KRICHAUFF/4/OMSKAYA 37	68	26	1			
32 LUTESCENS 196.94.6/4/OASIS//SKAUZ//4*BCN/3/WBL1/5/OMSKAYA 35	53	33	6	2	1	
45 GVK 1369.2//JNRB.5/PIFED	66	3	7	1		
95 VISTA//LONG91-1211/SW89.1862/3/OMSKAYA 37	48	31				
103 GLE/3/HXL8088/TUI//LONG91-1211/4/OMSKAYA 37	75	20				
105 GLE/3/HXL8088/TUI//LONG91-1211/4/OMSKAYA 37	95					
110 AC SPLENDOR//PRL/2*PASTOR/3/OMSKAYA 37	81	14				
123 BVXIAOBINGMAI (T.AT)/CHOIX//KE HAN10/4/MILAN/SHA7/3/CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA/5/GLE	31	18	15	13	9	4/3 1/2
124 BVXIAOBINGMAI (T.AT)/CHOIX//KE HAN 10/4/MILAN/SHA7/3/CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA/5/GLE	51	41	3			
144 LUTESCENS 196.94.6/4/OASIS//SKAUZ//4*BCN/3/WBL1/5/OMSKAYA 35	83	11	1			
145 LUTESCENS 196.94.6/4/OASIS//SKAUZ//4*BCN/3/WBL1/5/OMSKAYA 35	95					
150 OMSKAYA 36/4/PARUS/3/CHEN/AE.SQ//2*OPATA	79	13	3			
151 LUTESCENS 210.99.10/4/MILAN/SHA7/3/CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA						
152 LUTESCENS 210.99.10/4/MILAN/SHA7/3/CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA	86	6	3			
155 GVK 1916.9*2/VORB	59	15	3			
166 VISTA/4/OASIS//SKAUZ//4*BCN/3/WBL1/5/CHALYABA 2	90	2	3			

Библиографический список

1. **Логинов Ю.П.** Биотипные спектры ярового сорта пшеницы Тюменская 80 / Ю.П. Логинов, Г.В. Тоболова, А.А. Казак, В.В. Труфанов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2012. № 2. С. 29-34.
2. **Логинов Ю.П.** Сортовые ресурсы яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири и совершенствование их на перспективу / Логинов Ю.П., Казак А.А., Юдин А.А. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2012. № 3. С. 18-24.
3. **Шаманин В.П.** Международная программа СИММИТ по созданию генотипического разнообразия исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции в условиях Северного Зауралья / Шаманин В.П., Моргунов А.И., Логинов Ю.П., Чурсин А.С., Меркешина Н.Н., Штубей Т. Ю., Казак А.А., Каракоз И.И. // Вестник Тюменской Государственной Сельскохозяйственной академии, Тюмень, 2010, № 4 (15). С. 41-50.
4. **Каретин Л.Н.** Почвы Тюменской области.- Новосибирск: 1990.
5. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. - М.: Колос, 1985. – 336 с.
6. **Bushuk W., Zillman R.R.** Wheat cultivar indentification by gliadin electrophorograms // Canad. G. Plant. Sci. – 1978. – 2, V. 58.

УДК: 633.11:6327485:631.524

М. Койшыбаев¹, Е.Д. Коваленко², В.А. Чудинов³, Ю.И. Зеленский⁴

1-Казахский НИИ защиты и карантина растений, 2-Всероссийский НИИ фитопатологии, 3-Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция,

4-Представительство СИММИТ в Казахстане

УСТОЙЧИВОСТЬ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К ЛИСТОВОЙ И СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЕ

Определена устойчивость допущенных к использованию и перспективных сортов яровой мягкой пшеницы к листовой и стеблевой ржавчине в двух географических зонах. Установлено, что групповой устойчивостью к названным болезням выделяются Алтайская жница, Лютесценс 126-05, Лютесценс 128-05, Степная 1422, Экада148 и другие.

Одним из факторов, лимитирующих получение высоких урожаев пшеницы являются болезни, которые в отдельные годы обуславливают большие потери зерна. На яровой пшенице широко распространены и вредоносны бурая или листовая ржавчина (*Puccinia recondita* Desm.), септориоз (*Stagonospora nodorum* Berk., *Septoria tritici* Rob. et Desm.), желтая пятнистость (*Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem. Эпифитотийное развитие бурой ржавчины в северном регионе Казахстана происходило в 2000, 2002, 2005, 2007 и 2014 гг., которые характеризовались высокой увлажненностью. В отдельные годы (1999, 2001, 2011, 2013) из-за отсутствия заноса инфекции воздушным потоком она проявлялась поздно и развивалась в слабой степени, несмотря на благоприятные условия погоды. Стеблевая ржавчина в отдельные годы заметно развивается на позднеспелых сортах поздних сроках сева пшеницы [1]. В связи со стремительным распространением новой агрессивной её расы - Ug99 - возникла угроза продовольственной безопасности во многих странах мира [3].

В связи с изложенным, перед нами ставилась задача - определить устойчивость листовую и стеблевую ржавчину допущенных к использованию, перспективных и проходящих экологическое испытание по программе КАСИБ сортов яровой мягкой пшеницы.

Методика и условия проведения исследований. В 2013 г. опыты проводились в теплице Всероссийского НИИ Фитопатологии с искусственным заражением всходов и в поле с инокуляцией растений возбудителями листовой и стеблевой ржавчины. В 2014 г. устойчивость сортов яровой пшеницы к листовой ржавчине определялась в северном регионе Казахстана на Карабалыкской и Северо-Казахстанской СХОС на естественном фоне. Посев семян проводили в начале третьей декады мая по паровому предшественнику кассетной сеялкой СКС-6-10 на глубину 4-5 см, площадь делянок - 5 м². При оценке пораженности сортов видами ржавчины руководствовались общепринятой шкалой, определяя тип инфекции (R, MR, MS, S) и интенсивность или степень поражения листьев и стеблей болезнями в процентах [2, 4].

В 2013 г. в северном регионе Казахстана июнь и первая половина июля были засушливыми, среднесуточная температура воздуха превышала многолетнюю норму на 3-4⁰С, небольшие осадки (14,5 мм) выпали только в конце месяца. Вторая половина июля была дождливой и прохладной, на Карабалыкской СХОС выпало 163 мм осадков, что в 3-4 раза больше многолетней нормы, дожди носили ливневый харак-

тер. Так, в 3-ей декаде месяца за 3 суток выпало 126 мм. Дождливая погода продолжалась и в первой декаде августа, когда выпало 162,5 мм осадков. Первая половина лета 2014 г. была также засушливой, во второй и третьей декадах июня среднесуточная температура воздуха составила 23,7- 25,2⁰С, максимальная - 34-37⁰ С, в этот период выпало 23 мм осадков, что в 2 раза ниже нормы. Погодные условия второй и третьей декады июля были благоприятны для развития болезней с листостебельной инфекцией, сумма осадков составила 148 мм, что в 4 раза больше многолетней нормы. Среднесуточная температура воздуха в первой декаде месяца была 19,2⁰С, во второй и третьей снизилась до 13,1-14,6⁰ С.

Результаты исследований. В 2013 г. из-за отсутствия заноса инфекции, несмотря на благоприятные условия погоды в третьей декаде июля и августе, в северном регионе Казахстана листовая ржавчина проявилась поздно - в 1-2 декадах августа, стеблевая - в третьей декаде. В связи с этим на естественном фоне провести оценку сортов яровой пшеницы к заболеванию было невозможно. Опыт, заложенный в теплице ВНИИФ с искусственным заражением всходов яровой пшеницы питомников КАСИБ 12 и 13 показал, что из 93 сортов России и Казахстана высокой устойчивостью к листовой ржавчине выделились Целинная 24 (НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева), Степная 1413, Степная 1422 (Актюбинская СХОС), Лютесценс 89-06, Лютесценс 126-05, Лютесценс 128-05 (ОмГАУ), Эритроспермум 23390 (Челябинский НИСХ), Лютесценс П-23-18, Лютесценс 220/03-83 (Кургансемена), Алтайская жница (Алтайский НИИСХ), Экада 113, Экада 148 (Фитон-Экада), Лютесценс 1147 (СибНИИРС) и Сигма (СибНИИСХ). Они проявили тип реакции R или MR и низкую степень пораженности листьев (не более 1-5%), когда на восприимчивых к болезни стандартных сортах этот показатель достигал 40-60%. В полевом опыте эти же сорта проявили устойчивость к листовой ржавчине, степень пораженности листьев не превышала 5%. Многие сорта пшеницы, в частности ГВК 2033-7 (Восточно-Казахстанский НИИСХ), Лютесценс 2 (Карабалыкская СХОС), Фитон 43 (НПФ «Фитон»), Фитон С 50 ЧС (Фитон-СИММИТ), Степная волна, Лютесценс 844 (Алтайский НИИСХ), Лютесценс 9-33 (Павлодарский НИИСХ), Лютесценс 151/03-85 (СибНИИСХ), Лютесценс 23490, Лютесценс 122 (Институт биологии и биотехнологии растений), Целинная нива (НПЦ ЗХ), Лютесценс П-66Б, Лютесценс К-78-1 (Курганский НИИСХ), Лютесценс 205-/03-1 (Кургансемена) показали умеренную устойчивость к листовой ржавчине, показав реакцию MR или MS. Для них было характерно замедленное развитие болезни, степень пораженно-

сти листьев не превышал 5-10% при индексе болезни на восприимчивых сортах 40-80 %.

Устойчивостью к стеблевой ржавчине (тип реакции R) выделялись сорта Степная 1583-08, Степная 1422 (Актюбинская СХОС), ГВК-2033-7, ГВК 2055-1, ГВК 2077-11 (Восточно-Казахстанский НИИСХ), Лютесценс 2, Эритроспермум 35 (Карабалыкская СХОС), Лютесценс1614, Лютесценс1764 (Карагандинский НИИРС), Лютесценс 16/93-01-8, Лютесценс 12/93-01-2 (Павлодарский НИИСХ), Экада 113, Экада 148 (Экада), Целинная 24 (НПЦ ЗХ), Степная волна, Алтайская жница (Алтайский НИИСХ), Новосибирская 18, Лютесценс-89-06, Лютесценс 128-05(ОмГАУ), Сигма (СибНИИСХ). Степень их пораженности болезнью не превышала 5-10%.

Скрининг коллекции питомника яровой пшеницы питомника Ug 99ResHL, состоявшего из 165 сортообразцов в условиях теплицы и поля ВНИИФ показал, что сорта Апасовка, Ауреум 757, Ауреум 910, Ауреум 990, Кинельская нива, Лютесценс 204-04-9, Лютесценс 219-03-13, Лютесценс 242-97-2-18, Лютесценс 242-97-2-40, Лютесценс 715, Лютесценс 729, Лютесценс 848, Лютесценс 919, Лютесценс 920, Лютесценс 987, Омская 38, Степная 17, Степная 62, Тулайковская 10, Тулайковская золотистая, Тулайковская 100, Челябин 75, Челябин степная, Эстивум 88, Эстивиум 723, 695, Эстивум 818, Эстивиум 841, Эстивиум 851, Экада 85, Экада 113, Экада 116, Экада 117, Экада 124, Экада 125, Экада 139, Экада 149 одновременно устойчивы к листовой и стеблевой ржавчине.

В 2014 г. устойчивость сортов яровой пшеницы питомника КАСИБ 14к к листовой ржавчине определяли на Карабалыкской СХОС (Костанайская область) на естественном фоне. Первые урединии листовой ржавчины были обнаружены в начале 2-ой декады июля в период стеблевания-флага листа пшеницы. Заболевание быстро прогрессировало, в начале 2-ой декады августа, в период налива зерна, пораженность листьев у восприимчивых сортов достигала 50-100 %. На основе анализа изолированных линий пшеницы сорта *Thatcher* установлено, что Костанайская популяция *Puccinia recondita* была представлена около 30 патотипами вирулентности. Скрининг в фазу молочной спелости зерна показал, что стандарты и сорта питомника КАСИБ Памяти Азиева, Казахская раннеспелая, Саратовская 29, Карабалыкская 90, Омская 29, Омская 35, Терция, Астана 2, Лютесценс 740, Лютесценс 1669, Лютесценс 93-01-2, Лютесценс 555/01-10-1, Лютесценс П-23-18, Степная 13, Тобольская и другие были поражены листовой ржавчиной в сильной степени (до 75-100%). Высокую устойчивость к ржавчине показал Лютесценс 220-03-

83, умеренную устойчивость или замедленное развитие болезни - Алтайская жница, Лютесценс 665/1, Лютесценс К-78-1, Лютесценс 1147, Лютесценс 126/05, Лютесценс 128/05, Лютесценс 7/04-26, Лютесценс 141-03/2, Сигма, Сибирская 17, Фитон 82, ФитонС-54, Целинная нива, Челябинская ранняя и Уральская кукушка.

Стеблевая ржавчина проявилась сравнительно поздно - в период молочно-восковой и восковой спелости зерна. Скрининг сортов с генами показал, что популяция её представлена 5-6 патотипами вирулентности, на линиях с генами Sr24, Sr31 и Sr 36 заболевание не проявилось, что свидетельствует об отсутствии агрессивной расы патогена Ug 99. Полевой устойчивостью к стеблевой ржавчине выделялись ГВК 2077-11, Лютесценс 12/93-01-4, Лютесценс 25/93-01-2, Лютесценс К-78-1, Лютесценс 205/03-1, Лютесценс 220/03-83, Лютесценс 7/04-26, Лютесценс 141/03-2, Степная 1413, Степная 1414, Степная 1422, Челябинская ранняя и Уральская кукушка. Возможно, отдельные сорта, в частности Степная 1413, Степная 1414, Челябинская ранняя вследствие своей раннеспелости уходили от поражения.

В таблице 1 представлены сорта, показавшие устойчивость к листовой или стеблевой ржавчине или одновременно к двум болезням в двух экологических зонах, отличающихся по почвенным и погодным условиям, патотипному составу возбудителей ржавчины. Из 33 сортов яровой мягкой пшеницы, высеянных для экологического испытания на Северо-Казахстанской СХОС, устойчивость к листовой ржавчине показали Омская 35, Сибирский альянс и Геракл, высокую восприимчивость - Астана, Байтерек, Шортандинская 2007, Сарыарка, Карагандинская 29, Карагандинская 30, Карагандинская 31 и перспективные линии НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева. Большинство сортов септориозом поражались в средней степени, сравнительной устойчивостью выделялись Сибирский альянс и Геракл. Многие сорта показали высокую восприимчивость к пыльной головне, поражаясь ею на естественном фоне до 5% и более.

Сорта твердой пшеницы Алтын дала, Асангали, Нурлы, Кустанайская 12, Дамсинская янтарная и другие, посеянные в опытах Карабалыкской и Северо-Казахстанской СХОС выделялись высокой устойчивостью к листовой ржавчине и слабо поражались септориозом.

Из 46 сортов яровой мягкой пшеницы, проходящих государственное сортоиспытание на Костанайском ГСУ, высокой устойчивостью к листовой ржавчине выделялись зарубежные Стендаль, Умай и Дива, но они были низкорослыми и заметно поражались септориозом. Казахские сорта Целинная нива, Шортандинская 2012, Казахская 20, Казахская 25, Карагандинская 30, Карагандинская 31, Се-

верянка, Бостандык, Владимир и другие были высоко восприимчивы к этой болезни, за исключением Казахстанской 19. Умеренное или замедленное развитие болезни происходило на Карабалыкской 20, Омской 37, Омской 39, Омской 41, Урало-Сибирской, Памяти Майстренко, Любаве, Алтайской жнице.

Таблица 1 - Устойчивые и слабо поражаемые к видам ржавчины сорта яровой мягкой пшеницы питомника КАСИБ 14

Название сорта	Оригинатор	Московская популяция, ржавчина			Костанайская популяция
		Листовая		Стеблевая	Листовая ржавчина
		теплица	поле	поле	
Алтайская жница	Алтайский НИИСХ	0R	10R	5R	20-40MS
ГВК 2031-13	ВК НИИСХ	10MS	40S	25MR	20-40MR
Лютесценс 122	ИББР	10MS	5MS	25MR	20-40MS
Лютесценс 220/03-83	Кургансеме-на	5R	0R	25 MR	5-10MR
Лютесценс 1147	СибНИИРС	0R	5MR	5R	10-20MR
Лютесценс 126-05	ОмГАУ	0R	5MR	10 MR	10-20MR
Лютесценс 128-05	ОмГАУ	0R	5MR	5R	10-20MR
Сибирская 17	СибНИИРС	20R	40MR	40 MS	10-20 MR
Степная 1422	Актюбинская СХОС	0R	5MR	5R	20-40MR
Сигма	СибНИСХ	0R	5MR	5R	20-40 MR
Целинная Нива	НПЦЗХ	10S	20MS	25MR	10-20MR
Экада 148	Фитон-Экада	10MR	0R	5R	20-40MR
Фитон 82	Фитон	60S	40S	10 MR	20-40MS
ФитонС-54	Фитон-СИММИТ	60S	40S	10MR	20-40MS
Челябаранняя	Челябинский НИИСХ	10S	100S	10MR	20-40 MS
Омская 35 (стандарт)	СибНИИСХ	10S	25S	25 MR	60-80S
Памяти Азиева (ст-т)	СибНИИСХ	20 S	100S	40MS	80-100S
Терция (стандарт)	ОмГАУ	5S	40S	10MR	80-100S

Таким образом, установлено, что групповой устойчивостью к листовой и стеблевой ржавчине в двух географических зонах выделяются сорта Алтайская жница, Лютесценс 126-05, Лютесценс 128-05, Степная 1422, Экада148 и ряд других сортов.

Библиографический список

1. Койшыбаев М. Особенности распространения особо опасных болезней пшеницы в Казахстане, устойчивость сортов и внутривидовое разнообразие патогенов. - Иммуногенетическая защита сельскохозяйственных культур от болезней. Теория и практика: - М., Большие Вяземы, 2012. - С.118-126.
2. Методы создания и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы устойчивых к бурой ржавчине (под редакцией академика С.С. Санина).- М., 2012. 89 с.
3. Hodson D., Howmoller M. Global cereal rust surveillance and monitoring. // Fourth Regional Yellow Rust Conference for Central and West Asia and North Africa. - 2009. - P.5-6., С. 3-17.
4. Roelfs A.P., Singh R.P. Rust Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management. - Mexico: CIMMYT, 1992. - 81 p.

УДК: 633.11:631.52:581.5

Н.И. Коробейников

ГНУ Алтайский НИИСХ Россельхозакадемии

РОЛЬ ГЕНОФОНДА ПРОГРАММЫ КАСИБ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Коллекционные питомники проекта КАСИБ оцениваются в Алтайском селекцентре, начиная с 2000 года. К настоящему времени в общей сложности изучены 433 сортообразца, из них селекции НИУ РК- 270 сортов и линий. В каждой из трех агроэкологических групп (степная, экологически пластичная и интенсивная) выделены перспективные генотипы, представляющие интерес для селекции яровой пшеницы в местных условиях. Ряд из этих сортообразцов включены в гибридизацию по 307 комбинациям скрещиваний. Из полученных гибридных популяций выделены линии, превысившие по урожайности в конкурсном сортоиспытании местный стандартный сорт на 2,8-9,1%. Линия Лютесценс 748/6 (Лютесценс 433 х Омская 28) передана в ГСИ в качестве нового сорта Степная нива.

Алтайский край, как известно, является наиболее крупным сельскохозяйственным регионом за Уралом. Располагая огромными земельными ресурсами (6,5 млн. га пашни), Алтай ежегодно производит 4-5 млн. тонн зерна, из которых 2-2,5 млн. тонн приходится на продовольственную пшеницу. Около 700 тыс. га занимают зернофуражные культуры (овес, ячмень). Посевные площади подсолнечника ежегодно составляют 500-550 тыс. га, гречихи – 450-500 тыс. гектаров. В целом под яровой сев отводится 3,6-3,7 млн. га. Алтайский край располагает наиболее крупным на востоке страны озимым клином. Озимыми культурами (рожь, пшеница и тритикале) засеваются до 100 тыс. га. Ведущей зерновой культурой является яровая мягкая пшеница, которая, несмотря на существенное сокращение посевных площадей (около 14%), ежегодно высевается в крае на площади 2-2,15 млн. га. Главная проблема при возделывании яровой пшеницы - высокая вариация урожайности в ряду лет, которая составляет по нашим оценкам более 24% [1]. При этом колебание среднегодовой урожайности культуры по краю находится в интервале от 0,63 до 1,57 т/га за последние 30 лет. Выраженная нестабильность продуктивности яровой пшеницы определяется в первую очередь огромной изменчивостью количества осадков, характером их временного распределения, а также температурным фоном в течение вегетационного периода каждого отдельного года. Вклад внешних факторов среды в общую изменчивость урожайности находится на уровне 80-90%.

Для территории Алтайского края характерна резко выраженная зональность не только в широтном плане, но и в не меньшей степени почвенно-климатические условия ухудшаются с востока на запад [2]. При этом наиболее жесткие условия, прежде всего по увлажнению, характерны для Кулундинской и Алейско-Рубцовской степи, где сумма осадков за вегетационный период составляет 140-170 мм, а уровень урожайности пшеницы в различные годы находится в интервале 10-15 ц/га и определяется в основном суммой летних осадков и характером их распределения. Для степных районов необходимы сорта с высокой засухоустойчивостью, косвенными показателями которой являются такие морфологические признаки как высота растения, длина верхнего междоузлия, форма и сохранность флагового листа, интенсивность опушения и воскового налета, а также ряд других морфобиологических признаков [3].

Создание сортов пшеницы степного экотипа является одним из основных направлений селекционных исследований на Алтае. Эффективность селекции сортов степного экотипа в последнее десятилетие

существенно возросла и в немалой степени, благодаря аналитическим исследованиям по определению характера влияния основных лимитирующих метеофакторов (осадки и суточная температура) периода вегетации на уровень продуктивности сортов различных сроков созревания. В частности, установлено, что урожайность не зависит от группы спелости тесно коррелирует с суммой осадков в период всходы-колошение и отрицательно связана с среднесуточной температурой в период трубкования. Данное обстоятельство свидетельствует о настоятельной необходимости повышения толерантности растений пшеницы к указанным лимитирующим факторам в вегетативную фазу развития, что, конечно, учитывается нами при формировании нового перспективного селекционного материала.

В равнинной и предгорной частях лесостепной зоны Алтайского края сосредоточено около 1 млн. га посевных площадей яровой пшеницы. В лесостепи наиболее резко проявляется неустойчивость климатических факторов по годам, с широким диапазоном колебаний запасов почвенной влаги, суммы и характера распределения осадков и динамики температурного режима в период вегетации растений. Для этой зоны характерно периодическое поражение производственных посевов грибными болезнями: бурая ржавчина, мучнистая роса, гельминтоспориоз и септориоз, что также увеличивает вариабельность урожайности культуры. Стабилизацию и наращивание продуктивности пшеницы в данной зоне мы видим в создании и распространении в производстве сортов различных биотипов, сочетающих устойчивость к комплексу лимитирующих факторов с выраженной отзывчивостью на благоприятные условия. Селекция сортов полуинтенсивного, а тем более интенсивного типа с повышенной общей адаптивностью к широкому диапазону агроэкологических условий является, по общему признанию ученых-селекционеров, ключевой проблемой селекции пшеницы на урожайность [4, 5, 6]. Успешное решение данной задачи означает не только создание сорта с выраженной общей приспособленностью, но это и необходимая «ступенька» в прогрессе селекции экологически специализированных сортов [7, 8]. Таким образом, сущностью второго направления селекции пшеницы, реализуемого на Алтае является создание пластичных сортов полуинтенсивного типа и агроэкологически специализированных сортов интенсивного типа.

Многообразие селекционных задач, продиктованных, главным, образом климатическими особенностями сельскохозяйственных зон Алтайского края, предполагает широкий спектр коллекционного материала как источника необходимых признаков и свойств для успешной реализации селекционных программ по созданию новых более совер-

шенных сортов. В этом аспекте исключительно важное значение имеет динамичный обмен селекционным материалом и новыми сортами между селекционными учреждениями, расположенными в различных экологических условиях. В этой связи весьма удачным проектом, с нашей точки зрения, является международная программа КАСИБ, организованная и координируемая представителями Международного центра по улучшению кукурузы и пшеницы (СИММИТ). Для Алтайского селекцентра программа интересна, прежде всего, возможностью широкого использования исходного материала из Республики Казахстан, где многие десятилетия ведется селекция на урожайности в экстремально засушливых условиях (Шортанды, Караганда, Актюбинск, Павлодар). В родословных местного засухоустойчивого селекционного материала часто встречаются такие известные в свое время на Алтае сорта как Целинная 20, Целинная 60, Целинная 3/с, Карагандинская 70, Шортандинка 125, Шортандинка улучшенная, Степная 15 и многие другие.

За период с 2000 по 2013 годы на Алтае изучено в общей сложности 433 сортообразца различных селекционных учреждений-участников программы КАСИБ. Подавляющее большинство из них было представлено материалом из Республики Казахстан (табл.1). Особенно велико было разнообразие селекционных линий в питомниках КАСИБ в первые годы реализации программы.

Таблица 1 – Количество сортообразцов яровой мягкой пшеницы, изученных на Алтае по программе КАСИБ

Годы	Число образцов		Всего
	Россия	Казахстан	
2000	26	60	86
2001-02	7	77	84
2003-04	28	22	50
2005-06	15	18	33
2007-08	19	21	40
2009-10	26	20	46
2011-12	21	28	49
2013	21	24	45
2000-2013	163	270	433

В результате многолетних полевых экспериментов и лабораторных анализов нами были выделены перспективные для селекционной работы в местных условиях сорта и линии, которые разбиты на три морфофизиологические группы: засухо- и жаростойкие; экологи-

чески пластичные; генотипы с высоким потенциалом урожайности и устойчивостью к полеганию. Наибольшее количество засухоустойчивых форм поступило из РК. Среди них такие сорта как Байтерек, Толькын, Актюбе 32, Степная 15 и селекционные линии Лютесценс 53-95 (Павлодарский НИИСХ), Лютесценс 337(КазНИИЗХ).

Таблица 2 – Урожайность перспективных линий пшеницы, созданных на основе исходного материала программы КАСИБ (Алтай, 2011-2013 гг.)

Линия	Происхождение	Урожайность, т/га	Отклонение от ст.	
			т/га	%
<i>Алтайская 105, ст.</i>	-	2,85	-	-
Лютесценс 750	Лют.424/Омская 28	3,11	+0,26	9,1
Лютесценс 752	Алт. 50/Омская 28	3,11	+0,26	9,1
Лютесценс 748/6	Лют.433/Омская 28	3,09	+0,24	8,4
Лютесценс 998	Дуэт/Лют. 716	3,06	+0,21	7,4
Лютесценс 923	Омская 28/Саратов.70	3,06	+0,21	7,4
Лютесценс 944	Лют. 53-95/Саратов.70	2,99	+0,14	4,9
Лютесценс 800	Омская 28/Саратов.70	2,97	+0,12	4,2
Лютесценс 844	Омская 28/Саратов.29	2,96	+0,11	3,8
Лютесценс 1009	Омская 28/Саратов.70	2,93	+0,08	2,8
НСР ₀₅	-	-	0,19	6,7

Подтверждена засухоустойчивость в сочетании урожайностью у местных селекционных линий Лютесценс 517, Лютесценс 697, Лютесценс 779 (Степная волна) и сорта Памяти Азиева. Наиболее выраженной экологической пластичностью обладают: Дуэт, ОмГАУ 90, Омская 28 и Лютесценс 241/00 (Кургансемена), а также Лютесценс 4, Лютесценс 9/33 и Лютесценс 1558 (все из РК). В селекции на высокую урожайность и устойчивость к полеганию наибольшую ценность в качестве исходного материала представляют такие сортообразцы как Омская 35, Омская 41, Сибирская 12, Новосибирская 29, Апасовка (АлтайНИИСХ), Лютесценс 290/99 (Кургансемена), Заульбинка (В.-К. НИИСХ) и Самгау (Каз. НПЦ ЗиР).

Генофонд питомников КАСИБ достаточно широко привлекался нами в скрещивания с местным селекционным материалом и новыми сортами. Всего за период с 2001 по 2013 годы гибридизация проведена

по 307 комбинациям парных скрещиваний. Из них в 102 комбинациях участвовали сортообразцы из Республики Казахстан. Из полученных гибридных популяций проведен многократный индивидуальный отбор, в результате которого выделен ряд линий, превысившие в конкурсном сортоиспытании по урожайности стандартный сорт Алтайская 105 на 2,8-9,1% (табл.2).

Наиболее перспективные селекционные линии выделены из гибридных популяций от скрещивания местных линий с сортами Омская 28 и Дуэт. Линия Лютесценс 748/6 передана нами на ГСИ в 2013 году в качестве нового среднепозднего сорта Степная нива.

Таким образом, программа КАСИБ является важным проектом для взаимного сотрудничества различных научных учреждений России и Республики Казахстан в области селекции яровой мягкой пшеницы. Обмен селекционными линиями и новыми сортами позволил создать с их участием в Алтайском НИИСХе ряд перспективных селекционных линий с комплексом хозяйственно полезных признаков и свойств, что свидетельствует о существенном вкладе генофонда питомников КАСИБ в развитие селекции яровой мягкой пшеницы на Алтае.

Библиографический список

1. *Коробейников Н.И.* Результативность селекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к распространенным болезням и урожайность в условиях Алтайского края // Состояние и проблемы сельскохозяйственной науки на Алтае: сб. науч. тр. – Барнаул, 2010. – С. 149-166.
2. *Яшутин Н.В.,* Метелев В.Я. и др. Система земледелия в Алтайском крае. – Новосибирск, 1981. – 327 с.
3. *Леонтьев С.И.* Основные параметры моделей сортов яровой пшеницы интенсивного типа для степи и лесостепи Западной Сибири. - Омск, 1988. – 57 с.
4. *Кузьмин В.П.* Селекция и семеноводство зерновых культур в Целинном районе Казахстана. - Вопросы селекции сельскохозяйственных культур. – Алма-Ата, 1978. – С.27-36.
5. *Зыкин В.А.* Особенности селекции яровой пшеницы в Западной Сибири. - Селекция и семеноводство полевых культур в Западной Сибири. – Новосибирск, 1975. – С. 27-36.
6. *Зыкин В.А.,* Шаманин В.П., Белан И.П. - Экология пшеницы. – Омск, 2000. – 125 с.
7. *Жученко А.А.* Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XXI веке. - Саратов, 2000. – 275 с.

8. Колесников Ф.А., Филобок Л.П., Грицай Т.И., Аблова И.Б., Мартюк Н.М., Домченко М.И. Подходы к селекции адаптивных среднерослых сортов озимой пшеницы в условиях Краснодар (на примере сорта Вита). - Эволюция научных технологий в растениеводстве. – Краснодар, 2004. – Т. 1. Пшеница. – С. 48-61.

УДК 631.52:633.11

В.А. Кулинич, М.А. Бердагулов

*ТОО «Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция,
rgkp.karabalyk@mail.ru*

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Приведены результаты экологического сортоиспытания за 2013-2014 гг. перспективных линий яровой мягкой пшеницы в условиях Костанайской области.

Экспортный потенциал Казахстана составляет 10-14 млн. тенге. Казахстан входит в шестерку крупнейших экспортеров зерна в мире после Канады, США, Аргентины, Австралии и стран ЕС. Для дальнейшего устойчивого развития сельского хозяйства страны необходимо продолжить технологическую модернизацию отрасли, развитие ее инфраструктуры, процесс диверсификации производства, увеличить валовые сборы экспортоориентированных культур, внедрить новые высокопродуктивные сорта.

Яровая пшеница является основной экспортной культурой в Казахстане. Основную долю зерна, реализуемого на мировом рынке, составляет зерно яровой пшеницы, выращенное в Северном Казахстане, где посевные площади под этой культурой достигают 85%.

В данном регионе большое распространение получили следующие сорта яровой мягкой пшеницы: Акмола 2, Астана, Казахстанская раннеспелая, Карабалыкская 90, Любава, Омская 29, Омская 36 и другие. Многие из них из-за нестабильности урожайности и качества зерна, слабой отзывчивостью на повышенный агрофон, склонности к полеганию в годы со значительным увлажнением, неустойчивости к засухе, а также к возбудителям заболеваний и вредителям, не в полной мере удовлетворяют требованиям сельскохозяйственного производства Северного Казахстана. Основной задачей селекционеров является создание новых конкурентоспособных сортов яровой мягкой пшеницы, устойчивых к неблагоприятным

факторам среды. Большое значение при этом уделяется проведению экологического сортоиспытания в различных почвенно-климатических зонах, с целью выявления нормы реакции перспективных сортов и линий на изменяющиеся условия среды.

Материал и методы исследований. Исследования проводились в ТОО «Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станции», расположенной в Костанайской области в подзоне умеренно-засушливой степи на обыкновенных черноземах Северного Казахстана.

Климат подзоны резко континентальный, характеризуется крайней неоднородностью во времени и пространстве. Важнейшими чертами его являются: смена суровой зимы жарким летом; резкое колебание месячных и суточных температур воздуха; малое количество атмосферных осадков, выпадающих неравномерно по годам. Так и в период вегетации растений.

По метеорологическим условиям 2013 г. можно отнести к с избыточным увлажненным (ГТК=2,2). 2014 г. - к увлажненным (ГТК=1,2).

Стандартом служили районированные сорта: Казахстанская раннеспелая (среднеранний тип созревания), Карабалыкская 90 (среднеспелый тип созревания) и Омская 18 (среднепоздний тип созревания). Все сорта и линии по группам спелости изучали на паровом фоне. Посев проводили сеялкой СКС -6-10 на делянках площадью 10 м² в двукратной повторности с нормой высева 3,8 млн. всхожих семян на гектар. Агротехника в опытах – рекомендованная для Костанайской области, обработка почвы – по безотвальной технологии. Стандартные сорта размещали через каждые 10 номеров. Наблюдения, учеты и оценку образцов проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2010).

Результаты исследований. В 2013-2014 гг. прошли испытание 39 сортов селекции НИУ России, Украины и Казахстана. По данным ЭСИ выделены 8 линий Юго-Восток 3, Жемчужина Сибири, Алтайская 110, Воевода, Степная Волна, Экада 13, Эритроспермум 78, Уралосибирская. Они созревали на уровне среднеспелого стандарта Карабалыкская 90. Средняя урожайность по питомнику составила 22,4 ц/га, урожайность стандартного сорта Карабалыкская 90 – 27,1 ц/га. Линия эритроспермум 78 превысила по урожайности Карабалыкскую 90 на 4,5 ц/га, Алтайская 110 на 2,6 ц/га, Уралосибирская на 2,3 ц/га, Юго-Восток 3 на 2,4 ц/га, Жемчужина Сибири и Экада 13 на 2,1 ц/га, Степная волна на 1,9 ц/га, Воевода на 0,9 ц/га.

Таблица 1 – Урожайность и вегетационный период линий яровой мягкой пшеницы в ЭСИ за 2013-2014 гг.

Сорт, линия	Вегетационный период, дней			Урожайность, ц/га			
	2013 г.	2014 г.	$\bar{x}$	2013 г.	2014 г.	$\bar{x}$	$\pm St$
1	2	3	4	5	6	7	8
Казахстанская р/сп st	81	84	83	17,7	24,3	21,0	-
Карабалыкская 90 st	87	89	88	23,6	30,6	27,1	-
Омская 18 st	90	93	92	16,0	23,8	19,9	-
Юго-Восток 3	86	88	87	27,8	31,2	29,5	+2,4
Асар	85	87	86	20,3	26,8	23,6	-3,5
Лада	88	89	89	18,1	25,3	21,7	-5,4
Светланка	89	91	90	15,4	19,8	17,6	-9,5
Актюбе 39	88	90	89	22,9	28,3	25,6	-1,5
Челяба степная	91	91	91	18,0	24,7	21,4	-5,7
Жемчужина Сибири	90	90	90	27,2	31,1	29,2	+2,1
Сибирский альянс	90	91	91	16,6	23,3	20,0	-7,1
Лютесценс 415-100 (Кург.)	87	90	89	23,2	30,7	27,0	-0,1
Алтайская 110	88	89	89	27,7	31,6	29,7	+2,6
Воевода (Украина)	86	88	87	26,1	29,9	28,0	+0,9
Степная Волна	88	90	89	28,6	29,4	29,0	+1,9
Экада 13	90	92	91	28,0	30,4	29,2	+2,1
Чебаркульская	89	92	91	17,3	25,0	21,2	-5,9
Воронежская 10	85	87	86	17,7	23,1	20,4	-6,7
Новосибирская 18	84	87	86	21,1	26,8	24,0	-3,1
Эритроспермум 78	89	89	89	29,5	33,6	31,6	+4,5
Новосибирская 29	87	89	88	13,8	27,3	20,6	-6,5
Тулайковская 5	86	88	87	14,4	22,7	18,6	-8,5
Альбидум 31	84	86	85	15,2	23,9	19,6	-7,5
Саратовская 55	86	89	88	16,8	24,4	20,6	-6,5
Прохоровка	87	89	88	23,5	28,8	26,2	-0,9
Уралосибирская	87	90	89	27,3	31,5	29,4	+2,3
1	2	3	4	5	6	7	8
Безостая 609	90	92	91	17,9	24,3	21,1	-6,0
Freig (Канада)	80	81	81	12,8	21,0	16,9	-10,2
Харьковская 12	90	92	91	14,3	22,4	18,4	-8,7
Саратовская 60	84	87	86	13,9	23,5	18,7	-8,4
Саратовская 70	85	89	87	17,2	25,0	21,1	-6,0

Таблица 1 продолжение							
1	2	3	4	5	6	7	8
Лютесценс 827/01-4	89	91	90	14,0	27,1	26,5	-0,6
Омская 38	87	90	89	20,5	32,4	26,5	-0,6
Казахстанская 10	83	87	85	15,6	24,3	20,0	-7,1
Омская 41	87	90	89	15,1	28,3	21,7	-5,4
Саратовская 58	85	87	86	13,5	24,3	18,9	-8,2
Лютесценс 32 СП2-04	84	88	86	12,9	21,1	17,0	-10,1
Лютесценс 1159	85	89	87	15,4	25,9	20,7	-6,4
Лютесценс 811	90	92	91	16,3	24,7	20,5	-6,6
НСР _{0,5}				1,1	1,6		

При этом из 8 линий, достоверно превысили стандарт 7 линий, только сорт Воевода уступал по урожайности стандарту в 2014 году на 0,7 ц/га.

Таблица 2 – Характеристика устойчивых линий ЭСИ к грибным болезням и скрытостебельным вредителям в среднем за 2013-2014 гг.

Сорт, линия	% поражения корневой гнилью	Бурая ржавчина, %	Септориоз, %	Гессенская муха, %	Устойчивость к полеганию (балл)
1	2	3	4	5	6
Казахстанская р/сп st	6,6	50	50	1,2	4,8
Карабалыкская 90 st	4,2	50	25	0	4,0
Омская 18 st	6,8	50	50	1,4	4,5
Юго-Восток 3	2,2	25	25	0	4,8
Асар	10,4	50	75	0	4,5
Лада	8,6	50	75	3,4	4,5
Светланка	5,4	25	50	0	4,8
Актюбе 39	2,6	5	25	1,8	4,0
Челяба степная	5,0	5	50	0	4,5
Жемчужина Сибири	0	25	25	0	4,8
1	2	3	4	5	6
Сибирский альянс	2,4	25	25	2,0	4,5
Лютесценс 415-100 (Кург.)	8,0	50	50	0	5,0
Алтайская 110	2,8	50	25	0	5,0
Воевода (Украина)	3,2	5	25	0	5,0

Таблица 2 продолжение					
1	2	3	4	5	6
Степная Волна (Алт. НИИ)	4,4	25	25	0	4,8
Экада 13	0	5	25	0	4,8
Чебаркульская	3,8	5	25	0	4,5
Воронежская 10	12,2	25	25	0	4,8
Новосибирская 18	0	50	50	2,2	4,8
Эритроспермум 78	2,8	50	25	0	5,0
Новосибирская 29	3,6	25	25	0	4,8
Тулайковская 5	4,8	50	50	2,4	4,5
Альбидум 31	5,0	25	75	4,4	4,5
Саратовская 55	0	50	25	0	5,0
Прохоровка	7,4	5	50	1,4	4,8
Уралосибирская	2,4	5	50	0	4,0
Безостая 609	0	5	50	0	5,0
Грег (Канада)	4,8	5	25	0	5,0
Харьковская 12	4,0	25	75	1,2	4,5
Саратовская 60	9,4	50	50	0	4,5
Саратовская 70	2,6	50	75	2,0	4,8
Лютесценс 827/01-4	2,2	25	50	4,0	4,8
Омская 38	2,8	50	75	0	4,0
Казахстанская 10	8,4	50	50	2,2	4,5
Омская 41	3,3	50	50	0	4,5
Саратовская 58	4,2	50	50	0	4,5
Лютесценс 32 СП2-04	0	25	50	0	4,8
Лютесценс 1159	3,8	25	75	0	4,8
Лютесценс 811	7,0	50	50	2,6	4,5

В сравнении с 2013 годом, 2014 год характеризуется как неблагоприятный к проявлению грибных болезней. Первые пустулы бурой ржавчины были обнаружены 2 августа на нижнем ярусе листьев (% поражения 5), но уже через две недели % поражения составлял от 50 до 100 (таблица 2). Септориозом процент поражения составлял от 10 до 75. Корневую гниль определяли в фазу выхода в трубку, процент поражения составил от 0 до 12,2 (11 линий поразились от 6,6 до 12,2 %, 21 линия от 5,4 до 2,2 %, 7 линий не поразились).

Учет на поражение гессенской мухой определяли в фазу выхода в трубку, процент поражения составил от 0 до 4,4 (7 линий поразились от 2,2 до 4,4 %, 5 линий от 1,2 до 2,0 %, 24 линий не поразились).

Одним из основных критериев при проведении экологического испытания являются качественные показатели зерна (таблица 3).

Таблица 3 – Качественные показатели линий яровой мягкой пшеницы в экологическом сортоиспытании в среднем за 2013-2014 гг

Сорт, линия	Белок, %	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %	Количество клейковины, %	Общая х/п оценка, балл
1	2	3	4	5	6	7
Казахстанская р/сп st	13,3	763	28,3	74	27,0	4,3
Карабалыкская 90 st	14,3	778	32,4	82	29,3	4,5
Омская 18 st	13,5	762	29,7	84	28,7	4,1
Юго-Восток 3	14,4	776	29,7	76	29,0	4,3
Асар	13,7	744	27,9	72	26,4	
Лада	13,2	758	28,6	82	24,6	4,3
Светланка	14,2	780	29,0	84	29,6	4,1
Актюбе 39	14,1	783	31,5	78	29,0	4,3
Челяба степная	13,4	769	28,2	80	28,0	4,5
Жемчужина Сибири	13,7	777	28,4	62	29,3	
Сибирский альянс	13,4	743	30,2	66	28,0	4,1
Лютесценс 415-100 (Кург.)	14,0	757	30,2	76	29,9	4,3
Алтайская 110	14,8	799	29,3	89	32,8	4,5
Воевода (Украина)	13,3	763	28,3	78	28,0	4,1
Степная Волна (Алт. НИИ)	12,9	732	27,4	74	27,6	4,3
Экада 13	14,6	812	31,7	88	32,2	4,2
Чебаркульская	13,7	742	28,7	81	27,4	4,1
Воронежская 10	13,3	712	30,0	79	25,9	4,3
Новосибирская 18	14,1	74	28,6	70	28,4	
Эритроспермум 78	14,5	768	29,0	92	29,6	4,3
Новосибирская 29	14,4	766	27,5	84	28,6	4,5
Тулайковская 5	13,7	744	28,2	78	27,9	4,3
Альбидум 31	14,2	776	27,3	80	30,4	4,5
Саратовская 55	14,4	774	28,4	58	28,4	4,0
Прохоровка	14,1	716	30,7	68	27,0	4,1
Уралосибирская	13,8	724	30,2	76	26,9	4,3
Безостая 609	13,0	722	28,8	81	26,4	4,5
Freix (Канада)	13,4	736	28,6	78	27,7	4,1
Харьковская 12	14,0	768	32,4	55	30,6	4,3
1	2	3	4	5	6	7
Саратовская 60	14,2	766	29,5	64	28,7	4,4
Саратовская 70	14,2	788	31,2	68	28,4	4,7
Лютесценс 827/01-4	13,3	776	27,4	72	27,4	4,5

Таблица 3 продолжение						
Омская 38	13,7	756	27,4	78	28,2	3,8
Казахстанская 10	14,5	776	32,2	82	28,6	4,5
Омская 41	13,4	764	29,2	72	27,6	4,8
Саратовская 58	14,2	772	28,3	78	30,2	4,5
Лютесценс 32 СП2-04	13,2	746	27,7	84	25,9	4,5
Лютесценс 1159	12,4	728	26,3	76	26,4	3,8
Лютесценс 811	12,7	744	27,4	68	27,0	4,0

Содержание белка и клейковины у среднеспелого стандарта Карабалыкская 90 составили в среднем за два года соответственно 14,3 и 29,3%. По этим показателям превысили Карабалыкскую 90 три линии: Экада 13, Алтайская 110 и Эритроспермум 78 за два года испытания всегда превышала по содержанию белка и клейковины стандарт. На уровне стандарта находилось 6 линий: Светланка, Жемчужина Сибири, Лютесценс 415-100, Альбидум 31, Харьковская 12, Саратовская 58. Согласно товарной классификации, линии Экада 13, Алтайская 110 и Эритроспермум 78 сформировали зерно первого класса.

Таким образом, по итогам экологического сортоиспытания стабильно сформировали высокую урожайность и качества зерна, а также устойчивость к грибным болезням и скрытостебельным вредителям линия Экада 13 селекции Ульяновского НИИСХ, Алтайская 110 селекции Алтайского НИИСХ, Эритроспермум 78 селекции ТОО «Карабалыкская СХОС». Все три линии в дальнейшем будут использованы как источники для подбора родительских пар в питомнике гибридизации лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы ТОО «Карабалыкская СХОС».

УДК 633«324».574.2

В.А. Кулинич, В.А.Чудинов

ТОО «Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция»

rgkp.karabalyk@mail.ru

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Изучены хлебопекарные качества зерна озимой мягкой пшеницы, в сортообразцах питомника конкурсного сортоиспытания в условиях Северного Казахстана на протяжении 8 лет и просчитаны

коэффициенты корреляции, отмечены варьирование технологических показателей по годам.

Качество зерна – понятие комплексное. Оно включает показатели, характеризующие физические и технологические свойства зерна: размер, форму и цвет зерна, стекловидность, натуру, массу 1000 зерен, зольность, содержание и качество белка и клейковины, физические свойства теста, объемный выход хлеба и его качество. Уровень формирования их зависит от условий произрастания пшеницы как природных, так и регулируемых определенными агротехническими мероприятиями. Особое значение имеет сорт, однако его генотипические возможности вскрываются только в процессе реализации генетической информации в конкретных условиях внешней среды (Л.И. Долгодворова, 1986).

В успехе селекционной работы на качество зерна исключительное место принадлежит изучению исходного материала по данному признаку. При этом необходимо широко использовать богатый материал мировой коллекции пшениц и местные формы с учетом высоких качеств образца и его комбинационной способности.

Селекционные программы на качество включают системную оценку зерна пшеницы по технолого-биохимическим и хлебопекарным показателям.

Постоянно меняющиеся погодные условия оказывают существенное влияние на формирование качества зерна пшеницы, что выражается в изменении взаимоотношения всех технологических показателей. В каждом селекционном центре контролируется сопряженность всех показателей качества чаще всего через подсчет коэффициентов корреляции между ними (Бебякин В.М. и др.2003).

Сложность селекции на высокое качество зерна заключается в том, что содержание протеина, стекловидность, окраска, хлебопекарные качества и другие свойства, называемые количественными признаками, сильно зависят от условий выращивания.

Изучив хлебопекарные качества зерна озимой мягкой пшеницы, в сортообразцах питомника конкурсного сортоиспытания в условиях Северного Казахстана на протяжении 8 лет и просчитав коэффициенты корреляции, мы также отмечаем варьирование технологических показателей по годам (рис. 1).

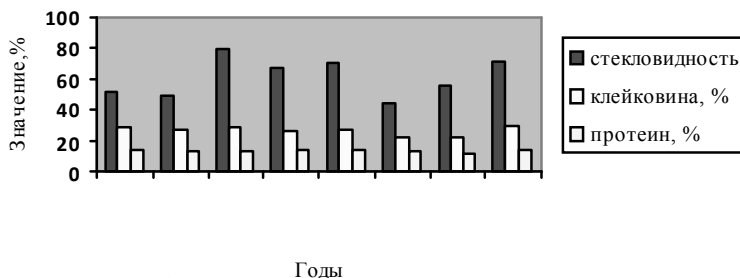


Рисунок 1 – Варьирование технологических показателей озимой пшеницы в зависимости от условий года. Карабалыкская СХОС 2007-2014 гг.

Варьирование качественных показателей озимой пшеницы происходило в зависимости от климатических условий года. Наиболее высокое влияние на качество зерна оказали уровень осадков и температур в период налива и созревания зерна (колошение - восковая спелость). Наименьший показатель содержания протеина в зерне отмечен в 2013 году, который характеризовался высоким уровнем осадков в течение весенне-летней вегетации при достаточно низком температурном уровне. Самое высокое содержание протеина за годы исследований наблюдалось в острозасушливом 2010 году (14,2%). Практически такая же тенденция наблюдается и по содержанию в зерне сырой клейковины. Что касается показателя стекловидности, то по результатам наших исследований не выявилось четкой закономерности зависимости этого показателя от климатических условий года и основную роль в повышении стекловидности играет фактор сорта.

Для выявления закономерности взаимодействия технологических показателей между собой нами был проведен расчет корреляционной зависимости качественных показателей (табл. 1).

Рассчитав корреляционную зависимость между всеми технологическими показателями, видим, что такой признак качества зерна как стекловидность в среднем за 8 лет имел следующие коэффициенты корреляции: с показателями содержания протеина 0,570, варьирование по годам (0,365-0,635), валориметрической оценкой 0,560 (0,126-0,670), временем образования теста 0,480 (0,210-0,660), силой муки 0,470 (0,265-0,590). Представленная корреляционная зависимость свидетельствует о значимости этого

показателя при предварительной оценки на качество.

Показатели содержания протеина имели высокие коэффициенты корреляции, в среднем за годы исследований, с содержанием клейковины (0,770), стекловидностью (0,540), валориметрической оценкой (0,690), силой муки (0,760) и в обратной зависимости находились с разжижением теста (-0,610).

Сила муки, определяемая на альвеографе за изучаемые годы, тесно коррелировала с валориметрической оценкой (0,630), временем образования теста (0,560) и с содержанием протеина (0,760), и в обратной зависимости находилась с качеством клейковины через показатели ИДК (-0,270) и разжижением теста (-0,640).

Общая валориметрическая оценка характеризующая физические свойства теста имела высокий коэффициент корреляции со временем образования теста (0,940), несколько слабее этот показатель был сопряжен с содержанием протеина (0,690), силой муки (0,630) и ИДК (0,160). Обратную корреляционную связь данный показатель имел с разжижением теста (-0,820).

Изучив корреляционную зависимость между технологическими показателями зерна в условиях Северного Казахстана, и отмечая их вариабельность по годам, приходим к выводу о целесообразности полной поэтапной технологической оценки. Такие наследуемые сортовые признаки как количество и качество клейковины, сила муки, отношение P/L, показатели общей валориметрической оценки должны постоянно контролироваться в процессе селекции.

Высокое качество и высокая урожайность зерна – трудно сочетаемые признаки (А.И. Марушев, 1968; А.А. Созинов, 1977). Однако, образцы озимой пшеницы, обладающие высокими показателями этих свойств, представляют большой интерес для селекции на повышение урожайности и улучшение качества зерна.

Несмотря на то, что большинство литературных источников свидетельствует об обратной корреляционной связи между урожайностью зерна и его качеством в проведенных нами исследованиях на озимой мягкой пшенице была обнаружена, хотя и слабая, но положительная корреляционная связь между содержанием сырой клейковины и урожайностью (0,190). Между содержанием протеина в зерне и урожайностью коэффициент корреляции равнялся 0,03. Полученные данные свидетельствуют о более стабильном качестве озимой пшеницы в зависимости от условий года, по сравнению с яровой.

Таблица 1 – Корреляционная связь технологических показателей озимой мягкой пшеницы. Карабалыкская СХОС 2007-2014 гг.

	Стекл овидн ость	Проте ин, %	Клейк овина, %	ИДК	Сила муки	P/L	ВПС	Время образ овани я	Разжи жение	Вал ори метр	Вых од	Эла стич ност ь	Пор исто сть
Протеин, %	0,540												
Клейковина, %	0,59	0,77											
ИДК	-0,01	-0,03	0,25										
Сила муки	0,48	0,76	0,65	-0,27									
P/L	0,07	0,12	0,17	-0,08	0,18								
ВПС	0,77	0,51	0,42	0,06	0,36	0,21							
Время образования	0,48	0,64	0,65	0,18	0,56	0,12	0,58						
Разжижение	-0,48	-0,61	-0,58	0,05	-0,64	-0,03	-0,62	-0,68					
Валориметр	0,56	0,69	0,70	0,16	0,63	0,08	0,62	0,94	-0,82				
Выход	0,39	0,72	0,64	0,02	0,51	0,04	0,27	0,52	-0,46	0,53			
Эластичность	0,51	0,66	0,57	-0,04	0,58	0,07	0,49	0,47	-0,54	0,52	0,68		
Пористость	0,46	0,72	0,56	-0,13	0,61	0,02	0,28	0,34	-0,39	0,41	0,82	0,87	
Общая х/п оценка	0,51	0,82	0,64	-0,12	0,66	0,07	0,44	0,53	-0,56	0,58	0,87	0,90	0,91

По нашему мнению это связано с динамикой прохождения фазы налива зерна, которая в большинстве лет характеризуется достаточным увлажнением, при высоком уровне температур. Самая высокая урожайность отмечена в 2014 году (36,6 ц/га), когда за период «колошение-созревание» выпало 313,6 мм осадков при сумме температур в 848,6°С, при этом уровень содержания в зерне сырой клейковины равнялся 30,2%, что соответствует зерну I класса, при содержании протеина 14,2% (рис. 2).

Уровень урожайности озимозасушливого 2010 года составил 3,1 ц/га, содержание в зерне протеина и сырой клейковины равнялось 14,1 и 25,4% соответственно, при этом на протяжении всей второй половины вегетации выпало всего 20,6 мм осадков, а сумма температур составила 1004,2°С.

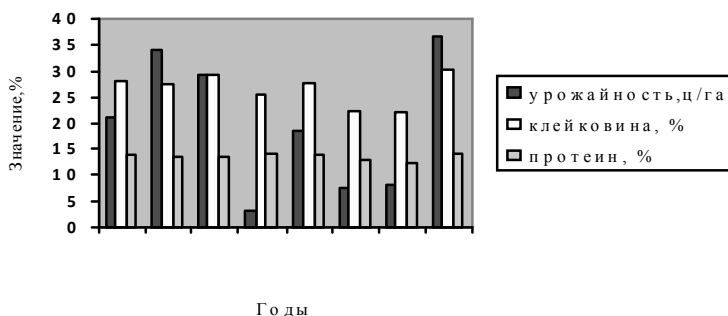


Рисунок 2 – Динамика изменения показателей качества в зависимости от уровня урожайности. Карабалыкская СХОС 2007-2014 гг.

Выводы

Полученные данные свидетельствуют о том, что в условиях Северного Казахстана содержание в зерне озимой мягкой пшеницы протеина и сырой клейковины в большей степени зависит от сорта и климатических условий года, чем от уровня урожайности.

Библиографический список

- 1 Бебякин В.М., Пискунова Г.В., Матвеева В.А. Корреляционно-факторный анализ показателей качества зерна озимой пшеницы//Зерновое хозяйство. – 2003. - № 8.
- 2 Букреева Г.И., Неудачин В.П., Домченко М.И.

Корреляционная связь технологических показателей зерна озимой мягкой пшеницы в условиях Краснодар. Краснодар - 2004. – С. 223-228.

3 Долгодворова Л.И. Селекция мягкой пшеницы на качество. – М., 1986. – 31с.

4 Марушев А.И. Итоги работ по качественной оценке зерна // Научн. тр. НИИСХ Юго-Востока. – 1968. – Вып. 24. – С. 153-173.

5 Созинов А.А. Химический состав и качество зерна пшеницы // Пшеница. – Киев, 1977. – С. 206-220.

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

П.Н.Мальчиков

ГНУ Самарский НИИСХ Россельхозакадемии

СЕЛЕКЦИЯ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ НА КАЧЕСТВО В САМАРСКОМ НИИСХ: МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Представлены результаты селекции яровой твердой пшеницы в Самарском НИИСХ по признакам качества зерна и макарон. Дана оценка перспектив селекции по этому комплексу признаков. Описаны особенности сортов и перспективных селекционных линий.

Введение. В России в период реформ произошло значительное сокращение посевных площадей и производства зерна твердой пшеницы [1,2,3]. В этот же период увеличился импорт макаронных изделий, основная часть которого относится к высококачественной продукции итальянского производства. Потребление дорогих импортных продуктов, в связи с ростом покупательной способности населения России, в последние годы увеличилось. Поэтому в этом секторе сельского хозяйства и пищевой промышленности особенно актуальна проблема импортозамещения. В тоже время процесс импортозамещения не должен привести к снижению среднего уровня качества макаронных и крупяных изделий на продовольственном рынке России. Вклад селекции здесь может быть значительным. Это связано с тем, что современные технологии выращивания и переработки твердой пшеницы эффективно реализуют генетический потенциал высокого качества, но не могут также эффективно компенсировать его недостаток. Потенциал качества зерна сортов твердой пшеницы и продуктов его переработки зависит от эффективности селекционного процесса и направлений,

которые выбирает и реализует селекционер, предлагая производителям сорта с улучшенными параметрами. В Италии, например, по данным фирмы *Societa Produtoro Sementi* (<http://www.d'adamo.com>) с 60-70-х гг XX века и до настоящего времени расширение целей селекции происходило в значительной степени с преобладанием признаков качества.

Таблица 1. Изменение качества сортов твердой пшеницы по этапам селекции в Самарском НИИСХ

Этап	Степень изменения признаков качества по этапам селекции							
	Масса 1000 з	Натура зерна	Стекло-видность	Белок	Клейковина	ИДК	SDS	Содержание Каротиноидов
1-3	нет	+ слабая	нет	нет	нет	нет	-	-
4	+ средняя	нет	нет	нет	нет	нет	-	-
5	нет	нет	нет	- слабая	- слабая	нет	нет	Нет
6	+ средняя	+ слабая	нет	нет	нет	нет	нет	Нет
7	+ средняя	+ слабая	+ средняя	нет	нет	- средняя	+ сильная	+ Сильная

Примечание: (+) – увеличение величины признака; (-) – уменьшение величины признака; слабое = 5,0-10,0%; среднее = 10,0-20,0%; сильное >25,0%.

Современные программы селекции твердой пшеницы в Италии, Канаде, США, Турции, Австралии, CIMMYT, ICARDA, включают помимо мукомольных характеристик (натура, масса зерновки, стекловидность, отлёжка семолины, концентрация золы), функциональные признаки технологических качеств конечной продукции (концентрация протенина, сила клейковины, индекс желтизны), признаки питательности и пищевой безопасности (накопление токсинов и тяжелых металлов). В России в большинстве селекционных лабораторий аналогичные направления реализуются с 80-х гг XX века [1,2,3]. В Самарском НИИСХ селекция твердой пшеницы ведется более 100 лет (с 1912 г.). Созданные за этот период сорта условно разделены на семь этапов. В

этом сообщении представлены результаты селекции по признакам качества по этапам, т.е. дана оценка эволюционных тенденций по этому комплексу признаков и, основываясь на этих результатах и результатах специальных исследований, показаны реализованные элементы технологии селекционного процесса и прогноз улучшения существующего сортимента по ряду признаков качества твердой пшеницы.

Результаты селекции твердой пшеницы в Самарском НИИ-ИСХ за период с 1912г. по настоящее время. В этот период в Средневолжском регионе был реализован (т.е. имел коммерческое значение) 21 сорт яровой твердой пшеницы из них 3 сорта инорайонного происхождения (Гордеиформе 189, Мелянопус 69 Краснокутской СС оба на 2-ом этапе и Харьковская 46 УкрНИИРСиГ на 4-м этапе селекции), один (Гордеиформе 1404 селекции Поволжского НИИСХ – на 2 этапе) и 17 селекции Самарского НИИСХ на всех этапах селекции.

Наиболее интенсивные изменения параметров качества произошли на последних этапах селекции. Сорта 7 этапа улучшены по большинству основных признаков за исключением содержания белка и клейковины (табл.1)

Особенно значительное улучшение наблюдается по реологическим свойствам теста и содержанию каротиноидов (индексу желтизны). В среднем за пять лет изучения восемь современных сортов превысили уровень сорта Безенчукская 139 (районирован в 1980 году) по SDS седиментации на 25,5 % по содержанию каротиноидов на 40,0 %. Сорта, проходящие в настоящее время оценку в системе государственного сортоиспытания Безенчукская 210 и Безенчукская золотистая, имеют преимущество по SDS на 13,0 и 37,4%, по содержанию каротиноидов на 45,7% и 65,9% соответственно. При этом абсолютные значения этих показателей у всех современных сортов (Безенчукская 200, Безенчукская степная, Безенчукская 205, Марина, Безенчукская Нива, Безенчукская 209, Безенчукская 210, Безенчукская золотистая) соответствуют требованиям мирового рынка (индекс желтизны – ≥ 22 ; SDS $\geq 40,0$ мл).

Задачи, возможности и перспективы улучшения сортов твердой пшеницы по признакам качества зерна. Масса 1000 зерен. Крупное зерно имеет широкое отношение эндосперма к оболочке, что увеличивает выход крупки. Потенциал большинства современных сортов, включенных в реестр РФ больше 40 грамм. Ряд сортов в конкурсном, экологическом и государственном сортоиспытании достигает 54,0 грамм. Наиболее крупнозерные сорта самарской селекции получены на седьмом этапе это: Марина, Безенчукская Нива, Безенчукская 205, Безенчукская степная, Безенчукская 210, Безенчукская золотистая. По

нашим данным [3] потенциал признака в Среднем Поволжье достиг оптимальных значений.

Таблица 2. Характеристика селекционных линий по стекловидности и другим признакам при перестое посевов, Безенчук, 2011-2013гг.

Сорт	Происхождение	Период всходы-созревание, дней	Перестой, дней	Содержание каротиноид, мкг%	Цвет зерна, 1-9 балл	Стекл, %
Б.степная	St	85	10	450	6	78
1898д-1	Памяти Чех/к-9934(T.di c.)	85	10	553	9	95
1898д-2	-“-	86	9	582	9	93
1898д-3	-“-	85	10	564	9	91
1898д-4	-“-	82	13	592	9	97
1898д-5	-“-	85	10	612	9	96
1898д-6	-“-	86	11	653	9	98
1898д-7	-“-	85	10	594	9	96
1898д-8	-“-	85	10	658	9	95
1898д-9	-“-	85	10	552	9	92
1898д-10	-“-	85	10	578	9	95

Сокращения: Б-Безенчукская; Чех-Чеховича; Стекл-стекловидность

В связи с этим основные усилия в селекции необходимо сосредоточить на повышении стабильности признака в разнообразных условиях среды при неуклонном увеличении адаптивности и реальной урожайности вновь создаваемых сортов. Масса зерновки (крупность) хорошо поддается отбору. По данным диаллельного анализа, выполненного в трех средах, аддитивный компонент превалировал в генетической дисперсии признака. Кроме этого, максимальные величины признака хорошо комбинируются с параметрами высоты растений, вегетационного периода, содержанием белка, каротиноидов, качества и количества клейковины, качества макарон в широком диапазоне проявления этих признаков. Существующее определённое противоречие на генотипическом уровне признаков «масса 1000 зерен» и «число зерен в колосе» преодолевается последовательной селекцией на повы-

шение адаптивности (устойчивости) к спектру лимитирующих факторов среды. Таким образом, стабилизация признака (на уровне 40-50 грамм) вполне достижима.

Аналогичный вывод сделан и по признакам **«натура» и «стекловидность»** зерна. Они также как и масса зерновки влияют на мукомольные свойства и выход крупки. Потенциал современных сортов по натуре несортированного зерна превышает 770 г/л, по стекловидности 85,0%. Эти параметры оптимальны для твердой пшеницы и соответствуют требованиям ГОСТа РФ. «Удержать» их на этом уровне в процессе селекции вполне реальная задача. Это определяется тем, что отбор по выполненности и стекловидности зерна очень эффективен, что подтверждается результатами селекции и изучением параметров среды в качестве фактора отбора, показавших превалирование анализирующих фонов при большом разнообразии исследуемых сред (Мальчиков, 2009). Для повышения устойчивого формирования стекловидного зерна при перестое посевов и выпадения осадков в период созревания зерна, сформирована рабочая коллекция селекционных линий, полученных от межвидовых скрещиваний *Triticum durum* Desf. с *Triticum dicoccum* (Srank) Shuebl. Характеристика одной такой группы генотипов из рабочей коллекции представлена в табл.2.

Очевиден высокий потенциал трансгрессий по содержанию каротиноидов в рассматриваемой гибридной популяции. В связи с этим правомерно предположение, что каротиноидный комплекс в зерне твердой пшеницы выполняет функцию защиты крахмального компонента эндосперма от действия окислительных ферментов и способствует сохранению цвета и стекловидности зерна. **Устойчивость сортов к прорастанию зерна** на корню позволяет при неблагоприятных условиях удерживать цвет зерна и стекловидность на приемлемом уровне. Все современные сорта по числу падения (ЧП) – параметру, косвенно характеризующему устойчивость к прорастанию зерна, по многолетним данным превосходят уровень 400 секунд в условиях Безенчука. Однако при помощи двухфакторного дисперсионного анализа этого признака на широком наборе районированных в разные годы сортов, не удалось доказать влияние сорта на этот параметр. Сильное влияние оказывали условия года и эффекты взаимодействия генотип – среда. Следовательно, стратегия селекции должна быть направлена на создание системы сортов, учитывающей этот признак. В тоже время, популяция, представленная (во второй таблице) и ряд других межвидовых гибридных популяций, могут стать новым исходным материалом в селекции устойчивых сортов к прорастанию зерна на корню с более высокой стабильностью признака. **Содержание белка в зерне** – влияет

на мукомольные свойства зерна и питательность конечных продуктов. Концентрация в зерне 12,0% белка – предельно допустимый уровень, ниже которого могут возникнуть проблемы с помолом зерна и выходом крупки. Из всего комплекса признаков влияющих на накопление белка в зерне в литературе выделяется выход зерна из надземной биомассы (К.хоз), отрицательно связанный с белковистостью и положительно с урожайностью на генотипическом уровне (Павлов 1982).

Таблица 3. Накопление белка в зерне и К.хоз в зависимости от сорта и предшественника, Безенчук, 2004-2009гг.

Сорт	Белок				К.хоз			
	предшественник				предшественник			
	овес		чистый пар		овес		чистый пар	
	% в зерне	в % к Х46	% в зерне	в % к Х46	%	в % к Х46	%	в % к Х46
Х46	14,4	100,0	17,0	100,0	31,7	100,0	30,2	100,0
Б139	13,9	96,1	16,7	98,2	31,0	97,9	32,8	108,6
Б182	13,9	96,4	16,1	94,7	34,7	109,6	35,0	116,2
Б200	14,0	97,2	16,9	99,4	32,7	103,2	33,9	112,4
Б.степная	13,6	94,1	16,5	97,1	35,4	11,8	37,0	122,6
ПЧ	13,5	93,5	16,3	95,9	41,1	129,7	40,8	135,2
НСР _{0,05}	Ff<Ft		0,82		4,04		3,18	
m %	2,66		1,77		3,97			

Сокращения: Х- Харьковская; Б-Безенчукская; ПЧ –Памяти Чеховича.

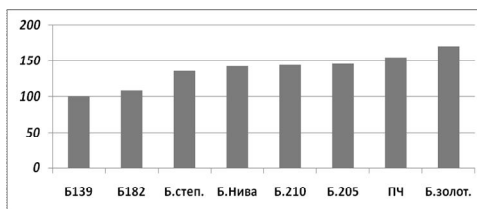
В связи с этим основная задача селекции на белковистость зерна – исключить снижение признака при одновременном повышении адаптивности и реальной урожайности. При этом существующее противоречие между К.хоз и содержанием белка в зерне в процессе селекции необходимо ослабить до требуемого для реализации поставленной задачи уровня. Решающее значение здесь имеет исходный материал, поиск генотипов, являющихся своеобразным исключением из этой довольно жёсткой закономерности. В многолетнем эксперименте, проведённом в условиях Безенчука по двум предшественникам - овсу на зерно и пару, удалось идентифицировать сорт «Памяти Чеховича» (ПЧ) с высоким К.хоз. и содержанием белка в зерне, недостоверно от-

личающемся от Харьковской 46 – одного из самых высокобелковых сортов (табл. 3).

ПЧ несет ген редукции высоты растений от мексиканского сорта Anhinga (RhtAnh), снижающего высоту растений твердой пшеницы на 15,0%, отличается высокой устойчивостью к засухе, высоким температурам, листовым пятнистостям, имеет высококачественную клейковину, по содержанию каротиноидов (индексу желтизны) и цвету макарон – один из лучших сортов. Хорошо передает весь комплекс признаков потомству. С участием наследственности ПЧ созданы продуктивные, среднерослые, с высоким содержанием белка сорта Безенчукская 210 и Безенчукская золотистая. Таким образом, формирование селекционных программ ориентированных на создание сортов, формирующих прирост урожая главным образом за счет положительных эффектов К.хоз. и имеющих высокое содержание белка в зерне, вполне допустимо. Открытие возможности коэволюции твердой пшеницы (канала эволюции) по обсуждаемой паре признаков позволит ускорить создание высокоурожайных, с высоким качеством и питательной ценностью сортов. **Цвет зерна** варьирует от лимонно-желтого до янтарно-желтого и зависит от **содержания каротиноидов**. Современные сорта превосходят уровень Безенчукской 139 (5 этап селекции) по концентрации каротиноидных пигментов в зерне в 1,4-1,7 раза (рис.1.), превышая в отдельные годы уровень 700мкг%.

Рис.1. Содержание каротиноидов в зерне у сортов твердой пшеницы в % к уровню Безенчукской 139, Безенчук, 2008-2013 гг.

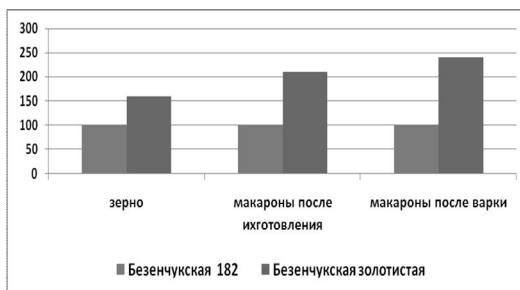
Сокращения: Б- Безенчукская; ПЧ – Памяти Чеховича



Это существенный селекционный сдвиг. Иностранные сорта из Италии, СІММУТ,Франции, где в течение длительного периода ведут интенсивно селекцию по этому признаку, в условиях Поволжья значительно уступают сортам местной селекции. Возможно, что это связано с реакцией на стрессовые условия и степенью устойчивости каротиноидного комплекса к окислительным процессам. Генотипический эффект устойчивости каротиноидного комплекса к окислению четко проявляется при анализе данных по содержанию каротиноидов в зерне и макаронах после их изготовления и варки (рис.2). Реакция сортов неоспорима. Безенчукская золотистая увеличивает свое преимущество к

стандарту с 60% в зерне до 140% в макаронах после варки. В Алтайском НИИСХ при хранении крупки в течение трех месяцев сорта Памяти Чеховича, Елизаветинская и Безенчукская степная увеличили преимущество над Саратовской золотистой по содержанию каротиноидов, что также объясняется устойчивостью к окислению. Задачи селекции по этому признаку – неуклонное повышение значений. У сорта «Саратовская золотистая» с высоким содержанием каротиноидов в зерне в тестерных скрещиваниях с Гордеиформе 740 и Харьковской 9 обнаружено два гена с сильным аддитивным эффектом, контролирующим проявление признака [3]. У сорта Omrabi 5 селекции ICARDA маркированы три QTL на 7A (Xsaacg 198\$ Xgwm 63) и 7B (Xgwm 193-6B) хромосомах, связанных с синтезом каротиноидов [5]. Канадский сорт Vofa несет 4 локуса на 2A (Xgwm 425), 4B (Xgwm 495), 6B (Xgwm 193), 7BL (Psy-B1), связанных с синтезом фитоена – биохимического предшественника ликопина [6]. Кроме того, трансгрессии по содержанию каротиноидов в зерне твердой пшеницы происходят довольно часто, особенно в межвидовых популяциях от скрещивания твердой пшеницы с *Triticum aestivum* L. и особенно с *Triticum dicoccum* (Srank) Shuebl. с долей в геноме наследственности других видов 17,5-50,0% (табл.4).

Рис.2. Концентрация каротиноидов в зерне и макаронах, после их изготовления и варки (эффект устойчивости каротиноидного комплекса к окислению), в % к Безенчукской 182.



Признак «каротиноидности» хорошо комбинируется с другими селекционно-значимыми свойствами твердой пшеницы, в том числе с жаро-засухоустойчивостью и общей адаптивностью. Таким образом, очевидно, что объективные возможности для эффективной и неуклонной селекции на повышение «каротиноидности» достаточно высокие и могут быть реализованы в селекционных программах во всех регионах России и Казахстана. **Качество клейковины** основной фактор, определяющий варочные и кулинарные свойства макаронных изделий [7], имеет функциональную связь с низкомолекулярным компонентом глютеина второго типа (LMG2), маркируемого Y45 компонентом глиадина (рис.3).

Табл.4. Вклад *Triticum dicoccum* (Srank) Shuebl в наследственность трансгрессивных по каротиноидам генотипов твердой пшеницы.

Сорт линия	Содержание каротиноидов	Превышение над лучшим роди- телем, %	Доля в геноме других видов, %
Памяти Чехо- вича	550-600	15-20	17,5 <i>T.dicoccum</i>
ЛН-209-36	450-500	25-35	25,0 <i>T.dicoccum</i>
1416д-15	450-500	40-45	25,0 <i>T.dicoccum</i>
1416д-21	450-500	40-45	25,0 <i>T.dicoccum</i>
1898д-6	600-650	10-12	50,0 <i>T.dicoccum</i>
1898д-8	600-650	10-12	50,0 <i>T.dicoccum</i>

В свою очередь Y45 компонент глиаина тесно сцеплен с окраской колосковых чешуй с частотой кроссинговера 3,5%, что позволяет использовать этот признак в качестве морфологического маркера с 95% вероятностью идентификации генотипов с высококачественной клейковиной. Технологически эту процедуру легко осуществить при отборе элитных колосьев в гибридных популяциях и селекционных питомниках при хорошей изученности по качеству клейковины родительских компонентов.

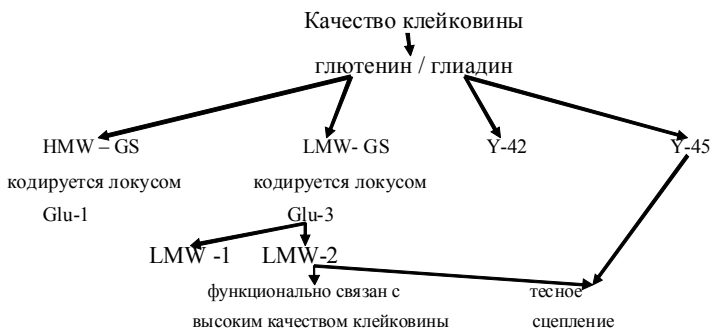


Рис.3. Зависимость качества клейковины от глютеинового и глиадинового компонентов белковой фракции зерна по Porceddu et al, 1998.

Для непосредственного определения качества клейковины применяются следующие методы: 1) SDS седиментация, 2) деформация

клейковины в единицах прибора ИДК, 3) параметры приборов фаринографа и миксографа, описывающих прочность и эластичность клейковины. В Самарском НИИСХ наиболее широко применяются первые два метода. Изучение сортов с разным уровнем качества четко показы-

Табл.5. Формирование качества клейковины в зависимости от генотипа и среды (предшественника), 2004-2010гг.

СОРТ	SDS седиментация, мл	
	Пар	овёс
Харьковская 46	39,9	37,9
Безенчукская 139	39,0	38,0
Безенчукский янтарь	41,5	35,8
Безенчукская 182	39,4	35,4
Безенчукская степная	48,8	42,6
Памяти Чеховича	58,2	43,4
Марина	51,3	39,6
Безенчукская 205	50,0	38,9
Безенчукская Нива	55,3	42,1
НСР _{0,05}	10,2	Ff < Ft

вает зависимость проявления генотипа от условий среды. По паровому предшественнику различия достоверны и значимы по величине (параметр SDS седиментации), по овсу без внесения удобрений их нет (табл.5). Следовательно, особенности генотипа дают только определенную вероятность получения зерна с качественной клейковиной. Знание этих особенностей позволяет эффективно планировать технологические мероприятия при выращивании твердой пшеницы. В селекции высококачественных генотипов решающее значение имеет идентификация соответствующего исходного материала.

По данным Самарского НИИСХ наиболее надежными донорами являются генотипы, изученные в многолетнем эксперименте и стабильно формирующие клейковину с показателями SDS не ниже 45 мл и 85-95 единиц прибора ИДК. Характеристика части рабочей коллекции, используемой в Самарском НИИСХ, представлена в табл.6.

Таким образом, селекция по улучшению основных параметров качества твердой пшеницы в Поволжье и в целом в селекционных центрах России и Казахстана ведется эффективно, современные сорта пригодны для производства зерна соответствующего требованиям мирового рынка и может быть успешной в обозримом будущем. Эволю-

ция этих признаков в процессе селекции не противоречит совершенствованию сортов по урожайным признакам и свойствам адаптивности.

Таблица 6. Исходный материал с высококачественной клейковиной, используемый в селекции в Самарском НИИСХ

Сорт	Оригинатор	Параметры качества		Время изучения, лет
		SDS	ИДК	
Памяти Чеховича	Самарский НИИСХ	49,0	93	14
Без. золотистая	Самарский НИИСХ	51,0	93	8
653д-58	Самарский НИИСХ	59,0	84	8
1453д-1	Самарский НИИСХ	53,0	85	5
Без.209	Самарский НИИСХ	53,0	89	12
1389да-1	Самарский НИИСХ	57,0	85	5
Akkille	Италия	48,0	90	3
ISD-21	Италия	50,0	81	2
Duroflaus	Австрия	49,0	95	2
Корона	Казахский НППЗХ	48,0	97	3
86с-08	НИИСХ Юго-Востока	51,0	85	7
98с-08	НИИСХ Юго-Востока	56,0	84	7
101с-08	НИИСХ Юго-Востока	52,0	89	7
Луч -25	НИИСХ Юго-Востока	50,0	90	7

Библиографический список

1. Васильчук Н.С. Селекция яровой твердой пшеницы / Н.С.Васильчук // Саратов, 2001. 124с .
2. Евдокимов М.Г. Селекция яровой твердой пшеницы в условиях Юга Западной Сибири / М.Г.Евдокимов // Автореферат дисс...докт. С.-х. наук.-Омск.- 2006.-35с.
3. Мальчиков П.Н., Мясникова М.Г. Относительное развитие признаков продуктивности твердой пшеницы в процессе селекции //Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012.-т.16.-№4/2.- С.- 987-997.
4. Павлов, А.Н. Физиологические причины, определяющие уровень накопления белка в зерне различных генотипов/ А.Н.Павлов// Физиология растений, 1982. Т.29. Вып.4. С.767-779.
5. Elouafi, I. Identification of a microsatellite on chromosome 7B showing a strong linkage with yellow pigment in durum wheat (*Triticum*

turgidum L. var. *durum*) / I.Elouafi, M.M.Nachit, L.M.Martin// Hereditas, 2001. Vol.135. pp.255-261

6. Pozniak, C.J. Identification of QTL and association of a phytoene synthase gene with endosperm colour in durum wheat / C.J.Pozniak, R.E.Knox, F.R.Clarke, J.M.Clarke// Theoretical Applied Genetics, 2007. Vol.114. pp.525-537.

7. Porceddu, E. Variation in endosperm protein composition and technological quality properties in durum wheat / E.Porceddu, T.Turcetta, S.Masci, R.D. Ovivo, D.Lafiandra, D.D.Kasarda, A.Impiglia, M.M. Nachit // Wheat: Prospects for Global Improvement. Kluwer Academic Publishers, 1998. pp.263-271.

УДК 633.112.1:631.527:631.524.7:631.524.84 (571.15)

М.А.Розова, А.И. Зиборов

ГНУ Алтайский НИИСХ Россельхозакадемии

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛА КАСИБ-ЯТП В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ НА АЛТАЕ

ГНУ Алтайский НИИСХ является участником программы КА-СИБ-ЯТП с 2000 г. За прошедший период в питомниках было оценено 97 образцов без учета местных генотипов и 15 находятся в испытании в настоящее время. Сортообразцы, обладающие как отдельными, так и комплексом хозяйственно полезных признаков, используются в селекционной программе. Всего выполнено 425 комбинаций, в том числе 29 – в 2014 году. Полученный селекционный материал изучается на всех этапах селекционного процесса, включая конкурсное сортоиспытание. В статье представлена характеристика перспективных форм, полученных с участием образцов КАСИБ, и результаты оценки 14-го и 15-го КАСИБ-ЯТП.

В мировом производстве твердая пшеница имеет большое значение как источник превосходного сырья для макаронной промышленности и некоторых специфических продуктов питания. В России значение культуры менее выражено из-за широкого использования в макаронной индустрии мягкой пшеницы – около 80% производимого продукта. Тем не менее, для обеспечения выпуска высококачественных макарон требуется местное сырье. Основную роль в производстве твердой пшеницы играют Оренбургская (более 200 тыс.га), Челябинская область (160 тыс.га), Алтайский край (40 тыс.га), Саратовская область (25 тыс.га) и, в значительно меньшей степени, Самарская, Рос-

товская, Омская области и некоторые другие. Для достижения наибольшей эффективности возделывания в основных регионах ведется селекция культуры с целью создания комплекса взаимодополняющих сортов для различных природно-климатических зон.

В Алтайском крае селекцией яровой твердой пшеницы начали заниматься в 1929 г. на Барнаульской селекционной станции. Исследовательская работа продолжалась с разной интенсивностью, иногда прерывалась и с созданием в 1970 году Алтайского селекционного центра ведется на постоянной основе. За последний период создано и районировано 8 сортов: Алтайка, Гордеиформе 53, Алтайская нива, Зарница Алтая, Алтайский янтарь, Алейская, Салют Алтая, Памяти Янченко, и 1 (Солнечная 573) находится в государственном сортоиспытании. В большей степени сорта представлены среднеранними формами (5 из 9), 3 сорта среднеспелого типа и 1 - среднепозднего. Все сорта полунтенсивного типа за исключением интенсивного, высокоотзывчивого Алтайского янтара. Генеалогия представлена как внутритак и межвидовым разнообразием. Для получения перспективных форм в скрещивания привлекали *Triticum dicoccum*, *T. turgidum*, *T. timopheevii*. Географическое разнообразие включает украинские (Харьковская 46, Харьковская 51), оренбургские (Оренбургская 10), красноярские (П-274, Ракета), самарские (Леукурум 163, Гордеиформе 728), омские (Омский рубин, Ангел), ростовские (Новодонская), казахстанские (Шортандинская 71) и другие генотипы, в том числе и из дальнего зарубежья.

В процессе селекции происходило совершенствование адаптивного комплекса растений, отражающееся в повышении и стабилизации признаков продуктивности, качества зерна. За прошедший с образования селекционного центра период удалось поднять урожайность твердой пшеницы относительно Харьковской 46 с учетом новых перспективных линий на 44,4% (рис.1) или, примерно, на 1% в год. В НИИСХ Юго-Востока урожайность твердой пшеницы за период с 1920 по 1998 гг. выросла за счет селекции на 6,0 ц/га при ежегодном приросте 0,51% (Васильчук, 1999). В исследованиях М.Г. Евдокимова и др. (2012) относительная прибавка нового сорта Жемчужина Сибири (2006) к Гордеиформе 10 (1929) составила 9,2 ц/га или 36,2%.

Неизменно высокосignимыми остаются параметры качества твердой пшеницы. В процессе поэтапного селекционного улучшения у новых сортов, прежде всего, удалось повысить показатели цвета макарон (рис.2), а также содержания белка и клейковины.

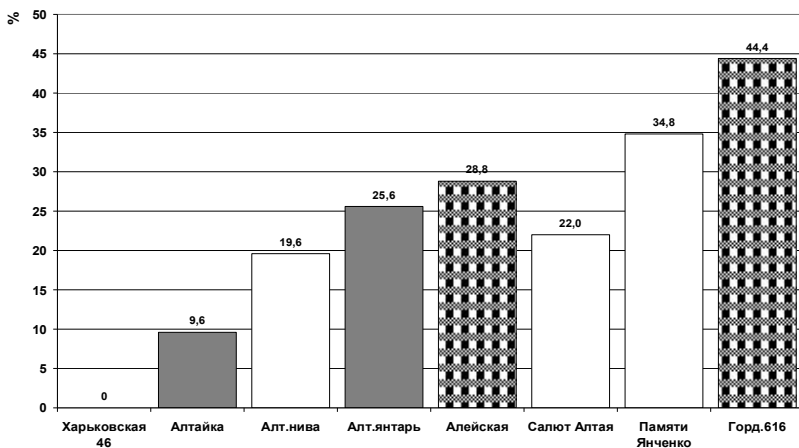


Рис.1. Прогресс урожайности твердой пшеницы в процессе селекции (в % к Харьковской 46, 2005 – 2012 гг.)

На современном этапе селекции ставятся задачи по изменению габитуса растений твердой пшеницы, направленного на снижение высоты и, как следствие, повышение коэффициента хозяйственного использования (Коробейников и др., 2011). Этому же будет способствовать и предполагаемое повышение массы колоса. Рост продуктивности агроценоза поля связан с густотой продуктивного стеблестоя и крупностью колоса. Сдвиг по густоте стеблестоя, как правило, выполняется на первых этапах селекции (Вьюшков, 2004; Евдокимов и др., 2012; Мальчиков, Мясникова, 2012; Pfeiffer, Sayre, Payne, 2000) и в этом отношении алтайские сорта отличаются большей плотностью стеблей на единице площади. В отношении качества усилия будут направлены на создание сортов с высокими и относительно стабильными параметрами стекловидности, содержания белка и клейковины (при ИДК не более 90 единиц), с хорошими цветовыми характеристиками. Для решения поставленных задач необходимо привлечение эффективных источников полезных признаков и свойств. Обмен селекционным материалом, проводимый в рамках программы КАСИБ-ЯТП, представляет возможность подбора ценных форм с желаемыми признаками.

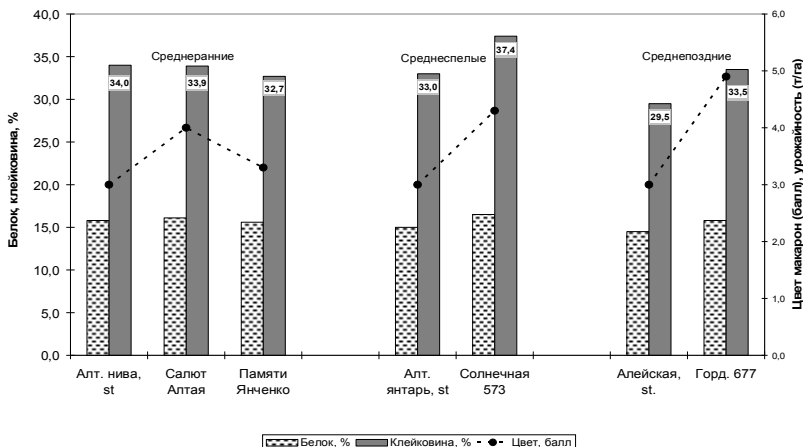


Рис.2. Показатели качества зерна новых сортов твердой пшеницы (2011-2013гг.).

Алтайский научно-исследовательский институт принимает активное участие в программе КАСИБ с 2000 года. Участие в программе позволяет не только обмениваться материалом и использовать в скрещиваниях перспективные формы Сибири и Казахстана, но и иметь возможность широкой экологической оценки этого материала. Эффективность программы повышается с привлечением новых участников, результативно работающих по профильным культурам. Всего за время существования КАСИБ-ЯТП нами проработано 97 сортообразцов и 15 находится в изучении без учета местного материала.

Оценка материала позволила выявить образцы, обладающие высоким уровнем хозяйственно ценных признаков: **урожайность** – образцы Самарского НИИСХ, Сибирского НИИСХ; **засухоустойчивость** – 653д-44, 688д-4, Омский изумруд, Алтын шыгыс, Костанайская 30, 18485-2, Каргала 1539; **отзывчивость** – 653д-44, 688д-4, Жемчужина Сибири, Ангел, Г94-94-13, Лан, Кустанайская 30, 362.91, Асангали, Г207-92, Mountrail, Pierce, Grenora, Grando d'oro, Alkabo; **содержание белка** - Кустанайская 1, Кустанайская 28, Кустанайская 30, Кустанайская 43, Асангали, Дамсинская янтарная, Каргала 28, 383МС, 463МС, Ангел, Г91-22-2, Г91-96-1, Г91-144-4, Avonlea, Dilse, Grenora; **содержание клейковины** – Алтын шыгыс, Алтын дала, Лан, Кустанайская 1, Кустанайская 28, Кустанайская 30, Кустанайская 43, Асангали, 362.91, Дамсинская янтарная, Каргала 28, 383МС, 463МС, Омская янтарная, Ангел, Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омская степная,

Г91-22-2, Г91-96-1, Г91-144-4, Г94-94-13, Г98-42-1, Avonlea, Dilse, Grando d'oro, Lebsock, Mountrail, Pierce; **качество клейковины** – Корона, Дамсинская янтарная, Алтын шыгыс, Алтын дала, 653д-44; **цвет лепешки** – Омский корунд, Жемчужина Сибири, Омская янтарная, Г91-22-2, Г91-96-1, Г91-144-4, Г94-94-13, Омский циркон (Г98-42-5), Г00-96-8, 653д-44, 688д-4, Кустанайская 1, Кустанайская 28, Асангали, Линия 173/93-1, Каргала 28, 463МС. В число источников включены американские сорта, присланные одним из участников совещания КА-СИБ в Усть-Каменогорске, известным селекционером доктором Дж. Квиком.

Выделенные образцы КАСИБ активно используются в гибридизации - всего за период с 2000 года реализовано 425 комбинаций, в том числе 29 в 2014 году. В 2014 году в КСИ изучается 19 линий при объеме питомника вместе со стандартами 102 номера; в КП – 36 линий (объем питомника – 156 номеров); в СП-2 – 350 линий (897 номеров). В таблице 1 представлена характеристика лучших линий. По длине вегетационного периода Гордеиформе 616 и Гордеиформе 677 относятся к среднепоздним генотипам, остальные - к среднеспелым. Линии Гордеиформе 616, Гордеиформе 677, и Гордеиформе 750 отличаются повышенной урожайностью при жесткой засухе, наблюдавшейся в 2012 г., и в среднем за 3 года превышают стандарты по соответствующей группе спелости. По показателям качества новые линии находятся на уровне стандартов или превосходят их (см. табл.1).

В настоящее время в изучении находится материал 14-15 КА-СИБ, результаты которого представлены в таблице 2. Как видно из таблицы образцы питомника отличались по длине вегетационного периода, которая варьировала от 80,5 до 87 дней. Наиболее позднеспелыми были образцы СибНИИСХ и НПЦ ЗиР, а раннеспелыми – Актюбинской СХОС. По высоте растений различия были в интервале от 78 (Леукурум 1307д-51, Самарский НИИСХ) до 91 см. (станд. Алейская). Прослеживается тенденция к снижению высоты растений у более продуктивных генотипов.

Условия двух лет испытания сложились довольно благоприятно, в связи с чем урожайность в 2013 году составила 40,0, в 2014 году - 32,1 ц/га. Среди генотипов с самым коротким вегетационным периодом наиболее высокую урожайность в среднем за два года сформировали Каргала 1409, стандарт Памяти Янченко, Гордеиформе 628; среди среднеспелых форм – Леукурум 1307д-51, Леукурум 1355д-1, Гордеиформе 02-156-1 и стандарт Алтайский янтарь; среди наиболее позднеспелых – Гордеиформе 01-121-3 и Гордеиформе 04-85-4. С лучшими образцами в 2014 году проведены скрещивания.

Таблица 1. Характеристика лучших линий, полученных с участием сортов КАСИБ-ЯТП

Сорт, линия	Происхождение	Урожайность, ц/га				На- тура г/л	Белок %	Клейко- вина, %	ИДК ед.пр	Цв ет, бал л
		2012	2013	2014	$\bar{x}$					
Алтай- ский ян- тарь, st		8,5	35,9	33,9	26,1	783	15,0	33	96	3,0
Алейская, st		11,7	30,5	31,7	24,6	781	14,5	29,5	89	3,0
Горд. 616	Ангел х Саратов- ская золотистая	15,8*	34,1*	31,5	27,1	793	15,4	33,5	98	3,5
Горд. 677	Омский корунд х Л1675	13,7*	33,0	33,4	26,7	778	15,8	33,5	93	4,9
Горд. 719	Г423 х Омский корунд	10,1*	34,6	36,2*	27,0	794	15,2	35,1	93	4,3
Горд. 736	Омский корунд х Субаустрале 489	9,5	32,4	37,4*	26,4	793	15,0	35,3	95	4,1
Горд. 750	Г423 х Омский корунд	12,8*	36,5	34,9	28,1	777	15,8	35,2	95	4,5
	НСР ₀₅	1,5	2,6	2,0						

Таблица 2. Характеристика линий 14-15 КАСИБ, 2013-2014 гг.

Сорт/Линия	Оригинатор	Вегетаци- онный пе-риод, дней	Высота рас- тения, см	Урожайность, ц/га		
				2013	2014	средняя
Памяти Янченко, st		81,5	85,5	38,3	32,9	35,6
Каргала 1409	Актюбинская СХОС	81,5	83,5	41,0	30,4	35,7
Каргала 1411	-« -	81,5	83	32,7	30,1	31,4
Гордеиформе 627	Алтайский НИИСХ	80,5	84	32,3	34,4	33,4
Гордеиформе 628	-« -	81,5	81	38,2	32,2	35,2
Алтайский янтарь, st		82,5	81	42,3	33,0	37,6
Каргала 1408	Актюбинская СХОС	82	82	34,7	33,0	33,8
Линия Г1549	Карабалыкская СХОС	82	83	41,3	30,6	36,0
Линия э145-z	НПЦЗХ им. А.И.Бараева	84,5	89	40,2	32,3	36,2
Линия 54-02-2л	-« -	82	85,7	39,7	30,9	35,3
Линия э147-z	-« -	84,5	90	38,8	34,7	36,8
Линия 18987	Каз.НИИ ЗиР	84,5	79	31,5	27,2	29,4
Леукурум 1307D-51	Самарский НИИСХ	83,5	78	45,2	34,8	40,0
Леукурум 1355D-1	-« -	84	81	44,2	34,6	39,4
Гордеиф. 02-156-1	СибНИИСХ	84	84	43,5	32,4	38,0
Алейская, st.		85,5	91	40,5	34,5	37,5
Линия Г1612	Карабалыкская СХОС	85	86	40,7	30,7	35,7
Линия 18472-3-2	Каз.НИИЗиР	86,5	87,5	40,7	26,9	33,8
Гордеиформе 587	Алтайский НИИСХ	86	90,5	38,2	31,0	34,6
Гордеиф. 01-121-3	СибНИИСХ	86,5	81	46,5	35,2	40,8
Гордеиф. 04-85-4	-« -	87	81	48,5	32,4	40,4

Работа, проводимая в рамках программы КАСИБ, предоставляет уникальную возможность по обмену новым перспективным селекционным материалом между исследовательскими центрами региона, поиску источников и доноров ценных признаков, инкорпорированных в современные сорта посредством длительного кропотливого труда селекционеров, информационному обеспечению актуальных проблем, включая вновь возникающие. Научный обмен проводится через совещания КАСИБ и участие в международных конференциях. Кроме того ценность представляет широкая экологическая оценка местных продвинутых линий в спектре условий, в том числе и засушливых, отличающихся по интенсивности, длительности и срокам воздействия вредных факторов засухи.

Библиографический список

1. Васильчук, Н.С. Селекция яровой твердой пшеницы / Н.С. Васильчук. – Саратов, 2001. – 119 с.
2. Евдокимов, М.Г. Прогресс в селекции яровой твердой пшеницы в СибНИИСХ / М.Г. Евдокимов, В.С. Юсов, В.В. Андреева, Б.М. Татина //Селекция сельскохозяйственных растений на высокую урожайность, стабильность и качество: Мат. межд. науч.-практ. конф. к 100-летию сибирской селекции (Омск, 2-4 августа 2011 г.). – Омск, 2012. – С. 132 – 142.
3. Коробейников, Н.И. Программа работ селекцентра Алтайского научно-исследовательского института сельского хозяйства до 2030 г. / Н.И. Коробейников, Е.Р. Шукис, М.А. Розова, В.А. Борадулина, Г.М. Мусалитин, Е.В. Гуркова, Л.И. Кострова – Барнаул: ГНУ Алтайский НИИСХ, Сибирское региональное отделение, 2011. – 90 с.
4. Вьюшков, А.А. Селекция яровой пшеницы в Среднем Поволжье / А.А. Вьюшков. – Самара, 2004. – 224 с.
5. Мальчиков, П.Н. Относительное развитие признаков продуктивности твердой пшеницы в процессе селекции / П.Н. Мальчиков, М.Г. Мясникова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т.16. - №4/2. – С. 987 – 997.
6. Pfeiffer, W.H. Increasing Durum wheat yield potential and yield stability / W.H. Pfeiffer, K.D. Sayre, T.S. Payne //Research Highlights of the CYMMIT Wheat program 1999 – 2000. – P.17-20.

Середа Г.А¹, Середа С.Г¹

ТОО «Карагандинский научно – исследовательский институт растениеводства и селекции», г. Караганда, Казахстан

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЛИНИЙ ЧЕЛНОЧНОЙ СЕЛЕКЦИИ (КПЧС) В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Результаты конкурсного испытания показали, что выделенные среднеранние сорта Лютесценс 1991 и Лютесценс 1988 из исходного материала, полученного по линии «челночной селекции» превысили стандартный сорт Карагандинская 22 по урожайности зерна и его качеству. Полученный из СИММИТ материал позволяет получать новые конкурентоспособные сорта.

Создание сортов яровой мягкой пшеницы обладающих высокой урожайностью, засухоустойчивостью, резистентностью к грибным болезням и высоким качеством зерна – остается актуальной задачей и на современном этапе селекции.

Успех в селекции растений определяется наличием и качеством исходного материала. Наряду с образцами коллекции Всероссийского НИИ растениеводства им. Н.И.Вавилова, в селекционной работе КНИИРС используются номера, полученные по линии челночной селекции (КПЧС).

Основная цель исследований – создание форм, линий и сортов яровой мягкой пшеницы с использованием исходного материала челночной селекции.

Ежегодно в КНИИРС проводится оценка образцов КПЧС ЯМП челночной селекции в количестве от 100 до 200 номеров, полученных в Мексике при скрещивании казахстанских и сибирских сортов с мексиканскими и американскими формами отобранных в условиях Северного Казахстана [1].

Оценка линий проводится в полевых условиях по полной схеме селекционного процесса с соблюдением требований агротехники этой культуры в селекционном севообороте отдела селекции Карагандинского НИИ растениеводства и селекции.

Посев питомников проводится в оптимальные сроки сеялкой С-К-С-6-10. Расчетная норма высева 250 всхожих зерен на один кв.м. Предшественник – пар. Учетная площадь делянок, в зависимости от питомника, колеблется в пределах от 5,0 до 30,0 кв. м. Стандарт рай-

онированный в Центральном Казахстане сорт яровой мягкой пшеницы Карагандинская 22. Повторность в конкурсном испытании четырехкратная.

На первом этапе номера изучаются в соответствии с «Методическими указаниями по изучению мировой коллекции пшеницы» [2].

Наблюдения и учеты в предварительном и конкурсном испытании, проводятся по методике Госсортсети [3]. Статистическая обработка результатов исследований – по методике Б.А. Доспехова.(1985)

Метеорологические условия, сложившиеся в 2012 - 2013 году характеризовались для зерновых культур, как относительно благоприятные. Количество осадков выпавших за сельскохозяйственный год (2011-2012 г.г)равнялось 297,2 мм осадков, что соответствует средне-многолетним показателям. За вегетационный период (май - август) выпало 170,8 мм, что выше нормы на 29,6мм. Повышенное количество осадков приходится на июнь (+14,5 мм) и июль (+15,5 мм). Среднемесячная температура воздуха была выше на один градус. Особенно жарким был июль (+1,2⁰C). Осадки мая (36,3 мм), первой (20,6 мм) и второй (22,1 мм) декад июня обеспечили появление дружных, выровненных всходов, а благодаря осадкам августа (28,4 мм) сложились благоприятные условия для налива зерна.

Согласно данных метеостанции, располагающиеся на территории института, количество осадков за 2012-2013 сельскохозяйственный год выпало 242,6 мм или 146,5%, а на вегетационный период их приходится 133,4 мм, что ниже нормы на 3,3 мм. Самое низкое их количество приходится на июнь (11,2 мм).

Возврат холодов в мае и начале июня затянули появление всходов зерновых культур. Понижение температуры в июне и практически отсутствие эффективных осадков за этот период, оказали отрицательное действие на дальнейшее развитие растений яровой пшеницы. Более чем в 2 раза выше нормы количество осадков выпало в августе (61,1 мм). За сутки 29 августа их выпало 31 мм – больше месячной нормы. Посевы пшеницы на эту дату находились в фазе восковой спелости и эти осадки не оказали особого влияния на налив зерна.

Данные таблицы 1 показывают, что в конкурсном испытании за 2012-2013 годы достоверная прибавка урожая зерна пролучена по трем сортам: Лютесценс 1988, Лютесценс 1991, Лютесценс 1995. При уровне урожая зерна от 15,3 до 15,6 ц/га превышение над стандартным сортом Карагандинская 22 составило соответственно 1,5 – 1,7 ц/га .

Общий урожай травостоя равен урожаю биомассы, полезная фаза которой – урожай зерна [5]. Одним из резервов селекции на урожайность является коэффициент хозяйственной эффективности

(КХОЗ). Выход зерна у выделившихся сортов челночной селекции колеблется в пределах 40,9 – 42,7 %, что выше чем у стандартного сорта на 1,9 – 3,7%. Одним из критериев засухоустойчивости является признак крупности и выполненности зерна [6]. В наших исследованиях у линий, выделенных из номеров челночной селекции, сформировалось зерно средней крупности с размахом изменчивости от 31,2 до 35,9 грамм, но с хорошей выполненностью, о чем свидетельствуют данные по натурной массе зерна.

По вегетационному периоду – это среднеранние сорта с его продолжительностью от 74 до 76 суток. Эти номера могут быть источниками для селекции на скороспелость и продуктивность.

Таблица 1 – результаты конкурсного испытания сортов яровой мягкой пшеницы, выделенных из челночной селекции 2012-2013 г.г.

Название линий	Происхождение	Вегет. Период, сут.	Урожай- ность		КХОЗ %	Масса 1000 зерен, г.	Натура, г/л
			сор- та	± к ст.			
Караг 22	Сарат42х Цел.Юб	76	13,9	ст	39,0	38,4	752
Лют 1988	Омская 29х/BW725/сокол	74	15,6	+1,7	40,9	33,2	760
Лют 1991	Ертик/ BW725/MN	74	15,6	+1,7	42,1	33,8	755
Лют 1978	Лют258-92-3/GLE	74	14,8	+0,9	39,3	35,9	753
Лют 1995	Ертик/ BW725/MN	76	15,3	+1,5	42,7	31,2	752
Лют 1990	Омская 29х/BW725/сокол	74	14,1	+0,2	39,2	33,2	766
	НСР _{0,05}			1,47			

Следует отметить, что у выделившихся сортов, представленных в таблице 1 в родословной участвует образец под номером BW725, свидетельство его хорошей комбинационной способности.

Урожайность зерна сорта зависит от комплекса генетических, экологических и патологических условий и определяется определенными элементами его структуры. Эти показатели в исследованиях используются в качестве интегрального показателя сравнительной засухоустойчивости сортов [7]. Одним из важных факторов является продуктивная кустистость, определяющая густоту продуктивного стеблестоя. По этому признаку выделяются сорта Лютесценс 1988 и особенно Лютесценс 1991, которые превысили стандартный сорт соответственно на 0,2 – 0,4 единицы. По высоте растений, у

новых сортов сформировалась соломина на уровне стандарта или выше на 5-7 см. Более высокорослыми являются сорта Лютесценс 1991 (77 см) и Лютесценс 1990 (79 см).

Наряду с густотой продуктивного стеблестоя, определяющую роль в формировании зерновой продуктивности, играет комплексный признак - масса зерна с колоса. Этот признак определяется, прежде всего озерненностью и крупностью зерна. Выделившиеся сорта по урожайности зерна, характеризуется также более высокой массой зерна с колоса. Наиболее продуктивный колос, с массой зерна 1,017 г получен у сорта Лютесценс 1991 (1,017 г), на втором месте находится сорт Лютесценс 1988 (0,963 г).

Данные таблицы 2 также показывают, что высокая продуктивность колоса у сортов Лютесценс 1991 и Лютесценс 1988 получена за счет более высокой озерненности колоса.

Таблица 2 – Структура урожая выделившихся сортов конкурсного испытания.

№ Д-ки	Наличие линии	Продуктивная кустистость	Высота, см	Число зерен, шт	Масса зерна с колоса, г
80	Капар 22	2,2	72	26,2	0,915
74	Лют 1988	2,4	73	29,0	0,963
76	Лют 1991	2,6	77	30,1	1,017
71	Лют 1978	2,3	72	27,3	0,980
77	Лют 1995	2,1	72	28,5	0,889
75	Лют 1990	2,1	79	27,0	0,896

В среднем за два года количество зерен в главном колосе у выделившихся сортов соответственно равнялось 30,1 и 29,0 шт., при озерненности у стандарта Карагандинская 22-26,2 шт.

Зерно сортов яровой мягкой пшеницы, получивших положительную оценку в конкурсном испытании проанализированы в технологической лаборатории НПЦЗХ им. А.И. Бараева по мукомольным и хлебопекарным качествам.

Одним из важных показателей при оценке качества зерна пшеницы – его бековость, которая определяет питательную ценность зерна и продуктов его переработки [8]. Данные таблицы 3 показывают, что выделившиеся сорта способны накапливать высокое содержание белка 15,0 и более процентов.

По содержанию белка и клейковины, оба сорта сформировали зерно на уровне хорошего улучшителя, однако по качеству клейкови-

ны у сорта Лютесценс 1988 этот показатель соответствовал уровню ценных пшениц. По данным [9], для заключения о подлинной ценности сорта пшеницы, для мукомольно-хлебопекарной промышленности и хлеба, наибольшую значимость имеют содержание белка, сила муки, разжижение теста, валориметрическая оценка теста, объемный выход хлеба и его хлебопекарная оценка.

Таблица 3 – Результаты технологической и хлебопекарной оценки качеств зерна яровой мягкой пшеницы (Карагандинский НИИРС, урожай 2013 г.)

№ п/п	Показатели	Ед.изм.	Сорта		
			Кар 22	Лют 1988	Лют 1991
1	Содержание белка	%	14,45	15,2	15,3
2	Натура	г/л	756	767	766
3	Масса 1000 зерен	г	40,3	37,7	35,6
4	Стекловидность	%	55,0	60,0	60,0
5	Клейковина	%	31,2	31,6	30,8
6	Единица ИДК	ед	85	78	71
7	Разжижение	е.ф.	85	70	50
8	Валориметрическая оценка	е.в	77	85	85
9	Удельная работа деформации теста	е.а.	291	242	308
10	Р/л		0,35	0,72	0,4
11	Объем хлеба	мл	1000	800	840
12	Формоустойчивость		0,59	0,51	0,57
13	Общая хлебопекарная оценка	балл	4,6	4,5	4,7
14	Класс по СТ-РК 1046- 2008		1	1	1
			Х/Ф	Х/Ф	У/У

В наших исследованиях показатель разжижения теста по фаринографу у сорта Лютесценс 1991 соответствовал требованиям на сильную пшеницу хорошего улучшителя у Лютесценс 1988- наиболее ценной пшенице. По валориметрической оценке, показателю от которого зависит объемный выход хлеба и его оценка, у обеих сортов соответствовал требованиям на сильную пшеницу - отличного улучшителя.

Показатель удельная работа деформации теста (сила муки) у сорта Лютесценс 1991 соответствует требованиям сильной пшеницы – удовлетворительного улучшителя, а Лютесценс 1988 – хорошему филлеру. По объему хлеба и общей хлебопекарной оценке Лютесценс 1991 – отличный улучшитель, Лютесценс 1988 – удовлетворительный улучшитель.

Из анализа полученных результатов, согласно Госта СТ – РК 1046 – 2008 зерно урожая 2013 года у сорта Лютесценс 1991 соответствует требованиям предъявляемых сильным пшеницам – удовлетворительных улучшителей, Лютесценс 1988 – хороших филлеров.

Таким образом, проведенные исследования показали, что используя исходный материал, получаемый по линии челночной селекции можно выделить сорта сочетающие урожайность, качество зерна и другие положительные свойства.

Библиографический список

1. Казахстанско – Сибирская сеть по улучшению яровой пшеницы (КАСИБ). – Астана, 2007.-118 с.
2. Методические указания по изучению мировой коллекции пшениц. – Л.ВИР,1977. -27 с.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. –Алматы ,2002. -287 с.
4. *Лелли Я.* Селекции пшеницы. Теория и практика.- М.: Колос, 1980.-384с.
5. *Кавтун В.И.* Селекция засухоустойчивых, скороспелых сортов озимой мягкой пшеницы на Дону./ В.И. Ковтун, О.И.Звягина// Пшеница и тритикале: мат.науч. – практ. конф. «Зеленая революция П.П.Лукьяненко».- Краснодар: Сов.Кубань, 2001.-С.207-230.
6. *Калинин Н.И.* Испытание сортов яровой пшеницы на засухоустойчивость / Н.И.Калинин, В.Д.Карпенко// Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции ВИР, 1980.-68, вып 1.-С.87-94.
7. *Дворник Н.Е.*Изучение образцов озимой пшеницы Канады и США в условиях лесостепи Украины /Н.Е.Дворник, А.Ф. Мельников// Труды по прикладной ботанике , генетике и селекции ВИР, 1980. -68, вып 1. С.69-71.
8. *Крючков А.Г.* Главные показатели оценки сорта/ А.Г. Крючков, Г.Н.Синдакова.// Зерновое хозяйство,- 2003.-№6.-С.16-20.

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ПО УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА ОБ- РАЗЦОВ ПИТОМНИКА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ КА- СИБ 12

В работе селекционера часто имеется большой объем материала различных признаков, который необходимо систематизировать и выделить лучшие формы по комплексу хозяйственно – ценных признаков (1). Использование кластерного анализа в селекции позволяет уменьшить объем прорабатываемого материала на начальных этапах селекционного процесса, а также более целенаправленно и эффективно проводить отборы. В статье приведены результаты, полученные при изучении большого набора сортов и линий питомника КАСИБ 12, которые подвергли иерархической кластеризации.

Термин *кластерный анализ* (впервые ввел Тьюон, 1939) в действительности включает в себя набор различных алгоритмов классификации и является одним из многомерных методов классификации.

Он представляет собой совокупность методов, позволяющих классифицировать многомерные наблюдения, каждое из которых описывается набором исходных переменных $X_1, X_2, \dots, X_m$ и позволяет разбить исходную совокупность объектов на группы схожих, близких между собой объектов тем самым наглядно производить группировку.

Алгоритмы кластеризации подробно изложены в соответствующих литературных источниках (2,3,4). Приведем лишь некоторые правила кластеризации:

1. Если необходимо сгруппировать сорта по величине одного признака то кластеризацию надо проводить иерархическим кластерным анализом, расстояние между кластерами определять «полной связью между группами», на основе Евклидова расстояния тогда в верхней части дендрограммы будут сорта с меньшим значением признака, а в нижней части с наибольшим значением.

2. Если изучается большая группа признаков, тогда кластеризация проводится иерархическим кластерным анализом, расстояние между кластерами определяется «взвешенным попарным средним», на основе коэффициента корреляции Пирсона и объединение происходит по однотипности признаков.

В данной работе при построении древовидных дендрограмм были использованы оба правила кластеризации. В первом случае

был проведен кластерный анализ по величине одного хозяйственно ценного признака, используя метод определения наиболее удаленного соседа (*полная связь, Complete linkage*) на основе Евклидова расстояния. В основу группировки по одному признаку были взяты показатели урожайности и массы 1000 зерен сортов питомника КАСИБ 12.

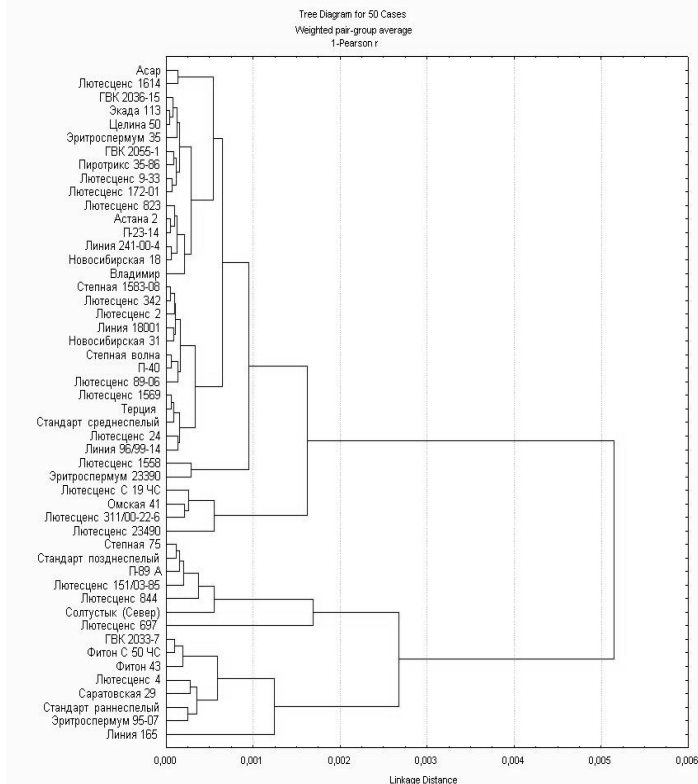


Рис.1 Дендрограмма сортов мягкой пшеницы питомника КАСИБ 12, опытное поле ОмГАУ, 2011-2013 гг.

Во втором случае, при построение дендрограммы по группе признаков, использовалось расстояние между кластерами на основе метода «взвешенное попарное среднее» (*Weighted pair-group average*), на основе коэффициента корреляции Пирсона. В кластерном анализе в основу группировок были включены 27 признаков: Масса зерна с колоса, число зерен в колосе, длина колоса, масса зерна с главного колоса, масса 1000 зерен, урожайность, показатели клейковины и бел-

ка, показатели межфазных периодов, выживаемость растений, показатели устойчивости, хлебопекарные качества и др.

Из дендрограммы кластерного анализа видно, что выделяется 6 кластеров и сорта в кластере имеют тесную связь между собой. Кластер № 1: ГВК 2036-15, Экада 113, Целина 50, Эритроспермум 35, Лютесценс 9-33, Лютесценс 172-01. Кластер № 2: Лютесценс 823, Астана 2, П 23-14, Линия 241-00-4, Новосибирская 18. Кластер № 3: Степная 1583-08, Лютесценс 342, Лютесценс 2, Линия 18001, Новосибирская 31, Степная волна, П-40, Лютесценс 89-06. Кластер № 4: Лютесценс 1569, Терция, st Дуэт, Лютесценс 24, Линия 96/99-14. Кластер № 5: Степная 75, Омская 35, П-89А. Кластер № 6: ГВК 2033-7, Фитон С 50 ЧС, Фитон 43.

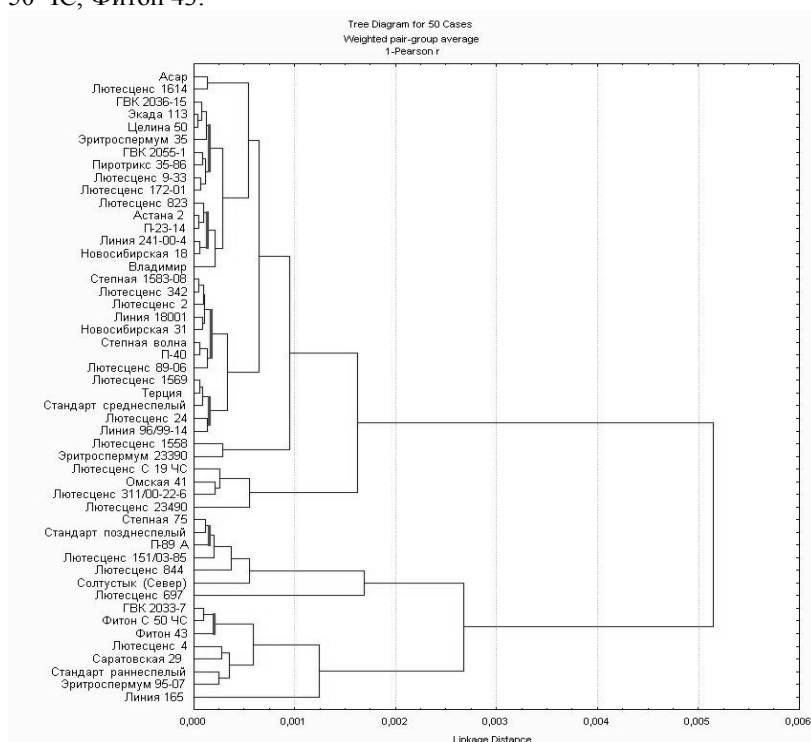


Рис.2 Дендрограмма сортов мягкой пшеницы питомника КА-СИБ 12, опытное поле ОмГАУ, 2011-2013 гг. (группировка по кластерам)

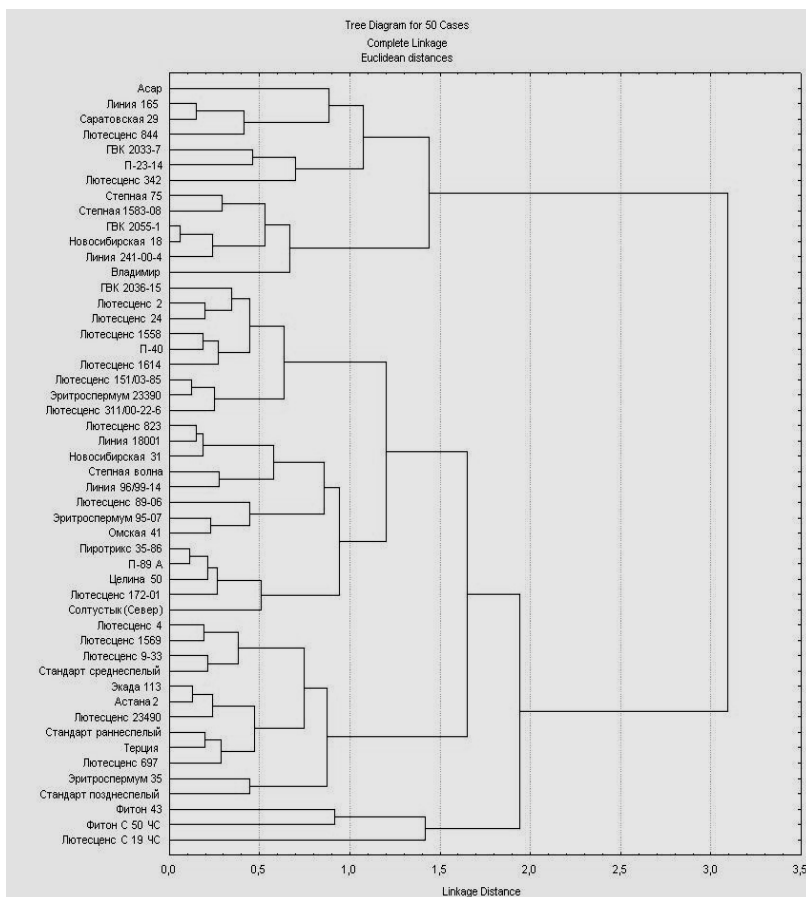


Рис.3 Дендрограмма урожайности сортов мягкой пшеницы питомника КАСИБ 12, опытное поле ОмГАУ, 2011-2012 гг.

Из дендрограммы видно, что выделяются 6 кластеров. Евклидово расстояние для всех кластеров находится в пределах от 0,6 до 1,4 ед. По показателю высокой урожайности выделились 2 кластера.

Кластер № 1: Фитон 43, Фитон С 50 ЧС, Лютесценс С 19 ЧС. Средняя урожайность образцов находится в пределах 1,94 до 2,43 т/га.

Кластер № 2: Лютесценс 4, Лютесценс 1569, Лютесценс 9-33, Экада 113, Астана 2, Лютесценс 23490, Терция, Лютесценс 697, Эритроспермум 35 и все стандартные сорта Памяти Азиева, Дуэт, Омская

35. Средняя урожайность образцов 2-го кластера варьировала от 2,03 до 2,49 т/га. Остальные образцы объединенные в кластерах № 3, 4, 5 имели среднюю урожайность менее 2 т/га и не превосходили стандартные сорта.

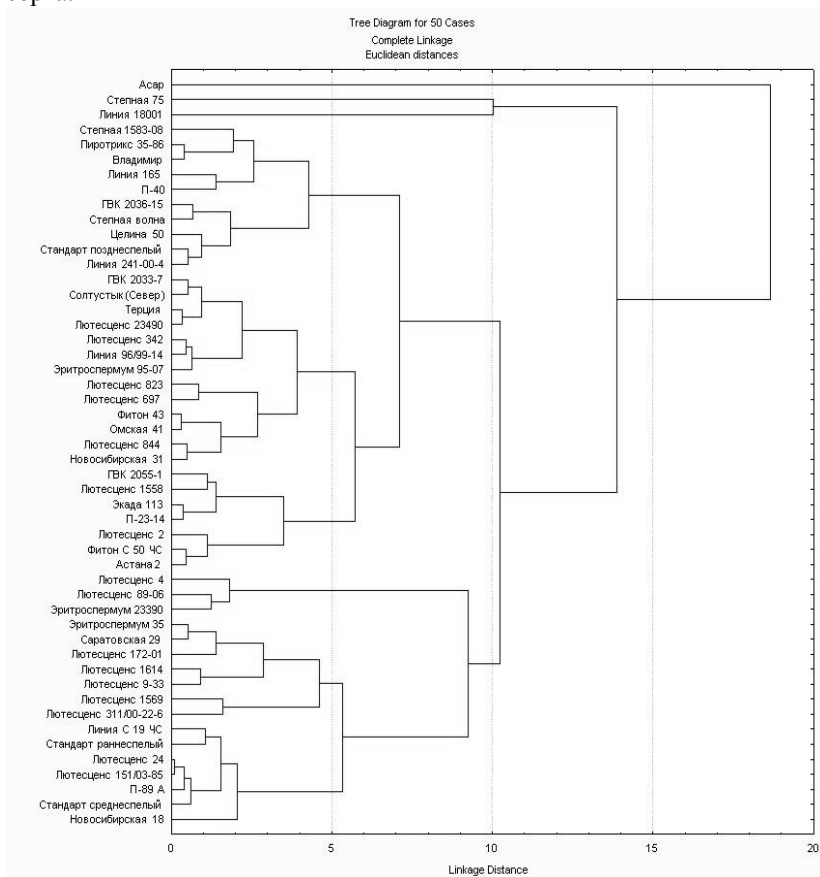


Рис.4 Дендрограмма по показателю массы 1000 семян сортов мягкой пшеницы питомника КАСИБ 12, опытное поле ОмГАУ, 2011-2012 гг.

Кластеризация по признаку массы 1000 зерен объединила сорта питомника в 8 кластеров. Наиболее интересными для селекции на массу 1000 зерен являются образцы кластера №1: Линия С 19 ЧС (Лютесценс С 19 ЧС), Лютесценс 24, Лютесценс 151/03-85, П-89А, Новосибирская 18, Памяти Азиева и Дуэт.

Выводы

Для дальнейшей селекции по ряду хозяйственно-ценных признаков выделились следующие образцы:

По урожайности образцы Фитон 43, Фитон С 50 ЧС, Лютесценс С 19 ЧС (Линия С 19 ЧС), Лютесценс 4, Лютесценс 1569, Лютесценс 9-33, Экада 113, Астана 2, Лютесценс 23490, Терция, Лютесценс 697, Эритроспермум 35 и стандартные сорта - Памяти Азиева, Дуэт, Омская 35.

По массе 1000 семян образцы Линия С 19 ЧС(Лютесценс С 19 ЧС), Лютесценс 24, Лютесценс 151/03-85, П-89А, Новосибирская 18, Памяти Азиева и Дуэт.

Все выделенные образцы рекомендуется использовать в селекционных программах в качестве источников по ряду хозяйственно-ценных признаков.

Библиографический список

1. Коваль, С.Ф. Стратегия и тактика отбора в селекции растений / С.Ф. Коваль, В.П. Шаманин, В.С. Коваль: монография. - Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2010.- 228 с.
2. Дюран Б. Кластерный анализ. — М.: Статистика, 2012. — 130 с.
3. Олдендерфер М. С., Блэшфилд С.К. Кластерный анализ// Факторный, дискриминантный и кластерный анализы. М., 1989. - С.139-210.
4. Мартынов С.П., Добротворская Т.В., Седловский А.И., Воронкова Н.Е. Использование многомерной статистики при подборе пар для гибридизации. Евклидово расстояние и кластерный анализ. Цитология и генетика, 1983, т.17, №3, с. 49-55.

УДК 633.1:631.527

Степанов К.А.

ТОО «Опытное хозяйство масличных культур»

КАСИБ И КПЧС В ВОСТОЧНОМ КАЗАХСТАНЕ

Участие в региональных программах СИММИТ «КаСиб» и «КПЧС» оказывает значительную поддержку селекционной работе в Восточном Казахстане. В программе гибридизации яровой пшеницы ТОО «ОХМК» в 2014 году образцы названных питомников составили 75% материнских и 28% отцовских форм. КаСиб и КПЧС – основные источники устойчивости к бурой ржавчине. С 2015 года в ГСИ передан новый сорт яровой пшеницы «Оскемен», проходивший испытание

в питомниках «КаСиб» -14 и 15. Проведенный анализ продуктивности и адаптивных возможностей номеров КаСиб-14 (по данным бюллетеня КаСиб 2013 года) позволил выделить 6 групп линий. В группу наиболее ценных (высокопродуктивные, адаптивные к большинству сред) вошли 5 наименований: Тобольская, Лютесценс 665/1, Лютесценс 1669, Алтайская жница и Лютесценс 16/93-01-8

Питомники «КаСиб и КПЧС» традиционно являются основным стабильным источником свежего селекционного материала для мелких институтов и станций Казахстана. Это относится и к образованному с 2014 года отделу селекции зерновых культур в ТОО «ОХМК». В программе гибридизации яровой пшеницы ТОО «ОХМК» в 2014 году образцы названных питомников составили 75% материнских и 28% отцовских форм (таблицы 1 и 2). Популяции питомников челночной селекции, особенно после расширения участия в гибридизации номеров КаСиба, служат также материалом для отбора родоначальных растений (колосьев) для закладки СП-1. Это позволяет сократить объемы проводимой гибридизации; в некоторых НИУ отборы из КПЧС составляют до 50% линий питомника СП-1 (по материалам докладов участников КаСиба).

Таблица 1 – Сорты и линии – участники КаСиб – материнские формы (ОХМК, 2014 г)

№	Сорт, линия	Число комбинаций (♀)	% от общего кол-ва
1.	Лют. 740	54	19,64%
2.	Лют. 697	37	13,45%
3.	Тобольская	28	10,18%
4.	Апасовка	20	7,27%
5.	Эритроспермум 78	16	5,82%
6.	Омская 18	11	4,00%
7.	Лют. 665/1	9	3,27%
8.	Экада 113	8	2,91%
9.	Челяба 75	7	2,55%
10.	Л. 241-00-4	6	2,18%
11.	Л. 96/99-14	4	1,45%
12.	Лют. 128-05	2	0,73%
13.	Лют. 205/03-1	2	0,73%
14.	2036/15	1	0,36%
	Итого	205	74,55%

Таблица 2 – Сорта и линии – участники КаСиб – отцовские формы в гибридизации (ОХМК, 2014 г)

№	Сорт, линия	Число комбинаций (♂)	% от общего кол-ва
1	Лют. 740	14	5,09%
2	Апасовка	8	2,91%
3	Эритроспермум 78	6	2,18%
4	Алтай	5	1,82%
5	Дуэт	5	1,82%
6	Гобольская	5	1,82%
7	Омская 38	4	1,45%
8	Памяти Азиева	3	1,09%
9	Омская 18	3	1,09%
10	Уральская кукушка	3	1,09%
...	..	...	...
26	Экада 113	1	0,36%
	Итого	77	28,00%

Сравнительный анализ устойчивости материала селекционных питомников ВКНИИСХ в 2013 году к наиболее актуальному листовому патогену в Восточно-Казахстанской области - листовой ржавчине - показал, что устойчивый материал сосредоточен в основном в материале СИММИТ (таблица 3).

Таблица 3 - Поражение бурой ржавчиной линий и сортов яровой пшеницы в селекционных питомниках ВКНИИСХ в 2013 году

Питомник	Всего линий, шт	Число линий с указанной степенью поражения, шт				
		0	R	MR	MS	S
СП-2	505	0	0	5	24	476
КП	201	0	0	1	20	180
ПСИ	100	0	0	0	5	95
КСИ	32	0	0	0	2	30
ЭСИ	39	0	0	2	9	28
ЭСИ Каз-НИИЗиР	22	0	0	0	2	20
14 КаСиб	49	1	1	4	2	41
12 КПЧС	161	20	1	12	50	78
Всего	1109	21	2	24	114	948
	100,0%	1,9%	0,2%	2,2%	10,3%	85,5%

Из 47 линий с типом поражения «0», «R» и «MR» 39 – из состава питомников СИММИТ.

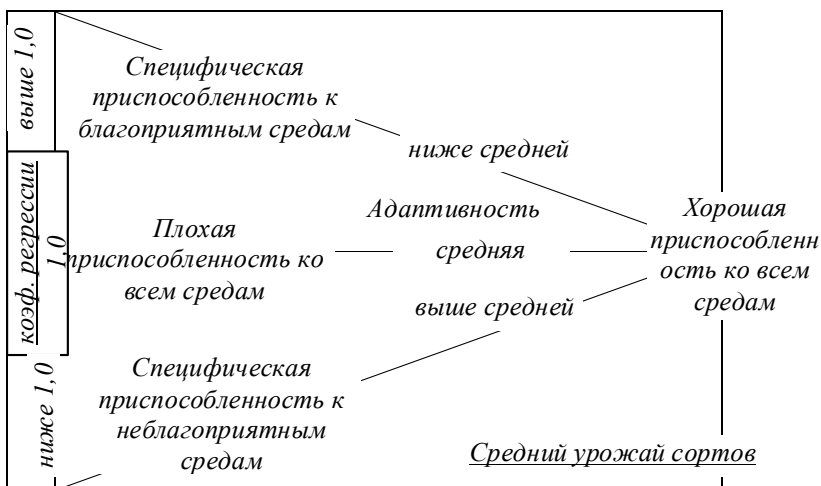


Рисунок 1 – Подразделение сортов на группы по Finlay, Wilkinson (1963)

Для зернового отдела ТОО «ОХМК» в первые годы существования экологические испытания станут основным источником материала, претендующего на районирование в качестве сортов. Так, в 2014 году заявлен на районирование сорт яровой мягкой пшеницы «Оскемен», проходивший экологическое испытание и участвовавший в составе КаСиб-14 и 15 под селекционным обозначением «Лютесценс 740». Сорт среднеспелый, интенсивного типа, устойчивый к бурой ржавчине, ценный по качеству зерна. Предложен для Государственного испытания в Восточном и Северном Казахстане. Оригинаторы – ТОО «ОХМК» и ТОО «КазНИИЗиР».

Широкая география участников сети «КаСиб» позволяет достоверно оценить адаптивные и продуктивные возможности изучаемого материала. Нами на основе обобщенных координаторами программы данных об урожайности 14 КаСиб был проведен анализ соотношения потенциала продуктивности и адаптивности у сортов и линий питомника. Применялась методика Finlay, Wilkinson (1963) (рисунок 1). Отличительной особенностью данной методики, повышающей

Таблица 4 – Образцы высокопродуктивные, адаптивные к большинству сред

№	Наименование	Оригинатор	Урожайность, ц/га	Коэф. регрессии	Ранг урожайности
1.	Тобольская	Алт.НИИСХ	30,5	1,04	1
2.	Лютесценс 665/1	Алт.НИИСХ	29,6	0,87	3
3.	Лютесценс 1669	Караг.НИИРС	29,0	1,03	6
4.	Алтайская жница	Алт.НИИСХ	28,6	0,97	9
5.	Лютесценс 16/93-01-8	Павл.НИИСХ	28,0	1,05	13

достоверность оценки, является то, что в качестве фактора среды берется не отдельный метеопараметр, а средняя урожайность точки, характеризующая в целом степень благоприятности условий. Критерием адаптивности служит коэффициент регрессии урожайности сорта на средние значения урожайности точек испытаний.

Таблица 5 – Среднеурожайные, повышенной адаптивности

№	Наименование	Оригинатор	Урожайность, ц/га	Коэф. регрессии	Ранг урожайности
1.	Лютесценс 740	КазНИИЗиР	27,8	1,04	16
2.	ГВК 2077/11	ВКНИИСХ	27,2	0,91	17
3.	Лютесценс 25/93-01-2	ПавлНИИСХ	26,8	1,03	20
4.	ГВК 2031/13	ВКНИИСХ	26,4	0,78	22
5.	Экада 148	Экада	26,3	0,82	23
6.	Фитон 82	Фитон	26,0	0,95	27
7.	Лютесценс К-781	КурганНИИСХ	26,0	0,83	28
8.	Лютесценс П-23-18	КурганНИИСХ	25,5	0,84	30
9.	Лютесценс 220/03-83	Кургансемена	25,4	0,97	31
10.	Лютесценс 22	КарабалыкСХОС	25,3	0,73	32
11.	Асыл сапа	НПЦЗХ им. А.И. Бараева	25,3	1,04	33

В результате проведенного анализа среди материала 14 КаСи-ба нами было выявлено 6 групп образцов (таблицы 4-9).

Таким образом, в качестве наиболее ценной группы – продуктивные и адаптивные к большинству сред - выделились 5 сортов и линий (Тобольская, Лютесценс 665/1, Лютесценс 1669, Алтайская жница и Лютесценс 16/93-01-8). В то же время, данный анализ позволил выявить образцы пригодные для более специфичных условий (с уклоном

в сторону адаптивности) и исключить из работы бесперспективный материал (образцы, плохо адаптированные к большинству сред).

Таблица 6 – Высокоурожайные, склонные к благоприятным условиям

№	Наименование	Оригинатор	Урожайность, ц/га	Коэф. регрессии	Ранг урожайности
1.	Лютесценс 7/04-26	СибНИИСХ	29,9	1,09	2
2.	Сибирская 17	СибНИИРС	29,4	1,23	4
3.	Лютесценс 1147	СибНИИРС	28,9	1,33	7
4.	Сигма	СибНИИСХ	28,6	1,21	8
5.	Лютесценс 126-05	ОмГАУ	28,5	1,33	10
6.	Лютесценс 141/03-2	СибНИИСХ	28,4	1,14	11
7.	Лютесценс 128-05	ОмГАУ	28,0	1,11	14
8.	Омская 35	Межст.ст-т	28,0	1,39	15

Таблица 7 - Низкоурожайные, специализированные к неблагоприятным условиям

№	Наименование	Оригинатор	Урожайность, ц/га	Коэф. регрессии	Ранг урожайности
1.	Лютесценс П-66-Б	КурганНИИСХ	25,0	0,71	34
2.	Лютесценс 1519	КарагандНИИРС	24,9	0,81	36
3.	Лютесценс 1764	КарагандНИИРС	24,9	0,92	37
4.	Лютесценс 36	КарабалыкСХОС	24,0	0,79	38
5.	Степная 1413	Актюб.СХОС	24,0	0,58	41
6.	Степная 1422	Актюб.СХОС	23,8	0,75	43
7.	Лютесценс 205/03-1	Кургансемена	22,2	0,87	48
8.	Степная 1414	Актюб.СХОС	20,4	0,39	49

Таблица 8 - Средне- и низкоурожайные, склонные к благоприятным условиям

№	Наименование	Оригинатор	Урожайность, ц/га	Коэф. регрессии	Ранг урожайности
1.	Терция	Межст.ст-т	27,3	1,09	18
2.	Астана 2	Межст.ст-т	27,0	1,22	19
3.	Лютесценс 1101-12	ИББР	26,4	1,09	21
4.	Целинная нива	НПЦЗХ им. А.И. Бараева	26,4	1,24	24
5.	Лютесценс 555/01-10-1	Кургансемена	26,3	1,14	25
6.	Лютесценс 811	КазНИИЗиР	26,2	1,19	26
7.	Лютесценс 122	ИББР	25,8	1,39	29
8.	Памяти Азиева	Межст.ст-т	25,1	1,19	35
9.	Ляззат	ВКНИИСХ	24,0	1,09	42
10.	Челяба ранняя	ЧелябНИИСХ	22,3	1,14	47

Таблица 9 – Образцы, плохо адаптированные ко всем средам

№	Наименование	Оригинатор	Урожайность, ц/га	Коэф. регрессии	Ранг урожайности
1.	Лютесценс 12/93-01-4	ПавлНИИСХ	24,2	1,02	39
2.	Фитон С-54	Фитон	24,1	0,97	40
3.	Уральская кукушка	Челяб.НИИСХ	23,3	0,97	45
4.	Саратовская 29	Межст.ст-т	22,5	1,00	46

Программы СИММИТ по яровой пшенице, такие как «КаСиб» и «Челночная селекция», позволяют более достоверно оценить продуктивные и адаптивные характеристики новых селекционных сортов, способствуют обмену материалом и опытом, установлению творческих и деловых связей между селекционными коллективами и должны продолжаться в дальнейшем.

УДК 633.111 «321»:631.527

В.В. Сюков,
ФГБНУ Самарский НИИСХ, п.Безенчук

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ И ИНТЕГРАЦИЯ НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ.

Термин «Экологическая селекция» или «Адаптивная селекция» у разных авторов формулируется по-разному (Шевелуха, 1993; Пивоваров и др., 1994; Кильчевский, Хотылёва, 1997; Жученко, 2001; Корзун, Бруйло, 2011). При этом часто речь идёт в расширительном аспекте, объединяя под этим понятием несколько различных селекционных направлений (!), объединяющим элементом которых является экологизация (биологизация) сельского хозяйства (Кильчевский, Хотылёва, 1997), или адаптивность его к конкретным факторам среды (Жученко, 2001).

Если всё-таки под экологической селекцией понимать отдельную отрасль селекционной науки, то следует определиться, что является основным объектом исследования этой дисциплины, и какой основной метод выделяет экологическую селекцию из других направлений.

Прежде всего следует признать, что селекционеры, ведущие селекционный процесс в конкретной природно-климатической зоне, в основном ограничиваются информацией о доле генотипической из-

менчивости в фенотипической. Если коэффициент наследуемости ($H^2 = \sigma_g^2 / \sigma_{ph}^2$) достаточно высок, отбор в ранних поколениях по этому признаку считается эффективным. Однако подобный упрощённый подход не всегда работает, поскольку структура фенотипической вариабельности более сложна, и кроме паратипической и генотипической изменчивости включает в себя генотип-средовые взаимодействия, которые носят в основном эпигенетический характер (Сюков, Мадякин, Кочетков, 2010).

В последнее время накопилось значительная часть фактов, в том числе и на молекулярно-генетическом уровне, подтверждающих эту концепцию. А.Н. Paterson et al (1991) на томатах выявили, что для одного и того же признака в разных экологических условиях проявляются разные QTL. Аналогичные результаты получены С.W. Stuber et al (1992) на кукурузе, М.С. Ungerer et al (2003) на арабидопсисе, Zh. Jiang et al (2010) на сое, а также А. Börner et al (2002), Ю.В. Чесноковым с коллегами (2008, 2012), В.В. Сюковым и др. (2012) на пшенице. Предыдущими нашими исследованиями показано, что генотипическая изменчивость вносит в 1,61-4,89 раза меньший вклад, чем наследуемые генотип-средовые взаимодействия. Хотя основной вклад в формирование фенотипа по всем количественным признакам на яровой мягкой пшенице вносит изменчивость, вызванная различиями по годам и экологическим точкам. Общая доля паратипической изменчивости составляла от 38,2% (плотность продуктивного стеблестоя) до 58,9% (урожайность) (Захаров и др., 2012).

Эти данные хорошо вписываются в концепцию В.А. Драгавцева (Драгавцев, Аверьянова, 1983; Драгавцев и др., 1984) переопределения генетических формул, основанную на представлениях о сложной эколого-генетической организации количественных признаков, ведущую роль в которой играет система регуляторных генов. Согласно этой модели, «генетическая формула признака состоит из множества дискретно проявляющихся, функционально взаимоупорядоченных компонент единой системы. Вследствие интегрированности элементов генетической системы в рамках целостного организма фенотип представляет собой реализацию двух иерархий — структурных и временных модулей» (Кочерина, Драгавцев, 2008). В нашей интерпретации эти системы генов носят названия Генетическая система онтоморфопродукционных процессов и Генетическая система гомеоадаптивности (Сюков, 1995). Гомеоадаптивность — это способность генотипа детерминировать параметры агроценоза, максимально обеспечивающие его продуктивность в широком спектре факторов внешней среды. Гомеоадаптивность — понятие, объединяющее близкие, если не идентичные, ме-

ханизмы экологической пластичности, стабильности, адаптивности в широком смысле слова (или широкой адаптации) и неспецифического компонента гомеостаза.

Отбор высокогомеоадаптивных сортов на основе реакций экспрессии полигенов, адекватных изменению комплекса факторов среды, и должно, на наш взгляд, являться **предметом** экологической селекции.

Создание сортов с широкой нормой реакции невозможно без учёта эпигенетической (генотип-средовой) составляющей, а, значит и без создания искусственного экологического градиента. Именно использование такого искусственного экологического градиента, имеваемого нами «экологический вектор», является основным **методом** экологической селекции.

Техника применения этого метода может быть различной, но все эти методики, в конечном счете, можно свести к двум типам. Во-первых, это так называемая «**челночная селекция**» (shuttle breeding). Была разработана Норманом Борлаугом в СИММУТ. Заключалась в движении селекционного материала между двумя экологическими точками в Мексике: Сьюдад-Обрегон и Толука (вместе с Толукой используется и Эль-Батан, в котором находится штаб-квартира СИММИТ) (Rajaram et al, 1984, 2001, 2002).

Сьюдад-Обрегон находится на широте 27,5 ° N, 40 м над уровнем моря, в штате Сонора, в долине Яки. Характеризуется пустынным климатом. Среднее количество осадков в течение вегетации пшеницы составляет около 50 мм. На орошении урожайность в регионе высока, порядка 8 - 11 т / га на экспериментальных участках и 5 - 8 т / га на фермерских полях. С уменьшением количества поливов, могут быть созданы различные виды засухи.

Это один из двух самых важных пунктов для программы пшеницы СИММИТ. Здесь проходит оценка селекционного материала по устойчивости к стеблевой ржавчине (*Puccinia graminis*) и бурой ржавчине (*Puccinia recondita*). Заражение ржавчиной проводится во второй половине января. Яровая пшеница не растёт с ноября до мая.

Толука находится на широте 19 ° N, 2640 м над уровнем моря, к западу от Мехико в штате Мексико. Это умеренный, с высоким уровнем осадков, высокогорный пункт является самым важным местом летнего цикла. Здесь проходит оценка на устойчивость к желтой ржавчине (*P. striiformis*), септориозу (*Septoria tritici*) и фузариозу (*Fusarium nivale*, *F. graminearum*), бактериальным заболеваниям и желтой карликовости ячменя (BYDV).

Яровая пшеница не растёт с мая по декабрь.

Эль Батан находится на широте 19 ° N, 2249 м над уровнем моря. Это административный центр программы пшеницы СИММИТ, расположенный к северо-востоку от Мехико в штате Мексико. Осадки выпадают неустойчиво, поэтому применяется орошение. Листовая ржавчина развивается часто эпифитотийным образом. Желтая ржавчина проявляется периодически.

Процесс перемещения селекционного материала даёт двойной эффект. Изначально, как и полагал Н.Борлауг, «челночная селекция» должна была вдвое ускорить селекционный процесс, поскольку позволяла получать два урожая в год. Вторым результатом, даже более важным, был случайным. Селекционные образцы, курсировавшие взад и вперед на десять градусов широты и от близкого уровня моря в Долине Яки в Сонора до более чем восьми тысяч футов над уровнем моря в Толука, они были подвержены различным заболеваниям, различным почвенным и климатическим условиям и разной продолжительности светового дня: сокращение с момента посадки в зимний период в Соноре и удлинение летом в городе Толука. Результат был намного больше, чем просто превышение скорости процесса размножения. Растения, которые выжили и показали хорошие результаты в обоих местах оказались хорошо приспособлены к широкому диапазону условий (Rajaram et al, 1984, 2001, 2002).

N.Borlaug говорил (1968): "С помощью этой техники, мы создали высокоурожайные, нечувствительные к длине дня сорта с широким спектром экологической адаптацией и широким спектром устойчивости к болезням – это новая комбинация однозначно ценных признаков в сортах пшеницы".

Под эгидой СИММИТ на этих же принципах организована программа Казахстана-Сибирского питомника челночной селекции (Шаманин и др., 2012).

Элементы челночной селекции применяются и на других культурах (Пивоваров и др., 1994; Malik et al, 2002).

Второй тип организации экологической селекции можно назвать «**сопряжённой селекции**». Он организован под названием программа «Экада» и включает три основных модуля. 1. **Формирование экологического вектора** – совокупности естественных сред, которая способствует эффективному отбору по генотип-средовой компоненте вдоль создаваемого ею градиента; 2. Выбор статистических параметров, адекватно оценивающих различия по **гомеоадаптивности**; 3. Создание схемы движения селекционного материала вдоль экологического вектора.

Экологический вектор «Экада» представлен шестью экологическими точками в исторически сложившихся селекционных центрах: ГНУ Самарский НИИСХ Россельхозакадемии (Безенчук, далее **Б**), ГНУ Ульяновский НИИСХ Россельхозакадемии (Тимирязевский, далее **У**), ГНУ Пензенский НИИСХ Россельхозакадемии (Лунино, далее **Л**), ГНУ Башкирский НИИСХ Россельхозакадемии (Чишмы, далее **Ч**), ГНУ Татарский НИИСХ Россельхозакадемии (Казань, далее **К**), НПФ «Фитон» (Карабалык, Кустанайская область, Р Казахстан, далее **Ф**).

В таблице 1 представлены результаты специального эксперимента, заложенного для определения типичности и дифференциальной способности точек экологического вектора.

Соотношение доли генотип-средовой и генотипической составляющей фенотипа по количественному признаку (в нашем случае урожайности зерна) $\chi_{g/e} / \chi_g$ показывает стабильность отбора генотипа по фенотипу по годам в конкретной точке, но, с другой стороны, и способность среды экспрессировать спектры генотип-средовых вариаций.

Коэффициент типичности среды t_k , представляющий собой коэффициент корреляции между значениями признака для одних и тех же сортов в оцениваемой среде и его средними значениями в нескольких средах, даёт возможность оценить способность сохранять ранги генотипов, которые получены в результате их усредненной оценки во всей совокупности сред (Кильчевский, 1986).

Сходна с математической точки зрения процедура регрессионного анализа (Eberhart, Russel, 1966). Коэффициент регрессии b_i (регрессия среды на генотип) позволяет оценить способность среды выявлять потенциальную продуктивность генотипов. Параметры дифференцирующей способности среды s_{ek} (относительная дифференцирующая способность среды) и K_{ek} (коэффициент компенсации) по А.В.Кильчевскому, Л.В.Хотылевой (1997) оценивают испытываемую среду на способность выявлять наследуемые различия у генотипов.

Анализ параметров среды показывает, что крайней левой точкой в сформированном экологическом векторе, в которой в наибольшей степени сконцентрированы лимитирующие рост и развитие растений факторы среды (почвенная и атмосферная засуха, эпифитотии листовых болезней), является Безенчук. Здесь формируется наименьший урожай зерна, и лишь в один из трёх лет среда характеризуется высокой дифференцирующей способностью и типичностью для вектора в целом. Крайне правыми точками являются Казань и Ульяновск, в наибольшей степени выявляющие потенциал продуктивности. Стабильно в центре вектора расположен Карабалык с высокими параметрами

дифференцирующей способности среды, но нетипичными для вектора в целом. Точки Пензы и Чишмы являются мигрирующими, то приближаясь к левой, то к правой точкам. Оперативная наследуемость серии опытов $h^2 = 0,79$, что может характеризовать подбор экологических точек в экологическом векторе как вполне удовлетворительный. Таким образом сформирован экологический вектор $B \rightarrow (П) \rightarrow \Phi \rightarrow (Ч) \rightarrow У \rightarrow К$ с различным спектром давления лимитирующих факторов среды в онтогенезе вдоль экологических точек.

Таблица 1. Характеристика точек экологического вектора «Экада».

Экологическая точка	Год	Средний урожай зерна, т/га	Параметры дифференцирующей способности среды				$\chi_{g/e} / \chi_g$	Координаты	
			t_k	b_i	S_{ek}	K_{ek}		широта	долгота
Б	2009	1,44	0,712	1,27	1418,8	0,068	1,018	52°59′	49°26′
	2010		0,486	0,23	43,5	0,026			
	2011		0,033	0,01	43,9	0,003			
У	2009	3,01	0,870	1,90	2800,2	0,068	0,427	54°31′	48°16′
	2010		0,758	1,27	1290,6	0,061			
	2011		0,827	2,42	2356,6	0,059			
П	2009	1,88	0,324	0,85	1602,3	0,060	2,007	53°35′	45°13′
	2010		0,319	0,46	665,8	0,058			
	2011		-0,221	-0,52	1548,2	0,066			
Ч	2009	2,34	0,483	1,01	1547,4	0,056	0,260	54°35′	55°22′
	2010		0,629	0,72	757,4	0,058			
	2011		0,878	1,73	2685,9	0,069			
К	2009	3,36	0,689	3,18	2358,4	0,048	0,932	55°32′	49°28′
	2010		0,695	1,21	1322,1	0,059			
	2011		0,624	1,38	2276,7	0,061			
Φ	2009	2,71	-0,029	0,18	2364,6	0,073	1,481	53°44′	62°04′
	2010		-0,301	-0,47	1026,5	0,060			
	2011		0,419	1,19	2642,1	0,063			

Формирование методики идентификации высокогеномостатичных генотипов по фенотипу в упрощённой форме может быть сведено к выбору параметров, по которым ведётся отбор вдоль экологического вектора.

Многочисленные исследования методов оценки генотипов в сериях многосредовых испытаний (Лыу Нгюк Чинь, 1984; Lin et al., 1986;

Cooper et al., 1993; Cooper, De Lacy, 1994; Yau, Ortiz-Ferrara, 1994; van Eeuwijk, 1995; Yau, 1995; Кильчевский, Хотылева, 1997; Зыкин и др., 2000, Идрис, 2003 и др.) показали, что универсального параметра, способного адекватно оценить биологическую сущность понятий «экологическая пластичность», «гомеостатичность», «стабильность» и т.д., не существует, потому что ответ генотипа на факторы окружающей среды всегда является многомерным, в то время как статические оценки – есть попытка преобразовать эту многомерную систему в структуру унивалентную (Lin et al., 1986). Тем не менее, достаточно продуктивным, на наш взгляд, является использование для оценки фенотипического проявления генов широкой адаптации комплекса параметров (Martynov, 1990; Basford, Cooper, 1998).

По классификации C.S.Lin, M.R.Binns (1988) большинство изучаемых параметров может быть отнесена к оценкам средовых вариантов генотипа (тип 1), которые в значительной степени наследуются (Lin, Binns, 1988) и выражают биологическую сущность понятия “гомеоадаптивность”. Не удивительно, что все они составляют единую корреляционную плеяду (b_i , a_i , $CI\Gamma$, S^2_{CAC} , S_{gi}). Два параметра (Hom , St^2) связаны с мерой превосходства сорта (P_i), относимой C.S.Lin, M.R.Binns (1988) к параметрам типа 4. В отдельный кластер, коррелирующий с двумя выше описанными составляют ОАС и КМ, скорее всего так же могущие быть отнесёнными к типу 4. Параметры, относимые по классификации C.S.Lin, M.R.Binns (1988) к типу 2 (эковаленса по Wricke) и типу 3 (экорегрессия по Eberhart, Russel и λ_i Tai), не наследуемые и бесполезные при скрининге на гомеоадаптивность, не коррелируют с другими параметрами и образуют отдельные корреляционную плеяды. Таким образом, по нашему мнению, из всех изучаемых параметров при скрининге на гомеоадаптивность целесообразно использовать комплекс оценок адаптивной способности по Кильчевскому, Хотылевой (ОАС и S^2_{CAC} или S_{gi}).

Схема организации «сопряжённой селекции» заключается в параллельном (сопряжённом) испытании совместного селекционного материала во всех точках экологического вектора. Таким образом, в отличие от челночной селекции вдоль экологического градиента перемещаются не генотипы, а информация.

Практическим результатом работы временного творческого коллектива «Экада» стало создание серии сортов яровой мягкой пшеницы. Сорта яровой мягкой пшеницы Экада 6 (Крестьянка/Самсар), Экада 70 (Волжанка/Нја 21677//Тулайковская юбилейная), Экада 66 (Волжанка/Нја 21677//Тулайковская юбилейная) и Экада 109 (Отечественная / Лютесценс 62//Саратовская 29/3/Безостая 1/Саратовская 29

/4/Кутулукская /5/ Л-503/6/ Харьковская 12) включены в госреестр селекционных достижений РФ, Экада 113 (Скала БР-2098/Юлия) проходит государственное испытание. Характеристика этих сортов представлена в таблице 2.

Таблица 2. Характеристика сортов яровой мягкой пшеницы, созданных по программе «Экада».

Сорт	Год включения в Госреестр	Регионы допуска	Средняя урожайность зерна, т/га*	Реализованная урожайность, т/га	Поражение**	
					Ruccini a recondit a	Blumeri a gramini s
Экада 6	2005	7	2,50	5,78	4/90	4/15
Экада 70	2007	4, 7, 9	2,94	6,56	4/50	3/5
Экада 66	2009	7	2,85	5,72	4/40	3/5
Экада 109	2013	4, 5, 7, 9	2,49	6,43	4/40	2/01
Экада 113	2014	7. 9	2,77	6,01	4/20	1-2/01
НСР _{0,0} 5			0,201			

*- среднее по четырём учреждениям-участникам программы;

** - тип иммунитета/ степень поражения, %, максимальное за годы изучения.

Все сорта, реализованные после пионера программы Экады 6, отличаются полевой устойчивостью к листовым болезням, Экада 70, Экада 66, Экада 70 устойчивы к пыльной и твёрдой головне, а Экада 113 обладает устойчивостью к стеблевой и жёлтой ржавчине.

Какой бы не была организация экологической селекции, ясно, что её эффективность будет определяться напряжённостью и постоянством экологического вектора, что не в последнюю очередь определяется количеством локальных точек. Для стабильной работы этого процесса необходима координация действий по всему экологическому вектору. В рамках одного селекционного учреждения это могут сделать лишь международные центры (СУММЫТ, ICARDA и другие члены SGIAR Consortium). В условиях России это могли бы осуществлять селекционные центры, в своё время созданные при ВАСХНИЛ (позже – РАСХН). Однако свои функции координирующих центров они не выполняли, а в условиях реформирования РАН их статус вообще по-

вис в воздухе. Создание временных творческих объединений без финансового и административного сопровождения (типа «Экады») или координация усилий селекционных учреждений под эгидой международных центров (типа КАСИБ) – явления единичные, и не могут быть поставлены на поток. Настоятельной необходимостью, поэтому, является разработка в рамках РАН и ФАНО механизмов интеграции селекционных учреждений для организации программ экологической селекции по всем главнейшим сельскохозяйственным культурам.

Список литературы

Драгавцев В.А., Аверьянова А.Ф. Переопределение генетических формул количественных признаков в разных условиях среды// Генетика, 1983. Т.19. № 11. С.1811.

Драгавцев В.А., Цильке Р.А., Рейтер Б.Г. и др. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири. Новосибирск, 1984. 230с.

Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М.:РУДН, 2001. Т.1. 783 с.

Захаров В.Г., Сюков В.В., Кривобочек В.Г. и др. Закономерности формирования фенотипа яровой мягкой пшеницы по количественным признакам// Вестник Саратовского ГАУ, 2012. №10. С.41-42

Зыкин В.А., Белан И.А., Россеев В.М. и др. Селекция яровой пшеницы на адаптивность: результаты и перспективы//Доклады РАСХН. 2000. №2. С.5-7.

Идрис А.А.С.. Оценка методов определения стабильности урожайности и сопутствующих показателей сортов яровой пшеницы в Центральном регионе. Дисс. ... канд. с.-х. наук. М., 2003. 127с.

Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений. Минск: Тэхналогія, 1997. 372 с.

Кильчевский А.В. Комплексная оценка среды как фона для отбора в селекционном процессе. Докл. АН БССР.1986. Т.30. Вып.9. С.846-849.

Корзун О.С., Бруйло А.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений. Гродно: ГГАУ, 2011. 140 с.

Кочерина Н.В., Драгавцев В.А. Введение в теорию эколого-генетической организации полигенных признаков растений и теорию селекционных индексов. СПб, 2008. 87 с.

Лыу Нгок Чинь. Количественные методы оценки пластичности генотипов растений. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Харьков, 1984. 20 с.

Пивоваров В.Ф., Добруцкая Е.Г., Балашова Н.Н. Экологическая селекция растений (на примере овощных культур). М., 1994. 369 с.

Сюков В.В. Генетическая концепция селекции яровой мягкой пшеницы в Средневолжском регионе// Итоги и перспективы исследований в области селекции, семеноводства и ландшафтно-экологического земледелия. Саратов, 1995. С.33-34.

Сюков В.В., Кочетков Д.В., Кочерина Н.В. и др. Выявление QTL, определяющих количественные признаки у яровой пшеницы в условиях Среднего Поволжья // Вестник Саратовского ГАУ, 2012. №12. С.91-94

Сюков В.В., Мадякин Е.В., Кочетков Д.В. Вклад генотип-средовых эффектов в формирование количественных признаков у инбредных и аутбредных растений// Информационный вестник ВОГиС, 2010. Т.14. №1. С.141-147.

Чесноков Ю.В., Почепня Н.В., Бернер А. и др. Эколого-генетическая организация количественных признаков растений и картирование локусов, определяющих агрономически важные признаки у мягкой пшеницы // Доклады Академии наук (Россия), 2008. Т.418. №5. С.693-696

Чесноков Ю.В., Почепня Н.В., Козленко Л.В., и др. Картирование QTL, определяющих проявление агрономических и хозяйственно ценных признаков у яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в различных экологических регионах России// Вавиловский журнал генетики и селекции, 2012. Т.16. №4/2. С.970-986

Шаманин В.П., Моргунов А.И., Манес Я., Зеленский Ю.И., Чурсин А.С., Левшуков М.А., Потоцкая И.В., Лихенко И.Е., Манько Т.А., Каракоз И.И., Табаченко А.В., Петуховский С.Л. Селекционно-генетическая оценка популяций яровой мягкой пшеницы Сибирского питомника челночной селекции СИММИТ//Вавиловский журнал генетики и селекции, 2012. Т.16. №1. С.21-32

Шевелуха В.С. Эволюция агротехнологий и стратегия адаптивной селекции растений//Вестник РАСХН, 1993. №4. С.16-21

Basford K.E., Cooper M. Genotype x environment interactions and some considerations of their implications for wheat breeding in Australia// Aust. J. Agric. Res.. 1998. Vol.49. № 1. P. 153-154.

Borlaug N.E. Wheat breeding and its impact on world food supply//Proc. 3rd Intern. Wheat Genetic Symp.. Canberra, Australia, 1968. P.1-36

Börner A., Schumann E., Fürste A. et al Mapping of quantitative trait loci determining agronomic important characters in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L // Theor. Appl. Genet. 2002. V.105. P. 921-936

Cooper M., Byth D.E., De Lacy I.H. A procedure to assess the relative merit of classification strategies for grouping environments to assist selection in plant breeding regional evaluation trials// *Field Crops Res.*, 1993. Vol. 35. № 1. P. 63-74.

Cooper M., De Lacy I.H. Relationships among analytical methods used to study genotypic variation and genotype-by-environment interaction in plant breeding multi-environment experiments// *Theor. Appl. Genet.*, 1994. Vol. 88. № 3. P. 561-572

Eberhart S.A., Russel W.A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop Sci.*, 1966. Vol.6. № 1. P. 36-40.

Lin C.S., Binns M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data // *Canad. J.Plant Sci.*. 1988. Vol. 68. № 1. P. 193-198.

Lin C.S., Binns M.R., Lefkovitch L.P. Stability analysis: where do we stand?// *Crop Sci.*, 1986. Vol. 26. № 5. P. 894-900.

Malik S., Mandal B.K., Sen S.N., Sarkarung S. Shuttle-breeding: an effective tool for rice varietal improvement in rainfed lowland ecosystem in eastern India//*Current Sci.*, 2002. Vol.83. No 83. P.1097-1102

Martynov S.P. A Method for the Estimation of Crop Varieties Stability // *Biom. J.*, 1990. H. 7. S. 887-893.

Paterson A.H., Damon S., Hewitt J.D. et al. Mendelian factors underlying quantitative traits in tomato: Comparison across species, generations, and environments// *Genetics*. 1991. Vol.127. P.181-197

Rajaram S., Skovmand B., Curtus B.C. Philosophy and methodology of an international wheat breeding program// *Gene manipulation in plant breeding*. NY, London, 1984. P. 33-60

Rajaram S., van Ginkel M. Mexico, 50 years of international wheat breeding//*The World Wheat Book. A History of wheat breeding*. Paris: Lavoisier Publishing, 2001. P.579-608

Rajaram S., Borlaug N.E., van Ginkel M. CIMMYT International Wheat Breeding//*Bread wheat –Improvement and production. Plant production and protection series*. No 30/ P.103-117

Stuber C.W., Lincoln S.E., Wolff D.W. et al Identification of genetic factors contributing to heterosis in a hybrid from two elite maize inbred lines using molecular markers // *Genetics*. 1992. Vol.132. P. 823-839

Ungerer M.C., Halldorsdottir S.S., Purugganon M.D., Mackay T.F. Genotype-environmental interactions at quantitative trait loci affecting inflorescence development in *Arabidopsis thaliana*/ M.C.Ungerer, // *Genetics*, 2003. V.165. P.353-365

Van Eeuwijk F.A. Linear and bilinear models for the analysis of multi-environment trials: I. An inventory of models // Euphytica, 1995. Vol. 84. № 1. P. 1-7

Yau S.K. Regression and AMMI analysis of genotype x environment interactions: an empirical comparison // Agronomy J., 1995. Vol. 87. № 1. P.121-126

Yau S.K., Ortiz-Ferrara G. Regression and cluster analysis of elite wheat lines grown in rain-fed environments// J. Genet. Breeding, 1994. Vol. 48. № 2. P. 183-189

Zh.Jiang, B.Zhang, W.Teng et al Impact of epistasis and QTL $\times$ environmental interaction on the oil filling rate of soybean seed at different developmental stages// Euphytica. Vol.177. № 3. P. 431-442

УДК: 633.11

Е.А.Филиппова, Л.Т.Мальцева, Т.В.Семенова
ФГБНУ «Курганский НИИСХ»

РЕЗУЛЬТАТЫ КАСИБ -14 В КУРГАНСКОМ НИИСХ

Изложены результаты изучения продуктивности сортов яровой пшеницы в условиях лесостепи Зауралья по программе КАСИБ. Выделены сорта урожайные, с высоким качеством зерна и устойчивостью к основным болезням.

Курганский НИИСХ участвует в проекте КАСИБ с 2003 года. Проведено пять полных циклов испытания с привлечением 392 сортов мягкой пшеницы казахстано-сибирской селекции. За 11 лет через сортоиспытание КАСИБ прошло 16 перспективных сортов селекции Курганского НИИСХ.

В наборе сортов 14-го КАСИБа изучалось 49 сортов мягкой пшеницы. Посев по пару, делянки площадью 5 м², 2-кратная повторность, посев 20 мая.

Агроклиматические условия. Курганская область ежегодно подвергается локальным засушливым явлениям. За последние 12 лет лишь один год можно считать с достаточным увлажнением, ГТК за вегетационный период составил 1,2(май-август 2011 г.). Остальные годы значительно уступали по влагообеспеченности, а 2010 и 2012 оказались острозасушливыми (ГТК 0,3-0,4). Вегетационный период 2013 года характеризовался как острозасушливый в июне и увлажненный в мае и августе (таблица 1). Первая декада мая была влажная. Во второй декаде ощущался недостаток влаги, 42% от нормы. Июнь сухой. За ме-

сяц выпало 16,5 мм осадков, что составляет 28% обеспеченности. Июль в первой и второй декадах был необычно прохладный и сухой, автредьей температура повысилась до 20,9⁰С и выпали дожди (39,6 мм). Вторая декада августа была благоприятна для проведения уборки.

Таблица 1

Агроклиматические условия вегетационного периода 2013 г.

	Декада	Температура воздуха, ⁰ С			Осадки, мм		
		средняя многолетия	факти- ческая	отклоне- ние	средняя многолетия	факти- ческая	обеспечен- ность, %
Май	1	9,9	9,4	-0,5	7	13,5	193
	2	12,3	9,8	-2,5	12	5,0	42
	3	14,6	15,0	+0,4	9	32,7	363
за месяц		12,3	11,4	-0,9	28	51,2	183
Июнь	1	16,9	14,1	-2,8	21	3,7	18
	2	18,4	19,6	+1,2	19	4,2	22
	3	19,3	21,0	+1,7	21	8,6	41
за месяц		18,2	18,2	0,0	59	16,5	28
Июль	1	19,8	19,0	-0,8	21	10,4	50
	2	19,8	18,2	-1,6	18	14,1	78
	3	19,2	20,9	+1,7	21	39,6	189
за месяц		19,6	19,4	-0,2	60	64,1	107
Август	1	18,0	19,1	+1,1	15	59,5	397
	2	16,7	19,3	+2,6	16	6,9	43
	3	14,9	14,7	-0,2	15	19,5	130
за месяц		16,5	17,6	+1,2	46	85,9	187
Май-август		16,7	16,7	0,0	193	217,7	113
ГТК			1,06				

Погодные особенности 2013 года позволили выявить сорта, устойчивые к засухе в период кущения - выход в трубки способные в условиях сильного увлажнения в конце налива-созревания сформировать качественное зерно.

Урожайности хозяйственно – ценные признаки. По периоду всходы-колошение сорта разделены на группы спелости: скоро-спелая(16 сортов), среднеспелая(13), позднеспелая(20). Соответственно этому дается характеристика сортам и по другим признакам.

Таблица 2

Характеристика сортов скороспелой группы, 2013, 2014 гг.

Сорт	Урожай- ность, ц/га 2013 г.	Всходы- колошение, дней		Высота рас- тения, см		Длина верхнего междоузлия	
		2013	2014	2013	2014	2013	2014
Омская 36 ст.	17,8	37	37	80	81	18	17
Степная 1414	13,9	37	35	73	78	19	18
Лютесценс 1764	15,3	36	38	84	86	23	21
Асыл Сапа	16,4	36	38	79	83	20	20
Памяти Азиева	14,3	36	35	79	79	19	18
Астана 2	11,2	36	37	67	76	15	16
Саратовская 29	11,9	36	37	91	83	22	22
П-23-18 (Исеть)	15,6	36	37	69	75	15	18
Сигма	12,3	36	40	82	83	19	20
Челяба ранняя	11,1	36	32	70	79	17	17

Таблица 3

Качество зерна сортов скороспелой группы, 2013 г.

Сорт	Клейковина в мукe		Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Оценка зер- на, балл
	%	ИДК			
Омская 36 ст.	34,4	90	31,6	658	4+
Лютесценс 1764	34,4	100	32,8	705	3+
Лютесценс 12/93-01-4	34,1	110	35,3	677	3+
Лютесценс 122	41,6	95	28,0	677	4
Асыл Сапа	38,8	85	28,8	680	4-
Памяти Азиева	37,2	100	29,3	673	4
Астана 2	33,0	70	29,0	672	4
Саратовская 29	36,0	115	31,7	676	4+
Челяба ранняя	39,2	95	32,7	692	3+
Уральская ку- кушка	36,3	100	26,4	714	4+

В скороспелой группе период всходы-колошение в 2013 году составил 36-37 дней, в 2014 году 35-40 дней (таблица 2). По высоте стебля наблюдается значительный размах изменчивости по годам. Длина верхнего междоузлия, по мнению некоторых исследователей, является признаком засухоустойчивости. Сочетают урожайность (14,3-17,8 ц/га) и длину верхнего междоузлия (18-22 см) сорта: Омская 36,

Лютесценс 1764, Асыл Сапа, Памяти Азиева, П-23-18 (Исеть). В остальных случаях такой закономерности не наблюдалось. Менее урожайны Степная 1422, Ляззат, Лютесценс 122 (9,4-9,9 ц/га).

В условиях 2013 г. все сорта имели высокое содержание клейковины, но по качеству в основном относились ко второй группе (таблица 3). Наивысшие показатели по клейковине у сортов Лютесценс 122 (41,6 %), Асыл Сапа (38,8 %), Памяти Азиева (37,2 %). Первую группу качества клейковины имеет сорт Астана 2 (ИДК 70). Натуру зерна от 705 до 714 г/л сформировали сорта Степная 1422, Лютесценс 1764, Уральская кукушка.

Таблица 4

Характеристика сортов среднеспелой группы, 2013, 2014 гг.

Сорт	Урожайность, ц/га	Всходы-колошение, дней		Высота роста, см		Длина верхнего междоузлия, см	
		2013	2014	2013	2014	2013	2014
Терция ст.	14,6	36	39	78	83	19	21
Лютесценс 740	14,7	38	40	66	79	17	18
Лютесценс 811	14,4	39	39	70	83	20	21
Лютесценс 1519	13,1	37	40	82	88	20	24
Лютесценс 1669	15,0	37	38	85	85	20	21
Лютесценс 25/93-01-2	13,8	39	38	84	80	20	15
Лютесценс П-66Б	13,8	38	40	69	81	13,5	18
Лютесценс К-78-1	12,3	38	38	77	81	19	20
Степная 1413	13,6	39,5	38	71	84	16	19

В группе среднеспелых сортов в 2013 году урожайность изменялась от 10,5 до 15,0 ц/га (таблица 4). Наиболее высокую урожайность сформировали сорта Терция, Лютесценс 740, Лютесценс 811, Лютесценс 1669 (14,4-15,0 ц/га). Сочетают урожайность с длиной верхнего междоузлия (2-24 см) такие сорта, как Терция, Лютесценс 811, Лютесценс 1669.

По содержанию клейковины между сортами наблюдалась вариабельность от 32,1 до 38,8 %. Лучшие среди них: Лютесценс 665/1, Лютесценс 740, Лютесценс 811 с содержанием клейковины 37,1-38,8 %, ИДК 75-90 ед., натурой зерна 690-707 г/л (таблица 5).

В позднеспелой группе по урожайности (от 14,7 до 16,4 ц/га) выделились сорта: Лютесценс 16/93-01-8, Тобольская, Целинная нива,

Лютесценс 128-05, Лютесценс 1147, Лютесценс 141/03-2 (таблица 6). Сочетают урожайность, высоту растения (86-89 см), длину верхнего междоузлия (18-20 см) следующие сорта: Л 16/93-01-8, Целинная нива, Лютесценс 7/04-26.

Таблица 5

Качество зерна сортов среднеспелой группы, 2013 г.

Сорт	Клейковина в муке		Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Оценка зерна, балл
	%	ИДК			
Терция ст.	38,8	110	30,0	697	4+
Лютесценс 740	37,4	90	27,4	690	4
Лютесценс 811	37,1	80	29,2	707	4+
Лютесценс 1519	35,0	110	32,7	699	4+
Лютесценс 25/93-01-2	32,1	90	27,1	702	4
Лютесценс 665/1	33,4	75	31,6	693	4+
Лютесценс П-66Б	35,4	90	28,8	678	5
Лютесценс 555/01-10-1	38,5	90	29,2	682	4

Таблица 6

Характеристика сортов позднеспелой группы, 2013, 2014 гг.

Сорт	Урожайность, ц/га, 2013	Всходы-колошение, дней		Высота растения, см		Длина верхнего междоузлия, см	
		2013	2014	2013.	2014	2013	2014
Омская 35 ст.	12,3	39	39	69	76	13	14
Лютесценс 16/93-01-8	16,4	43	42	89	93	20	21
Экада 148	14,6	40	39	74	78	17	22
Целинная нива	14,9	41	39	86	88	19	21
Тобольская	15,3	41	42	77	93	14	20
Лютесценс 220/03-83	12,8	40	41	82	92	21	24
Сибирская 17	12,9	42	41	75	87	19	23
Лютесценс 128-05	14,9	40	39	56	73	14	13
Лютесценс 7/04-26	14,3	41	42	86	100	18	25
Лютесценс 141/03-2	14,7	40	41	78	84	17	24

Высокое содержание клейковины (38,4-42,2%) отмечено у сортов Лютесценс 205/03-1, Целинная нива, Лютесценс 1101-12, первая группа качества у Лютесценс 1101-12 и Лютесценс 141/03-2. (таблица 7). Крупное зерно массой 1000 зерен 32-34 грамма имеют Радуга, Фитон 82, Лютесценс 7/04-26, Тобольская.

Устойчивость к болезням. В 2013 году на фоне распространения мучнистой росы и бурой ржавчины отмечены сорта, устойчивые к поражению бурой ржавчиной (0,5–1,5 балла): Уральская кукушка, Лютесценс 126-05, Лют.128-05, Степная 1414, Степная 1422, Фитон С-54.

Мучнистая роса сильнее поразила скороспелые и среднеспелые сорта. Отмечены резистентные сорта: Л.-205/03-1, Л.-220/03-83, Тобольская. Устойчивость 0,5-1балл имели: ГВК-2031-13, Сибирская 17, Л.-141/03-2.

В 2013-2014 гг. были поражены пыльной головней сорта Ляззат, Л.- 740, ГВК 2077-11, ГВК 2031-13, Фитон 82, Л.- 220/03-83, Фитон С-54.

Таблица 7
Качество зерна позднеспелой группы, 2013 г.

Сорт	Клейковина в муке		Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л	Оценка зерна, балл
	%	ИДК			
Омская 35 ст.	38,0	110	30,1	666	4
ГВК 2077-11	34,1	80	30,3	696	5
Лютесценс 1101-12	29,6	70	28,7	697	4
Лютесценс 1101-12	40,4	110	30,7	662	4-
Фитон С-54	42,2	110	28,9	724	5
Экада 148	38,7	100	29,8	686	4
Тобольская	34,2	85	32,2	687	4
Алтайская жница	36,2	85	28,4	725	5
Лютесценс 205/03-1	38,4	95	22,8	648	4-
Лютесценс 141/03-2	36,2	70	29,6	668	3+

Данные по урожайности, полученные по программе КАСИБ, позволяют объективно оценить сорта по степени их экологической

пластичности. Для этого условия выращивания во всех пунктах испытания ранжированы нами по уровню продуктивности на три группы: засушливые, средние, благоприятные.

В скороспелой группе наиболее засухоустойчивые сорта: Асыл Сапа, Лютесценс П-23-18. Высокий потенциал урожайности имеет Лютесценс 740 (таблица 8). По экологической пластичности выделился сорт Лютесценс П-23-18 (Исеть), находящийся в настоящее время в государственном сортоиспытании.

Таблица 8

Урожайность скороспелых сортов в различных условиях, ц/га

Сорт	Курган, НИИСХ	Условия произрастания, 2013 г.			Среднее
		засушливые	средние	благоприятные	
Степная 1414	13,9	10,9	22,3	23,2	18,8
Степная 1422	9,6	11,0	22,2	29,9	21,0
Лютесценс 740	8,8	12,2	21,9	36,3	23,5
Асыл Сапа	16,4	13,2	21,1	31,3	21,9
Скороспелый ст.	17,8	13,0	20,1	32,3	21,8
Памяти Азиева	14,3	11,3	19,2	32,8	21,1
Астана 2, ст.	11,2	11,5	22,0	31,8	21,8
Саратовская 29, ст.	11,9	10,6	19,0	26,5	18,7
Лютесценс П-23-18	15,6	13,8	20,5	34,7	23,0
Уральская кукушка	13,6	12,0	19,7	27,5	19,7

В среднеспелой группе наиболее засухоустойчивые сорта: Лютесценс 1764, Лютесценс 1669, Терция. Высокий потенциал урожайности имеют Лютесценс 25/93-01-2, Лютесценс 128-05, Сигма (таблица 9). По экологической пластичности выделились сорта Лютесценс 1669, Лютесценс 665/1.

В среднеспелой группе наиболее засухоустойчивые сорта: Экада 148, Сибирская 17, Лютесценс 1147. Высокий потенциал урожайности имеют: ГВК 2077-11, позднеспелый стандарт (таблица 10). По экологической пластичности выделились сорта Лютесценс 16/93-01-8, Тобольская, Сибирская 17.

Сорта, представленные Курганским НИИСХ в КАСИБ в предыдущие годы, на фоне общего испытания показали свои положительные и отрицательные стороны, на которые следует обратить внимание в

дальнейшей селекционной работе. Сорта Фора, Курганская 5, Мальцевская 110 Альфа 79 могут быть источниками скороспелости, так как имеют самый короткий период вегетации. По устойчивости к бурой ржавчине в общем рейтинге сорта Ария и Терция занимают 2-е и 3-е место, Фора -11-е. По твердозерности Терция заняла 1-е место, выделяется по водопоглощающей способности, седиментации. Высокую смесительную ценность имеют Фора и Ария. Они также имеют высокое содержание белка (более 16 %). Терция, Ария, П-40, П-89 А, ОК-1 входят в число высокоурожайных сортов. Мальцевская 110 обладает высокими хлебопекарными свойствами. По данным КАСИБ 8 скороспелый сорт А-125 показал высокую урожайность, заняв 2 и 6 место при ранжировании. САД 101 отличается высокой натурой зерна. Сорт САД 114 имеет высокое содержание белка (18,8 %) и клейковины (37,4%). Сорт ВК-1 устойчив к ржавчине.

Таблица 9

Урожайность среднеспелых сортов в различных условиях, ц/га

Сорт	Курган, НИ-ИСХ	Условия произрастания, 2013 г.			Среднее
		засушливые	средние	благоприятные	
Степная 1413	13,6	12,4	24,8	29,0	22,1
Лютесценс 1669	14,7	14,1	26,0	35,3	25,1
Лютесценс 1764	15,3	11,2	22,9	31,9	22,0
Лютесценс 25/93-01-2	13,6	12,7	23,0	34,9	23,5
Среднеспелый ст.	12,3	13,4	24,8	34,6	24,3
Терция, ст.	14,7	13,1	23,1	33,1	23,1
Алтайская жница	12,9	14,3	24,8	34,6	24,6
Лютесценс 665/1	15,0	15,3	26,0	38,4	26,6
Лютесценс 128-05	9,9	13,8	21,8	35,4	23,7
Сигма	12,3	12,0	24,8	36,3	24,4

Новый перспективный сорт П-89А (Арка) испытывался в системе КАСИБ в 2011-2012 гг. В 2011 году испытания средняя урожайность сорта по всем точкам составила 36,1 ц/га, в 2012 году – 18,3 ц/га, что выше стандарта Омская 35 соответственно на 0,6 ц/га и 1,4 ц/га.

Максимальная урожайность сорта Арка в 2011 году была получена в пяти пунктах, где прибавка к стандартному сорту Омская 35 составила от 3,1 до 13,8 ц/га.

Таблица 10

Урожайность позднеспелых сортов в различных условиях, ц/га

Сорт	Курган, НИ-ИСХ	Условия произрастания, 2013 г.			Среднее
		засушливые	средние	благоприятные	
ГВК 2077-11	8,6	13,1	24,8	33,4	23,8
Лютесценс 22	10,6	13,1	24,2	31,1	22,8
Лютесценс	16,4	14,2	25,3	34,3	24,6
Экада 148	14,6	14,3	23,3	32,0	23,2
Целинная нива	14,9	12,5	22,0	31,5	21,8
Позднеспелый ст.	19,3	13,6	21,1	40,6	25,1
Тобольская	15,3	15,6	26,8	36,8	26,4
Лютесценс П-66Б	13,8	13,1	23,6	31,9	22,9
Сибирская 17	12,9	14,2	23,3	36,1	24,5
Лютесценс 1147	14,8	13,6	22,6	35,6	23,9

Таким образом, возможность широкого экологического испытания, предоставляемая программой КАСИБ, помогает в более краткие сроки получить необходимую информацию по использованию новых сортов различных научных учреждений в селекционном процессе.

УДК 631.5275 (571.1)

Шаманин В.П.¹, Моргунов А.И.², Петуховский С.Л.¹, Трущенко А.Ю.¹

1. ФГБОУ Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина

2. Представительство СИММУТ в Турции

ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА И СТРАТЕГИЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Глобальное изменение климата, резкое повышение температуры воздуха и уровня концентрации углекислого газа в атмосфере вне-

сут определенные изменения в национальные селекционные программы в ближайшие 50 лет [8,10]. Современные сорта яровой мягкой пшеницы имеют потенциал урожайности более 6 т/га, однако реальная средняя урожайность коммерческих сортов в областях Западной Сибири находится в пределах около 1,5 т/га и значительно варьирует по годам за счет громадных потерь их потенциала под влиянием неблагоприятных биотических и абиотических факторов [6]. Стратегия селекции на ближайшие десятилетия должна учитывать возможное негативное влияние погодных условий на урожайность яровой пшеницы в следствии потепления климата. В связи с этим нами проведен анализ изменчивости основных климатических параметров и их сопряженности с урожайностью яровой пшеницы в условиях Западной Сибири.

Материал и методы исследования

Для характеристики агрометеорологических условий использовались материалы наблюдений ГМС Омска за период с 1961–2013 гг. Данные по урожайности сортов яровой мягкой пшеницы по сортам участкам получены из материалов инспектуры Госкомиссии Омской области.

Изучали следующие агрометеорологические параметры: среднесуточная температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$); средняя минимальная и средняя максимальная температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$); сумма осадков (мм). Классификация влагообеспеченности определена по показателю ГТК: ГТК > 1,5 - избыточная влагообеспеченность; от 1,5 до 1,41 - повышенная влагообеспеченность; 1,40–1,11 - оптимальная влагообеспеченность; 1,10–0,76 - недостаточная влагообеспеченность; 0,75–0,61 - слабая засуха (низкая влагообеспеченность); 0,60–0,41 - средняя засуха; 0,40–0,21 - сильная засуха; < 0,20 - очень сильная засуха [12].

Связь урожайности с условиями лет определяли путём расчёта коэффициентов детерминации и корреляции. Тенденции изменения урожайности сортов яровой пшеницы, а также среднесуточной температуры воздуха и суммы осадков анализировали путём построения линейных трендов. Расчёты проведены с использованием пакета стандартных прикладных статистических программ Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

По данным Омской ГМС за период с 1971 по 2013 гг. каждые 10 лет температура воздуха достоверно увеличивалась на $0,3^{\circ}\text{C}$ и в целом возросла на $1,34^{\circ}\text{C}$. В среднем за 43 года среднегодовая температура воздуха была положительной и составила $+1,88^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая сумма осадков не изменялась.

В табл. 1 представлены результаты расчета коэффициента детерминации (r^2) климатических параметров в Омском регионе, кото-

рый показывает тенденции изменения климата по временам года. Предполагается, что повышение средней минимальной и максимальной температуры воздуха тесно связано с общим повышением температуры.

Таблица 1- Значения коэффициента детерминации (r^2) климатических параметров на годы и его достоверность для Омского региона за период с 1961–2009 гг.

Временной интервал измерений	Средняя минимальная температура воздуха	Средняя максимальная температура воздуха	Осадки
Среднегодовые данные (календарный год)	0,251***	0,151**	0,012
Средние за зиму	0,050	0,016	0,039
Средние за весну	0,103*	0,087*	0,001
Средние за лето	0,184**	0,023	0,030
Средние за осень	0,121*	0,057	0,025

*, **, *** – достоверность корреляции при $P=95$; 99 и 99,9 %.

Как видно из данных таблицы, за указанный период произошло достоверное увеличение температуры воздуха, о чем свидетельствует коэффициент детерминации на высоком уровне значимости: по показателям средней минимальной температуры воздуха он составил 0,251 (достоверно при $P=99,9$), по показателям средней максимальной температуры воздуха коэффициент детерминации равен 0,151 ($P=99,9$). Тенденция повышения средней минимальной температуры отмечается в основном в весенний, летний и осенний периоды. Данные свидетельствуют, что как средняя минимальная, так и средняя максимальная температура воздуха увеличиваются, что безусловно связано с общим потеплением климата, при этом количество осадков остается прежним. В такой ситуации вполне логично предположить и о том, что вероятность засушливых лет будет направлена в сторону их увеличения.

На рис. 1 представлена диаграмма, на которой показана доля лет за 43 года с различной влагообеспеченностью за период вегетации яровой пшеницы в степной зоне Омской области. Данные свидетельствуют, что практически каждый 2-й год является в различной степени засушливым от недостаточной влагообеспеченности (26%) до слабой и средней засухи (21%). Учитывая, что с потеплением климата доля засушливых лет будет увеличиваться, стратегия селекции на засухоустойчивость становится наиболее актуальной.

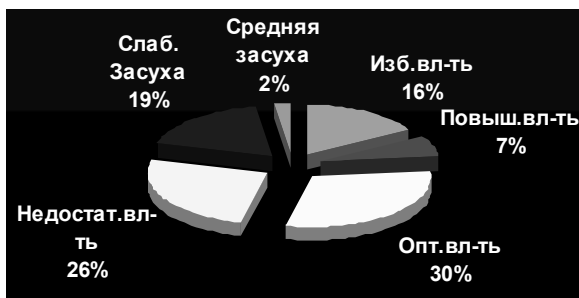


Рис.1 Диаграмма влагообеспеченности периода вегетациияровой пшеницы в степной зоне за1971-2013 гг. (Павлоградская ГМС).

На рис. 2представлены данные по вкладу различных факторов в урожайность яровой мягкой пшеницы на сортоучастках степной зоны Омской области за период с 1976- 2011 гг.Как видно из диаграммы, доля сорта в общей изменчивости урожайности зерна в степи составила 35%, что свидетельствует о значительных различиях по засухоустойчивости между сортами, испытанными за указанный выше период. На данное обстоятельство указывает также высокий вклад фактора взаимодействия сорт и годы в общее варьирование урожайности зерна пшеницы.

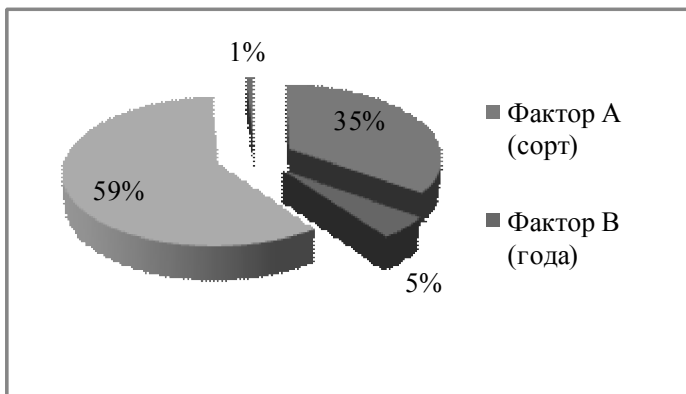


Рис. 2 Относительный вклад факторов изменчивости в общее варьирование урожайности зерна в степной зоне Омской области (1971-2013 гг.)

За анализируемый период установлено, что в условиях южной лесостепи, где более благоприятные по влагообеспеченности условия, отмечается прогресс в селекции пшеницы, о чем свидетельствуют линия тренда роста урожайности и достоверный коэффициент детерминации, представленные на рис. 3. Данные сортоиспытания яровой пшеницы на сортоучастках степной зоны, наоборот, показывают, что за последние почти сорок лет существенного роста урожайности не выявлено. На Павлоградском ГСУ коэффициент детерминации не имеет существенного значения, а на самомюжном сортоучастке Омской области, где наиболее засушливые условия для испытания пшеницы, линия тренда достоверно идет вниз ($r^2=0,211$). Следовательно, стратегия селекции на повышение засухоустойчивости пшеницы наиболее актуальная на современном этапе.

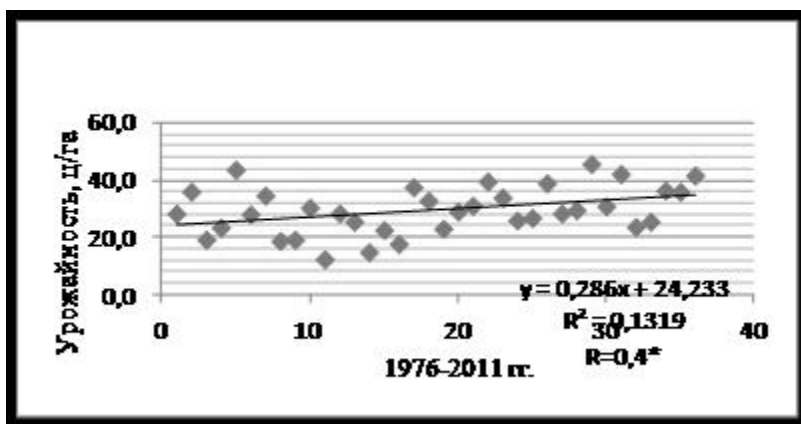


Рис. 3 Средняя урожайность сортов мягкой яровой пшеницы на Москаленком ГСУ за 36 лет, 2-й срок посева, пар (южная лесостепь)

Главная задача современной селекции состоит не в увеличении потолка урожайности, а в том, чтобы снизить потери достигнутого потенциала урожайности современных сортов от воздействия негативных факторов окружающей среды[2]. Например, потенциал урожайности сортов ОмГАУ высокий, максимальная урожайность зерна на Москаленком сортоучастке у сорта Дуэт достигала 54,8 ц/га и это не предел (табл.2), на Щербакульском сортоучастке (южная лесостепь) в 2009 году новый сорт ОмГАУ 90 имел урожайность 67,5 ц/га.

Из данных табл. 2 видно, что у сорта Терцияза 11 лет испытания отмечено достоверное снижение общего уровня урожайности.

Терция имела комплексный иммунитет к бурой ржавчине (ген устойчивости LrTr) и к мучнистой росе (Pm 4b) на момент ее включения в Госреестр (районирования) в 1995 г. [2].

Таблица 2.

Характеристика урожайности среднеспелых сортов селекции ОмГАУ (2002–2012 гг.), Москаленский ГСУ

Сорт	Срок посева	Средняя урожайность, ц/га	Коэффициент корреляции с условиями года	Коэффициент вариации, %	Максимальная урожайность, ц/га	Минимальная урожайность, ц/га
Терция	1	31,5	-0,6*	28,0	50,6	19,7
	2	31,9	-0,6*	25,4	46,0	19,7
Дуэт	1	34,8	-0,3	24,2	54,8	23,1
	2	35,4	-0,4	22,8	49,4	19,8

гкр=0,6 при $P=95\%$

Однако за длительный период возделывания сорта эта устойчивость была потеряна, что и привело к снижению общего уровня урожайности зерна, плюс потери от поражения стеблевой ржавчиной, которая периодически проявляется в последние годы [3,9]. В настоящее время по программе КАСИБ в ОмГАУ создан принципиально новый исходный материал для селекции, с эффективными генами устойчивости к болезням и засухе, полученными от скрещивания сортов сибирской селекции с образцами из СИММИТ и Казахстана [4,5]. С помощью метода молекулярных маркеров идентифицированы гены устойчивости к стеблевой и бурой ржавчине у перспективных селекционных линий [7]. Расширение генетического разнообразия современных сортов является в определенной степени гарантом сохранения достигнутого потенциала урожайности яровой мягкой пшеницы. Тенденция потепления климата в условиях Западной Сибири ставит перед селекцией новые задачи и в первую очередь повышение засухоустойчивости пшеницы.

Заключение

Проведенный анализ изменения климатических факторов и многолетних результатов сортоиспытания яровой пшеницы, свидетельствует о необходимости повышения стабильности урожая по го-

дам, особенно в степной зоне. Снижение потерь достигнутого потенциала урожайности современных сортов пшеницы отвоздействия негативных факторов окружающей среды один из важнейших приоритетов селекции. В этой связи стратегия селекции, направленная на создание сортов с высокой адаптивностью к биотическим и абиотическим факторам среды будет способствовать решению проблемы повышению стабильности производства зерна пшеницы в условиях Западной Сибири.

Библиографический список

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Коваль С.Ф., Шаманин В.П., Коваль В.С. Стратегия и тактика отбора в селекции растений: монография. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2010. – 228 с.
3. Шаманин В.П. Селекция яровой мягкой пшеницы к местной популяции и к вирулентной расе Ug 99 стеблевой ржавчины в условиях Западной // Информ. вестн. ВОГиС. – 2010. – Т. 14, № 2. – С. 223–231.
4. Шаманин В.П. Селекционно-генетическая оценка популяций яровой мягкой пшеницы сибирского питомника челночной селекции СИММИТ // Вавил. журн. генетики и селекции. – 2012. – Т. 16, № 1. – С. 585–595.
5. Шаманин В.П. Создание адаптивного селекционного материала яровой мягкой пшеницы с использованием метода челночной селекции СИММИТ // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2.
6. Шаманин В.П., Петуховский С.Л. Создание исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2012. – № 6. – С. 10–16.
7. Шаманин В.П. Идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине у линий яровой мягкой пшеницы с помощью молекулярных маркеров // Вестник Новосибирского ГАУ. – 2013. – № 2 (27). – С. 43–48.
8. Morgounov A., Abugalieva A., Martynov S. Effect of Climate Change and Variety on Long-term Variation of Grain Yield and Quality in Winter Wheat in Kazakhstan // Electronic Supplementary Material (ESM) associated with this article can be found at the website of CRC at <http://www.akademai.com/content/120427>.

9. Morgounov A. Genetic protection of wheat from rusts and development of resistant varieties in Russia and Ukraine // Euphytica. – 2011. – 179. – P. 297–311.

10. Shamanin V. P. The problem of climate warming and the objectives of spring soft wheat breeding in Western Siberia // International Plant Breeding Congress: Abstract book. – 10–14 November. – 2013. – Antalya, Turkey. – P. 217.

11. Шаманин В.П., Моргунов А.И., Петуховский С.Л., Трущенко А.Ю., Потоцкая И.В., Краснова Ю.С., Каракоз И.И., Пушкарев Д.В. ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1;
URL: www.science-education.ru/115-11919

12. Переведенцев Ю.П., Шарипова Р.Б., Важнова Н.А. Агроклиматические ресурсы Ульяновской области и их влияние на урожайность зерновых культур // Вестник Удмуртского университета. – 2012, вып. 2. – С.120-126; URL: http://vestnik.udsu.ru/2012/2012-062/vuu_12_062_16.pdf

УДК 633.11.(321):631.526.32

Е.Р.Шрейдер, В.А. Тюнин

ГНУ Челябинский НИИСХ Россельхозакадемии

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ НАБОРА СОРТОВ 14 и 15 КАСИБА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЧЕЛЯБИНСКОМ НИИСХ

Экологическое испытание лучших сортов яровой мягкой пшеницы научных учреждений Казахстана, Западной Сибири и Южного Урала позволило выделить из них селекционно значимые источники хозяйственно-полезных признаков.

Повышение продуктивности зерновых культур, особенно мягкой яровой пшеницы, остается одной из основных проблем растениеводства. Прирост урожайности во многих регионах ежегодно составляет лишь 1 % [1], так как внедрение в производство сортов с высокой продуктивностью часто сопровождается потерей устойчивости к неблагоприятным условиям среды [2]. Поэтому актуально создание исходного материала для селекции пшеницы, обладающего высокой продуктивностью, устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам, с хорошими показателями качества зерна.

Лаборатория селекции яровой пшеницы ЧНИИСХ сотрудничает с Международным центром по улучшению кукурузы и пшеницы (СИММИТ, Мексика) с 2000 года. В последние годы в рамках сотрудничества ежегодно изучается 50-150 селекционных линий и гибридных популяций, в 80 % которых по комплексу полезных признаков отбираются элитные растения. Выделившийся материал включается в дальнейшую проработку: количество делянок в СП-1 с материалом из питомников челночной селекции достигает 30 – 40 %. Лучшие образцы используются и в гибридизации, в том числе источники новых генов Lr.

По программе СИММИТ с целью определения экологической пластичности и стабильности проводится также изучение Казахстано-Сибирского питомника яровой мягкой пшеницы (КАСИБ – ЯМП). Последний набор 14-15 КАСИБа изучался в 2013-2014 годах и включал в себя 49 сортов, из них 3 местных и 5 международных стандартов, 22 образца из Казахстана и 19 из России.

Опыт располагался по пару, площадь делянки 3 м², повторность трехкратная. Посев осуществлялся сеялкой ССФК-7 с нормой высева 5 миллионов всхожих зерен на гектар.

Погодные условия во время постановки опыта сложились контрастными. В 2013 году за вегетационный период выпало 375 мм осадков, что на 38% больше среднееголетнего показателя, и распределились они за сезон неравномерно. Осадки мая в 1,8 раза больше месячной нормы сдвинули сроки посева на 10 дней. С середины июня установилась сухая и жаркая погода. Редко выпадающие дожди были малоэффективны. Растения в течение трех недель испытывали атмосферную и почвенную засуху. Наблюдалось пожелтение и отмирание нижних листьев, а иногда и гибель растений. Дождливая погода, сменявшая жару в конце июля, способствовала проявлению и развитию бурой и стеблевой ржавчины, мучнистой росы, истекания зерна. Температурный режим за время вегетации пшеницы ежемесячно был выше среднееголетнего показателя на 1,1-3,0 °C.

В 2014 году погодные условия снова сильно отклонились от климатических констант. Особо значимой была избыточно влажная погода в июле, 160,5 мм осадков против 76 мм по норме, при пониженной на 4,2 °C температуре воздуха. Это более всего повлияло на затягивание вегетационного периода мягкой яровой пшеницы на 2,5-3 недели, на поражение ее мучнистой росой, бурой и стеблевой ржавчиной, на полегание посевов. Сложившиеся погодные условия последних двух лет способствовали более полной оценке сортов и популяций на устойчивость к засухе и избыточному увлажнению, сопутствующим им болезням, полеганию.

Сортовой состав 14-15 КАСИБа был представлен:

- тремя группами спелости: раннеспелой, среднеспелой и позднеспелой;

- двумя разновидностями: эритроспермум – 2 образца и 2 стандарта Челябинской селекции, остальные – лютесценс.

Высота растений пшеницы по сортам в 2013 году варьировала от 50см у Степная 1413 до 92 см у Лютесценс 7/04-26 и в среднем составила 64см. В увлажненном 2014 году самый короткостебельный генотип вырос до 70 см (Лютесценс 128-05), самый длинностебельный до 106см (Лютесценс 220/03-83), средняя высота равнялась 86см. Самые низкорослые и высокорослые сорта 2013года не стали такими же в 2014 году. Весьма вариабельной была и длина колосозонки (верхнего междоузлия): 2013год 20-48см, средняя 30,5см; 2014 год 30-58, средняя 40,7см. Как правило, сорта раннеспелой группы имеют пониженные значения по этим признакам по сравнению со среднеспелыми и среднепоздними генотипами.

Таблица 1

Образцы с самым коротким и самым длинным
периодом всходы – колошение, ЧНИИСХ, 2013-2014гг

Сорт	Продолжительность периода, сутки	
	14 КАСИБ	15КАСИБ
Челяба ранняя	37	37
Уральская кукушка	38	38
Степная 1414, Степная 1422	40	42
Ляззат, Лютесценс 12/93-01-4, Памяти Азиева, Лютесценс П-23-18	41	40-45
ГВК 2077-11, Лютесценс П-66Б, Лютесценс 7/04-26,	48	46-52
Лютесценс 220/03-83	49	46
ГВК 2031-13	50	59

Важнейшим показателем, учитывающимся при создании сортов, является продолжительность межфазных периодов. В опыте, исключая стандарты, группа раннеспелых сортов была представлена семью сортами, позднеспелых – тринадцатью, самая многочисленная среднеспелая – 21 сорт. Период всходы – колошение у пшеницы в первый год изучения длился 37-50 суток, во второй год 37-59 суток (табл.1), а в среднем 45 суток. Стабильной величиной этого периода отличались сорта Челябинская ранняя и Уральская кукушка, что характерно для раннеспелых сортов. У сорта ГВК 2031-13 в оба года этот период

оказался самым продолжительным. По продолжительности периода всходы – восковая спелость состав лидеров в сторону наименьшей и наивысшей величин не изменился (табл.2). В среднем в 2013 году он равнялся 90, в 2014 году 102 суткам.

Таблица 2

Образцы с наименее и наиболее продолжительным вегетационным периодом, ЧНИИСХ, 2013-2014гг

Сорт	Продолжительность периода, сутки	
	14 КАСИБ	15КАСИБ
Челяба ранняя	80	93
Уральская кукушка	81	95
Асыл Сапа, Астана 2	83	95
Фитон 82	99	109
ГВК 2031-13	100	117
Лютесценс 220/03-83	102	110

Таблица 3

Урожайность скороспелых сортов 14-15 КАСИБа, ЧНИИСХ, ц/га

Сорт	2013 год		2014 год		2013-2014 годы	
	урожай-ность	ранг	урожай-ность	ранг	урожай-ность	ранг
Астана 2, ст	28,2	1	37,0	4	32,6	1
Степная 1414	19,4	7	41,7	1	30,6	2
Челяба 2,местный ст	18,9	8	39,5	2	29,2	3
Уральская ку- кушка	20,4	4	37,6	3	29,0	4
Челяба ранняя	20,3	5	36,3	6	28,3	5
Степная 1422	18,3	9	36,9	5	27,6	6
Памяти Азиева, ст	21,3	2-3	33,7	7	27,5	7
Лютесценс П- 23-18	21,3	2-3	30,3	9	25,8	8
Ляззат	19,5	6	31,6	8	25,6	9
Лютесценс 122	17,2	10	29,8	10	23,5	10
Средний по группе	20,5		35,4		28,0	
НСР ₀₅	5,2		6,1		3,7	

Интегрированным показателем возможностей генотипа является урожайность. В 2013 году основным лимитирующим фактором была засуха, и сбор зерна равнялся 15,5-30,2 ц/га. В 2014 году болезни, сопутствующие избыточному увлажнению, в основном бурая и стеблевая ржавчина, не позволили генотипам достичь своего потенциала.

Урожайность находилась в пределах 26,5-43,1ц/га. Урожайность десяти лучших сортов из каждой группы спелости показана в таблицах 3-5. Из них видно, что устойчивость к засухе позволила сорту Астана 2 занять первую строчку в рейтинге скороспелых сортов. Из испытываемых сортов лучшим был Степная 1414. Стать лучшим в среднеспелой группе сорту Лютесценс 1147 позволила устойчивость (0-30R) к бурой ржавчине. В группе среднепоздних сортов в среднем за два года лидируют сорта СибНИИСХ – Лютесценс 141/03-2, Лютесценс 7/04-26, которые сочетают в себе устойчивость и к засухе, и к избыточному увлажнению.

Таблица 4

Урожайность среднеспелых сортов 14-15 КАСИБа, ЧНИИСХ, ц/га

Сорт	2013 год		2014 год		2013-2014 годы	
	урожай- ность	ранг в группе	урожай- ность	ранг в группе	урожай- ность	ранг в группе
Терция, ст	27,8	2	42,1	2	35,0	1
Дуэт, местный ст	25,3	5	43,1	1	34,2	2
Лютесценс 1147	23,9	9-10	41,8	3	32,9	3
Сибирская 17	28,6	1	36,6	8	32,6	4
Экада 148	23,6	11-12	40,2	4	31,9	5
Лютесценс 128-05	26,2	4	37,5	6	31,9	6-7
Алтайская жница	26,6	3	35,9	9	31,3	6-7
Степная 1413	22,0	15	39,4	5	30,7	8
Лютесценс 126-05	24,9	7	35,5	10	30,2	9
Лютесценс 1669	23,9	9-10	34,4	14	29,2	10
Средний по группе	22,4		34,3		28,4	
НСР ₀₅	3,6		7,6		3,5	

Сорта, устойчивые к биотическим стрессам, привлекают внимание агрономов, специалистов служб защиты растений, становятся исходным материалом для селекции. 2013 и 2014 годы способствовали более полной оценке сортов 14 и 15 КАСИБ ЯМП на устойчивость к разным видам патогенов.

В первый год изучения бурая ржавчина появилась в конце вегетации, нарастание инфекции шло медленно, за 5-10 дней до созрева-

ния только 11 сортов накопили много инфекции и площадь поражения листа достигала 40 – 70 %, 23 сорта имели степень поражения 20. Высоко устойчивыми и иммунными показали себя Фитон С-54, Экада 148, Лютесценс 220/03-83, Уральская кукушка и Лютесценс 1147.

Более показательными в этот год были различия между сортами по оценке устойчивости к мучнистой росе. 47 % сортов имели пораженность 3 балла. Менее устойчивыми оказались Саратовская 29 и Уральская кукушка. Проявили устойчивость сорта Степная 1414, Степная 1422, Лютесценс 205/03-1, Лютесценс 220/03-83, Лютесценс 1147, Лютесценс 141/03-2.

Таблица 5

Урожайность среднепоздних сортов 14-15 КАСИБа, ЧНИИСХ, ц/га

Сорт	2013 год		2014 год		2013-2014 годы	
	урожай- ность	ранг	урожай- ность	ранг	урожай- ность	ранг
Лютесценс 141/03-2	26,5	3	41,4	2	34,0	1
Лютесценс 7/04- 26	28,4	2	39,2	4	33,8	2
Тобольская	30,2	1	36,3	9	33,3	3
Челяба юбилей- ная, местный ст	23,6	5	42,1	1	32,9	4
Лютесценс 220/03-83	24,2	4	40,0	3	32,1	5
ГВК 2077-11	23,2	6	36,4	8	29,8	6
ГВК 2031-13	22,6	7	36,7	7	29,7	7
Фитон 82	17,4	12	38,4	5	27,9	8
Лютесценс 22	21,7	9	31,7	11	26,7	9
Лютесценс 16/93- 01-8	21,8	8	31,0	12	26,4	10
Средний по груп- пе	22,3		35,8		29,1	
НСР ₀₅	3,7		6,2		3,6	

Вредоносным для яровой мягкой пшеницы в Челябинской области является истекание зерна. Оно снижает не только урожайность, но и негативно влияет на качество зерна, вызывая щуплость и заселение грибами. Полевой оценке самым устойчивым показал себя сорт Фитон С-54, больше всего поразился сорт Лютесценс 141/03-2.

В 2014 году произошли небольшие изменения в структуре болезней пшеницы: практически не было истекания зерна, но проявилась стеблевая ржавчина. Особенно сокрушительной стала эпифитотия бурой ржавчины, вредоносность которой на Южном Урале может дости-

гать 37 % урожайности [3]. Сильная распространенность этой болезни листьев пшеницы в 2014 году в значительной мере объясняется зафиксированной нами потерей эффективности гена Lr 9. 44 сорта набора 15 КАСИБ ЯМП сильно поразились листовой ржавчиной, листья на 70-100 % были усыпаны ржавыми пустулами. Но все-таки два сорта сохранили иммунитет к данному патогену. Сорт Экада 148, насколько известно, защищен геном Lr 19 и возможно не им одним. По сорту Лютесценс 220/03-83 информацией о генах Lr не владеем. Еще три сорта имели оценку 10-30 R. Это Лютесценс 1147, Фитон С-54 и Уральская кукушка. В такой ситуации обнадеживает наличие селекционного материала с большей частью неидентифицированными генами Lr , в том числе из наборов КПЧС и СПЧС.

Набор сортов 14 КАСИБа был подвергнут анализу технологических и хлебопекарных качеств зерна в лаборатории оценки качества зерна ЧНИИСХ. Данные лучших сортов по различным показателям приведены в табл.6.

Таблица 6

Оценка качества зерна сортов 14 КАСИБа, ЧНИИСХ, 2013г

Показатель	Лидер		По опыту	
	сорт	величина	минимум	средняя
Масса 1000 зерен, г	Лютесценс 7/04-26	36,3	25,3	29,4
Натура, г/л	Алтайская жница	779	681	744
Содержание белка, %	Лютесценс 740	21,4	14,6	17,7
Содержание клейковины, %	Челяба 2,ст	44	32,5	36,9
	Фитон С-54	40	32,5	36,9
Сила муки е.а.	Степная 1414	481	154	265
Общая хлебопекарная оценка, балл	Лютесценс 122	4,5	3,7	4,2

Таким образом, контрастно отличающиеся погодные условия 2013-2014 годов позволили дать двулетнюю оценку лучших перспективных сортов яровой мягкой пшеницы Казахстана и России. Эти сорта, входящие в 14 и 15 КАСИБ ЯМП, имеют, кроме производственной, еще и селекционную значимость. Использование их в качестве источников хозяйственно-полезных признаков позволит создавать новые высокоурожайные сорта с хорошим качеством зерна.

Библиографический список

1. Reynolds M.P. Physiological and Genetic Changes of Irrigated Wheat in the Post-Green Revolution Period and Approaches for Meeting Projected Global Demand / M.P.Reynolds, S. Rajaram, K.D.Saure // Crop Sci., Vol. 39, № 6, 1999. - Pp.1611 – 1621.
2. Уразалиев Р.А. Хозяйственно-биологические параметры сортов пшеницы различных экотипов/ Р.А. Уразалиев, А.И. Моргунов, Т.Б. Абсаттаров и др.//Вестн. регион.сети по внедрению сортов пшеницы и семеноводству.– Алматы, 2003. –№ 2(5). – С.77 –82.
3. Шрейдер Е.Р. Селекция мягкой яровой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине и урожайность в условиях Южного Урала: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е.Р. Шрейдер. – Омск, 2006. – 16 с.

УДК 633.111«321»:631.527.8:631.523.5:578.087.1

В. С. Юсов, М. Г. Евдокимов

ГНУ СибНИИСх, г. Омск

Использование кластерного анализа для группировки образцов твердой пшеницы по сходным признакам на примере питомников КАСИБ.

Приведена методика использования кластерного анализа для группировки образцов твердой пшеницы по сходным признакам, предложены конкретные модели выбора расстояния и меры сходства между объектами. Выявлены наиболее продуктивные образцы Гордеиформе 677, 688д-4 и 653д-44.

Кластерный анализ в селекции используется: при изучении генетического родства, установления изменчивости хозяйственно полезных признаков сортов под влиянием различных условий среды, при изучении дифференциации, идентификации, создания баз данных сортов сельскохозяйственных культур на молекулярно-генетическом уровне и т.д.

В основном его применяют для повышения эффективности отбора [3,4] и в тех случаях, когда изучается большое количество признаков.

Кластерный анализ (термин впервые появился в научной литературе в середине XX века) и является одним из многомерных методов классификации предприятий. Он представляет собой совокупность методов, позволяющих классифицировать многомерные наблюдения, каждое из которых описывается набором исходных переменных X_1 , X_2 , ..., X_m и позволяет разбить исходную совокупность объектов на группы схожих, близких между собой объектов [1].

В отличие от многих других статистических процедур, методы кластерного анализа используются в большинстве случаев тогда, когда не имеется каких-либо априорных гипотез относительно классификации. Кластерный анализ позволяет рассматривать большой (хотя и имеющий ограничения) объем информации и резко сокращать массивы информации, делать их компактными и наглядными. Позволяет выделять периоды, когда значения соответствующих показателей были достаточно близкими, а также определять группы временных рядов, динамика которых наиболее схожа.

Особую сложность в кластерном анализе представляет выбор расстояния и меры сходства между объектами. Существуют некоторые, в разной степени логически размытые рекомендации по выбору технологии расчетов. Например, считается, что более изоцентрированный метод или алгоритм Варда приводят к хорошим результатам [2]. Одной особенностью кластерного анализа в изучении селекционных признаков является связь между признаками, измеренными в разных шкалах. В связи с этим возникает проблема определения степени взаимосвязи признаков, измеренных в различных шкалах. В этом случае желательно применение методов статистического согласования мер связи или стандартизации данных.

Для исследования использовались количественные показатели сортов твердой пшеницы из питомника КАСИБ 12-13 (2011-2012 годы) по всем пунктам изучения. Кластерный анализ проведен с помощью пакета STATISTICA 10.

В процессе изучения методики кластеризации было выявлено несколько основных моментов. Если необходимо сгруппировать сорта по величине одного признака то кластеризацию надо проводить иерархическим кластерным анализом, расстояние между кластерами определять «полной связью между группами», на основе Евклидова расстояния тогда в верхней части дендрограммы будут сорта с меньшим значением признака, а в нижней части с наибольшим значением признака (рис.1). Из дендрограммы видно, что все изученные сорта распределились на 5 кластеров в первом кластере с наименьшей урожайностью и высоком уровне объединения находятся образцы Гордеиформе 113/01 и Гордеиформе 265/01-1. Образцы с высокой урожайностью по всем пунктам испытания выделены в 5 кластер, при этом наиболее близки по урожайности в изученных пунктах образцы: Гордеиформе 677и 688д-4.

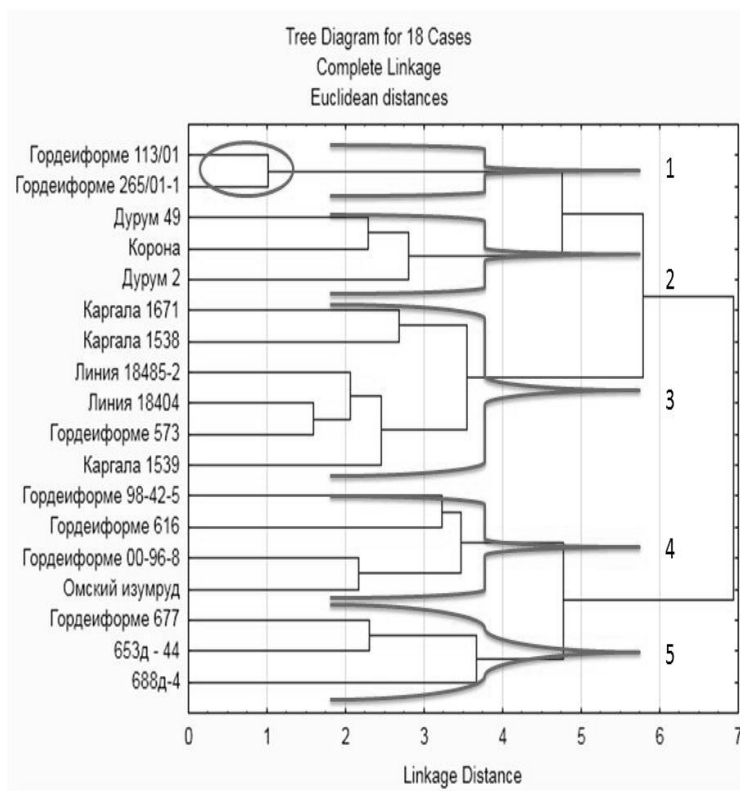


Рисунок 1-Дендрограмма урожайности сортов твердой пшеницы из питомника КАСИБ 12-13 (2011-2012 годы) по всем пунктам.

Второй момент использования кластерного анализа. Если изучается большая группа признаков тогда, кластеризация проводится иерархическим кластерным анализом, расстояние между кластерами определяется «взвешенным попарным средним», на основе коэффициента корреляции Пирсона и объединение происходит по однотипности признаков. Объединение образцов по данным всех пунктов изучения показаны на рис. 2, наиболее близки с высокой долей сходства образцы Каргала 1538 , Каргала 1539 и Гордеиформе 113/01 , Гордеиформе 265/01-1.

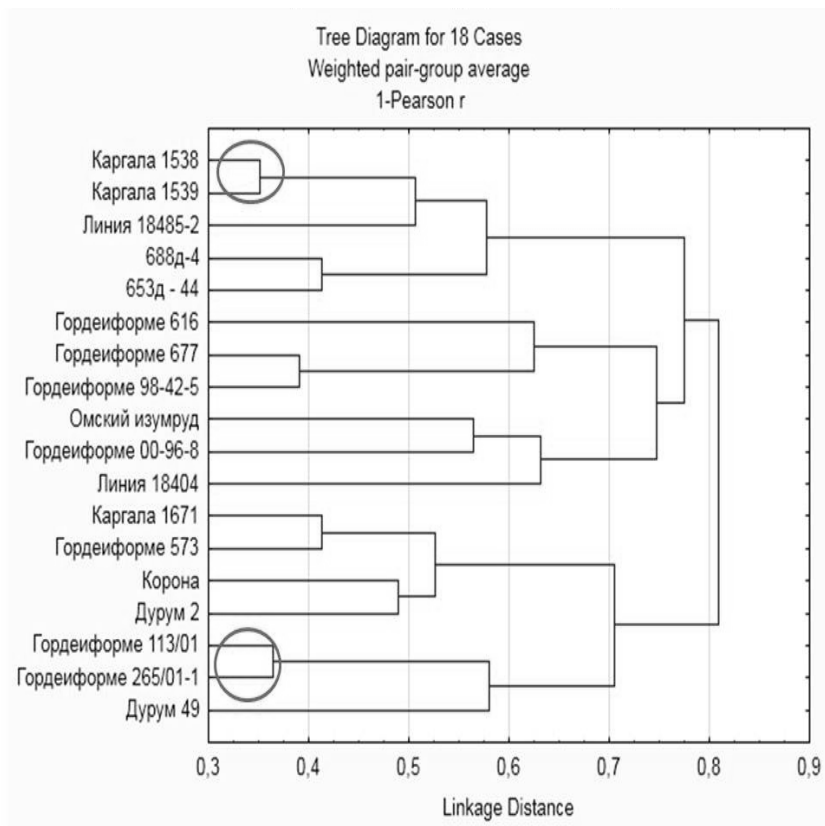


Рисунок 2-Дендрограмма сортов твердой пшеницы из питомника КАСИБ 12-13 (2011-2012 годы) по всем пунктам.

Несколько другая картина складывается при анализе образцов твердой пшеницы изученных в СибНИИСх. Все образцы по совокупности признаков были разбиты на пять кластеров рис.3. В первый кластер вошли образцы Каргала 1538, Гордеиформе 113/01, Корона. Во втором кластере были объединены образцы Дурум 2 и Дурум 49. Третий наибольший кластер включает образцы Гордеиформе 265/01-1, Гордеиформе 616, Линия 18404, Гордеиформе 677, Гордеиформе 573. В четвёртый кластер объединились: Каргала 1539, Гордеиформе 00-96-8, Омский изумруд, Линия 18485-2 и в последнем кластере находятся образцы: Каргала 1671, 688д-4, 653д – 44, Гордеиформе 98-42-5.

Из всего набора изученных сортов наиболее близки по изученным параметрам были 653д – 44 и Гордеиформе 98-42-5.

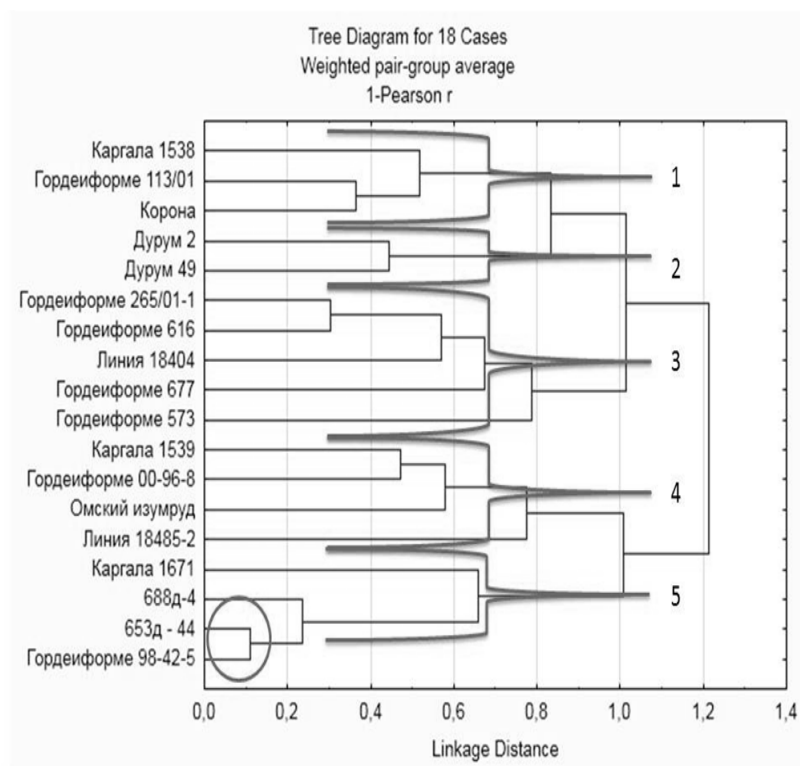


Рисунок 3 - Дендрограмма сортов твердой пшеницы из питомника КАСИБ 12-13 (2011-2012 годы) по данным СИБНИСХ г. Омск.

Таким образом, в зависимости от поставленной цели и выбора модели выбора расстояния и меры сходства между объектами, кластерным анализом можно проводить сравнение образцов по признакам, объединять их по степени близости, что в дальнейшем можно использовать при подборе пар для селекционных программ и экспресс оценки линий. В процессе изучения по всем экологическим пунктам выявлены наиболее продуктивные образцы Гордеиформе 677, 688д-4 и 653д-44.

Библиографический список

1. *Дюран Б.* Кластерный анализ. – М.: Статистика, 2012. – 130с.
2. *Миркин Б.Г.* Об измерении близости между различными разбиениями конечного множества объектов Миркин Б.Г., Черный Л.Б. // Автоматика и телемеханика. 1970. № 5. С. 6-18.
3. *Росеева Л.П.* Повышение эффективности отбора по элементам продуктивности в гибридных популяциях с использованием кластерного анализа / Л.П.Росеева, И.А. Белан, Л.Ф. Ложникова, Н.П.Блохина, Л.Г. Валуева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета № 7 (93), 2012.- С.5-8.
4. *Тищенко В.Н.* Использование кластерного анализа для идентификации и отбора высокопродуктивных генотипов озимой пшеницы в процессе селекции /В.Н. Тищенко, Н.М. Чекалин, П.М. Панченко //Генетика и биотехнология XXI века. Фундаментальные и прикладные аспекты: материалы Междунар. науч. конф., Минск — Минск : Изд. центр БГУ, 2008.-С.166-168

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ахметова А.А., Зеленский Ю.И., Карабаев М.К., Моргунов А.И.</i> Урожайность и устойчивость к ржавчине питомников КАСИБ	3
<i>Белан И.А., Россеева Л.П., Мешкова Л.В., Шепелев С.С., Зеленский Ю.И.</i> Иммунологическая оценка материала КАСИБ в условиях южной лесостепи западной сибери	9
<i>Казак А.А., Логинов Ю.П., Асташева Н.А.</i> Селекционная и хозяйственная ценность популяций яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне тюменской области	17
<i>Койшыбаев М., Коваленко Е.Д., Чудинов В.А., Зеленский Ю.И.</i> Устойчивость сортов яровой пшеницы к листовой и стеблевой ржавчине	22
<i>Коробейников Н.И.</i> Роль генофонда прогаммы КАСИБ для развития селекции яровой мягкой пшеницы в алтайском крае	28
<i>Кулинич В.А., Бердагулов М.А.</i> Результаты экологического испытания перспективных линий яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана	34
<i>Кулинич В.А., Чудинов В.А.</i> Корреляционная связь качественных показателей озимой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана	40
<i>Мальчиков П.Н.</i> Селекция твердой пшеницы на качество в Самарском НИИСХ: методы и результаты	46
<i>Розова М.А., Зиборов А.И.</i> Результаты использования материала КАСИБ-ЯТП в селекции яровой твердой пшеницы на алтае	57
<i>Середа Г.А., Середа С.Г.</i> Результаты изучения линий челночной селекции (КПЧС) в условиях центрального Казахстана	65
<i>Табаченко А.В., Шаманин В. П., Мансуров Х.</i> Кластерный анализ по урожайности зерна образцов питомника яровой мягкой пшеницы КАСИБ 12	71
<i>Степанов К.А.</i> КАСИБ и КПЧС в Восточном Казахстане	76
<i>Сюков В.В.</i> Вопросы экологической селекции растений и интеграция научных центров	82
<i>Филиппова Е.А., Мальцева Л.Т., Семенова Т.В.</i> Результаты КАСИБ -14 в Курганском НИИСХ	93
<i>Шаманин В.П., Моргунов А.И., Петуховский С.Л., Трущенко А.Ю.</i> Потепление климата и стратегия повышения устойчивости производства зерна яровой мягкой пшеницы в Западной Сибири	101
<i>Шрейдер Е.Р., Тюнин В.А.</i> Результаты изучения набора сортов 14 и 15 КАСИБА яровой мягкой пшеницы в Челябинском НИИСХ	108
<i>Юсов В. С., Евдокимов М. Г.</i> Использование кластерного анализа для группировки образцов твердой пшеницы по сходным признакам на примере питомников КАСИБ	115