

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

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЦЕНКИ АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЕЙСТВИЯ СОВОКУПНОСТЕЙ УСЛОВИЙ СРЕДЫ

© 2015 П.Н. Мальчиков¹, М.Г. Мясникова¹, М.А. Розова², В.В. Немченко³,
А.И. Зиборов², И.В. Фомина³, Н.Ю. Петров⁴, Т.В. Оганян¹

¹ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова»,
п.г.т. Безенчук, Самарская область

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», г. Барнаул, Алтайский край

³ ЗАО «КУРГАНСЕМЕНА», г.Курган

⁴ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волгоградский государственный аграрный университет», г. Волгоград

Статья поступила в редакцию 20.11.2015

Приведены результаты двух экспериментов по изучению адаптивной способности 23 сортов отечественной селекции различного эколого-географического происхождения и дифференцирующей способности среды как фона для отбора. Первый эксперимент проведен в опытах организованных параллельно в 4-х экологических пунктах: 1) Волгоград, 2) Безенчук, 3) Курган, 4) Барнаул, по единой методике. Второй проведен в Безенчуке, где этот же набор сортов изучался 3 года (2012-2014). Сравнение параметров дифференцирующей способности среды в 2-х экспериментах показывает, что совокупность средовых условий первого эксперимента дает наибольший дестабилизирующий эффект на исследуемую популяцию генотипов, обеспечивая контрастность сортовых реакций, что облегчает идентификацию необходимых генотипов. Наличие в этой совокупности сред стабилизирующего и анализирующих фонов позволяет реализовать принцип экологической целенаправленности селекционного процесса. Движение селекционного материала по экологическому вектору от точки с наивысшей дифференцирующей способностью и анализирующим фоном (Волгоград) к наиболее типичной среде со слабыми эффектами взаимодействия среды и генотипа (Барнаул), наиболее оптимальный вариант организации экологической селекции. Очевидно также, что в данном наборе сред селекционную стратегию необходимо ориентировать на создание системы сортов и поиск стабильных генотип-средовых взаимодействий. Высокие параметры общей адаптивной способности (ОАС) и селекционной ценности генотипов (СЦГ) выявлены у сортов Безенчукская степная, Безенчукская крепость, селекционных линий 1389да-1, 1477д-4 и 98с-08. Ряд сортов (Безенчукская нива, Безенчукская 210, Безенчукская 209, Памяти Янченко) имели высокие значения специфической адаптивной способности (САС) с локализацией по географическим пунктам. Предполагается, что первая группа сортов (с высоким уровнем ОАС), при включении в селекционный процесс в качестве «базовых» генотипов, позволит эффективно вести селекцию сортов широкого ареала, вторая - повысить эффективность локальной селекции.

Ключевые слова: твердая пшеница, сорт, генотип, среда, взаимодействие, адаптивность, урожайность.

Мальчиков Петр Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции яровой твердой пшеницы. E-mail: sagrs-mal@mail.ru
Мясникова Марина Германовна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции яровой твердой пшеницы. E-mail: sagrs-mal@mail.ru
Розова Маргарита Анатольевна кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией селекции твердой пшеницы. E-mail: mrosova@yandex.ru
Зиборов Андрей Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции твердой пшеницы. E-mail: ziborov-andrei@mail.ru
Немченко Владимир Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зам. генерального директора по научному обеспечению. E-mail: fomiina@kurgansemena.ru
Фомина Ирина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом селекции твердой пшеницы. E-mail: fomiina@kurgansemena.ru
Петров Николай Юрьевич, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор инновационно-производственной части. E-mail: kalmykova.elena-1111@yandex.ru
Оганян Тамара Вардкесовна, младший научный сотрудник лаборатории селекции яровой твердой пшеницы. E-mail: sagrs-mal@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Ещё Дж Ацци [1] высказал мнение, что урожай является производной продуктивности и устойчивости. Н.И.Вавилов [2] обратил внимание на необходимость при анализе урожайности учёта генотип – средовых взаимодействий. Обоснованность такого подхода подтверждена в последующих исследованиях [3, 4, 5]. Поэтому главной задачей селекции растений является одновременное (синхронизированное) повышение потенциала продуктивности и устойчивости. При этом значение имеет методология оценки (изучения) и идентификации этих компонентов урожайности. Наиболее эффективным методом, позволяющим разделить среднее значение признака (по ряду экспериментов) и его чувстви-

тельность к условиям среды, находящихся под самостоятельным генетическим контролем и относительно независимых, является методика параллельного испытания селекционного материала в нескольких экологических точках [6, 7, 8, 9, 10, 11]. По мнению А.А.Жученко [12] «в странах с умеренным климатом и ограниченным вегетационным периодом селекционный материал целесообразно тестировать в географической селекционной сети, охватывающей широкий диапазон изменений почвенно-климатических и погодных условий». В тоже время традиционная схема селекционного процесса применяемая во всех лабораториях России, ведущих селекцию яровой твердой пшеницы, основана на многолетних процедурах отбора и испытания в условиях одной эколого – географической «точки». Поэтому флуктуации условий среды по годам и в течение вегетации растений в отдельные годы в каждой такой «точке» можно рассматривать, как целевую совокупность сред, обеспечивающую формирование специфической адаптации. Степень изменчивости погодных условий в эколого – географическом пункте определяет возможности формирования сортов широкого ареала, обладающих высоким уровнем общей адаптивной способности. В связи с этим правомерно предположение о том, что специфическая адаптивная способность (САС_i) в отдельных случаях лежит в основе общей адаптивной способности генотипов (ОАС_i), а выделение общей и специфической адаптивной способности является в определенной мере абстракцией [10]. Тем не менее, условно принято считать, что специфическая адаптивность обеспечивает приспособленность к действию предсказуемых, общая адаптивность – непредсказуемых лимитирующих факторов среды. Оптимизация или максимальная выраженность в генотипе, как ОАС_i, так и САС_i является стратегической целью стабилизации урожайности в процессе селекции [5]. В связи с этим А.В.Кильчевский и Л.В.Хотылева [13, 14], используя двухфакторный дисперсионный анализ, предложили метод количественной оценки этих параметров. Кроме того, опираясь на теоретические положения И.И.Шмальгаузена [15] о движущей и стабилизирующей формах отбора, представления Е.Н.Синской [16] об анализирующих, стабилизирующих и нивелирующих средах, разработаны методы оценки их как фонов для отбора [17]. Мы использовали данный подход для определения показателей адаптивной способности и стабильности и дифференцирующей способности среды 23 сортов по урожаю зерна в 2014 году в 4-х пунктах и в одном пункте (Безенчук) за 2012-2014гг. Сорта были подобраны по историческому и эколого – географическому принципам.

Целью эксперимента было сравнение эффектов дифференцирующей способности среды и оценок генотипов в условиях 2-х совокупностей

сред: 1) экологические пункты, 2) годы в одном пункте (Безенчук). Предполагается, что в результате будут получены данные для обоснования совокупности селекционных фонов для отбора «базовых» генотипов, как для «локальной» селекции, так и для создания сортов широкого ареала. Проведена оценка имеющегося сортимента по уровню гомеостатичности процессов формирования урожая.

МАТЕРИАЛ, УСЛОВИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследуемые сорта подобраны по историческому, отражающему основные этапы селекции яровой твердой пшеницы в России, и эколого-географическому (оригинаторами сортов являются селекционные учреждения из Поволжья, Зауралья и Сибири) принципам. Изучались следующие сорта и селекционные линии: Харьковская 46, Безенчукская 139, Безенчукская 182, Саратовская золотистая, Безенчукская степная, Безенчукская 205, Краснокутка 13, Донская элегия, Безенчукская нива, Памяти Янченко, Безенчукская 209, Безенчукская 210, Безенчукская золотистая, Луч 25, Д2098, 98с-08, Омский изумруд, Салют Алтая, Гордеиформе 677, 1307д-51, 1389да-1, 1368д-18, 1477д-4.

Проведено два эксперимента. Первый в 2014 году выполнен в опытах организованных параллельно в 4-х экологических пунктах: 1) Волгоград, 2) Безенчук, 3) Курган, 4) Барнаул, по единой методике. Второй проведен в Безенчуке, где этот же набор сортов изучался 3 года (2012-2014). Посев осуществлялся с нормой высева, рекомендованной для твердой пшеницы в регионе экопункта, учетная площадь делянки - 10,0м², повторность 2-3-х кратная, размещение делянок в блоках - рендомизированное. Посев рядовой (15см). Посевы размещались по чистому пару. Принципы закладки опытов соответствовали общим представлениям о полевом эксперименте [18, 19].

В Безенчуке метеоусловия 2012-2014гг. характеризовались повышенным относительно среднесезонных данных фоном температур особенно значительным в первой половине вегетации и способствовали реализации возможностей среднеспелых и среднепоздних сортов. В 2012 году наиболее сильным превышением температурного фона было во 2-й декаде мая, 2-й декаде июня и 2-декаде июля, т.е. в наиболее критические периоды формирования урожая твердой пшеницы (кущение, выход в трубку, налив зерна). За исключением 2-й декады июня в течение всей вегетации наблюдался острый дефицит осадков. В 2013 году повышенный температурный фон наблюдался в течение всей вегетации за исключением первой декады июня и периода созревания (3-я декада июля). Эффективные осадки для роста и формирования хорошего урожая выпали 10 июля. В 2014 году

повышенный температурный фон был в период от всходов до стеблевания (до 15 июня), который сменился периодом обильных осадков в третьей декаде июня и в начале июля. Вторая и третья декады июля проходили на фоне прохладной погоды при незначительном количестве осадков. В целом динамика условий среды в 2012-2014 годы была наиболее благоприятна для засухоустойчивых среднепоздних и среднеспелых генотипов. Средняя урожайность в эксперименте по годам в 2012, 2013, 2014 годах составила соответственно: 17,4; 21,7 и 28,6 ц/га.

Вектор метеоусловий по экопунктам изменялся с усилением стрессового воздействия высоких температур и засухи в направлении: Барнаул – Курган - Безенчук - Волгоград. В Волгограде за весь период вегетации практически не было эффективных осадков, урожай сформирован в основном за счет осенне-зимних запасов влаги. Неплохой урожай по отдельным сортам, полученный в этом пункте, видимо, можно объяснить «генотип-средовым» взаимодействием, вызванным снижением температуры во второй половине июня. В Кургане период от всходов до стеблевания проходил на фоне повышенной (относительно среднемноголетней) температуры, а

период формирования и налива зерна в условиях обильных осадков и на фоне пониженных температурных показателей. В этих условиях (всходы 22 мая, колошение через 39-46 дней) лучшим сортом был Омский изумруд - поздний и, видимо, холодостойкий сорт. В Барнауле наблюдался резкий переход, относительно среднемноголетних показателей, от пониженных температур в период «всходы – трубкование» к повышенным в период «трубкование – колошение». В фазы формирования, налива и созревания зерна температура была оптимальной для твердой пшеницы. Осадки в периоды «всходы-трубкование» и «колошение – созревание» превысили среднемноголетние показатели. Сочетание этих условий сформировало в Барнауле наиболее продуктивный фон внешних условий среди экопунктов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Двухфакторный дисперсионный анализ комплексов «генотип – экопункт» и «генотип – год» в Безенчуке, выявил значимые эффекты генотипов, среды и их взаимодействия (табл.1,2).

Отчетливо проявилось сильное влияние условий экопунктов и года в экопункте «Безенчук» на

Таблица 1. Эффекты (SS), их значимость ($F_{кр}$) и доля (%) влияния генотипа, среды (экопункта) и их взаимодействия на урожайность твердой пшеницы по экопунктам: Волгоград, Безенчук, Курган, Барнаул

Факторы дисперсии	SS	$F_{кр}$	Доля в изменчивости, %
Генотип (А)	977,3	11,3*	3,06
Год (В)	27918,1	2471,2*	87,39
Взаимодействие (А*В)	2336,5	9,0*	7,31
Суммарный эффект А+АВ	3313,8	-	10,37
Ошибка (Z)	715,5		2,24

*значимо при $P \leq 0,05$

Таблица 2. Эффекты (SS), их значимость ($F_{кр}$) и доля (%) влияния генотипа, среды (год) и их взаимодействия на урожайность твердой пшеницы в Безенчуке, 2012-2014гг.

Факторы дисперсии	SS	$F_{кр}$	Доля в изменчивости, %
Генотип (А)	774,4	65,9*	18,28
Год (В)	3032,2	2967,2*	71,59
Взаимодействие (А*В)	349,4	14,9*	8,25
Суммарный эффект А+АВ	1123,8	-	26,53
Ошибка (Z)	36,3		1,88

*значимо при $P \leq 0,05$

формирование урожая зерна изученных генотипов. Суммарная доля генотипа и генотип-средовых взаимодействий в дисперсии урожайности по экопунктам составила 10,37%, при этом эффекты взаимодействия более чем в 2 раза превысили долю генотипа. Влияние генотипа на дисперсию урожайности в Безенчуке за 2012-2014 годы было сильнее в 6 раз, чем в первом эксперименте и более чем в 2 раза превысило эффекты взаимодействия «генотип-год». Это объясняется тем, что исследуемый набор сортов представлен генотипами различного эколого-географического происхождения. В Безенчуке сорта местной селекции, стабильно выделявшиеся по урожайности, вносили существенный вклад в генотипический компонент дисперсии. Достоверность эффектов взаимодействия указывает на смену рангов сортов в средах (экопункты, годы) и необходимость учета специфической адаптивной способности (САС_i) в условиях конкретных сред (экопункт, год). Очевидно, что в данном наборе сред селекционную стратегию необходимо ориентировать

на создание системы сортов и поиск стабильных генотип-средовых взаимодействий. Тем не менее, поскольку эффекты генотипов были достоверными на уровне вероятности 5,0%, поиск, в исследуемой популяции сортов с высокой общей адаптивной способностью (ОАС_i) и селекционной ценностью (СЦГ_i), для формирования коллекции «базовых» генотипов, как исходного материала в селекции сортов широкого ареала, вполне возможен. Поскольку влияние экопунктов было значительным (87,4% дисперсии) и сильнее, чем влияние условий года во втором эксперименте, можно предположить реальность формирования на основе совокупности сред экопунктов целевого фона для отбора и повысить результативность селекции в регионах. Данные, полученные при анализе параметров сортов и фонов по методике А.В.Кильчевского, Л.В.Хотылевой [10], подтверждают эти предположения (табл.3,4,5,6).

В первом эксперименте по ОАС_i и продуктивности можно выделить 6 сортов и селекционных линий - 1477д-4, Безенчукская крепость, 1389да-

Таблица 3. Параметры адаптивности и стабильности генотипов по урожаю зерна при испытании по экологическому градиенту: Волгоград-Безенчук-Курган-Барнаул

Сорт	Параметры адаптивности и стабильности (по Кильчевскому, Хотылевой)								
	U+V _i	V _i (ОАС _i)	σ ² (G*E) _{gi}	σ ² САС _i	σ САС _i	l _{gi}	S _{gi}	СЦГ _i	K _{gi}
Харьковская 46	21,9	-1,34	0,3	422,9	20,6	0,00	94,1	10,2	1,1
Безенчукская 139	21,5	-1,66	0,0	386,9	19,7	0,00	91,3	10,4	1,0
Безенчукская 182	22,3	-0,87	0,3	476,9	21,8	0,00	97,8	9,9	1,2
Саратовская золотистая	22,0	-1,24	9,6	200,2	14,1	0,05	64,4	13,9	0,5
Безенчукская степная	25,8	2,60	1,8	376,0	19,4	0,01	75,2	14,8	1,0
Безенчукская 205	21,6	-1,59	5,2	517,3	22,7	0,01	105,2	8,7	1,3
Краснокутка 13	20,9	-2,28	31,4	397,2	19,9	0,08	95,3	9,6	1,0
Донская элегия	24,6	1,35	5,4	504,8	22,5	0,01	91,5	11,8	1,3
Безенчукская нива	23,3	0,14	12,5	577,1	24,0	0,02	102,9	9,7	1,5
Безенчукская 209	23,5	0,30	20,0	620,7	24,9	0,03	106,0	9,3	1,6
Безенчукская 210	25,1	1,91	16,5	636,1	25,2	0,03	100,4	10,8	1,6
Безенчукская золотистая	24,6	1,37	5,6	546,5	23,4	0,01	95,2	11,3	1,4
Луч 25	20,9	-2,34	3,1	486,0	22,0	0,01	105,7	8,3	1,3
Д2098	20,1	-3,13	7,6	493,2	22,2	0,02	110,7	7,4	1,3
98с-08	25,2	2,05	3,2	304,7	17,5	0,01	69,1	15,3	0,8
Ом.изумруд	24,3	1,06	50,8	484,6	22,0	0,11	90,7	11,7	1,3
Гордеиформе 677	23,0	-0,16	3,2	376,5	19,4	0,01	84,2	12,0	1,0
Безенчукская крепость	25,9	2,68	11,2	190,8	13,8	0,06	53,4	18,0	0,5
1389да-1	25,8	2,61	5,0	261,5	16,2	0,02	62,6	16,6	0,7
1368д-18	24,4	1,15	26,0	158,5	12,6	0,16	51,7	17,2	0,4
1477д-4	26,0	2,77	19,2	214,5	14,6	0,09	56,4	17,6	0,6
Салют Алтая	21,1	-2,14	0,6	414,1	20,3	0,00	96,6	9,5	1,1
Памяти Янченко	21,6	-1,57	6,1	548,0	23,4	0,01	108,2	8,3	1,4

Таблица 4. Параметры адаптивности и стабильности генотипов по урожаю зерна Безенчук, 2012-2014гг.

Сорт	Параметры адаптивности и стабильности (по Кильчевскому, Хотылевой)								
	U+V _i	V _i (OAC _i)	σ ² (G*E) _{gi}	σ ² CAC _i	σ CAC _i	I _{gi}	S _{gi}	СЦГ _i	K _{gi}
Харьковская 46	20,4	-2,24	3,05	99,1	9,95	0,03	48,9	6,6	1,57
Безенчукская 139	20,1	-2,50	0,75	82,1	9,06	0,01	45,1	7,5	1,30
Безенчукская 182	22,5	-0,09	1,29	86,4	9,29	0,02	41,3	9,6	1,37
Саратовская золотистая	19,5	-3,13	0,16	65,3	8,08	0,002	41,5	8,3	1,03
Безенчукская степная	23,8	1,20	0,12	67,6	8,22	0,002	34,6	12,4	1,07
Безенчукская 205	23,1	0,55	8,73	24,2	4,92	0,36	21,3	16,3	0,38
Краснокутка 13	17,8	-4,81	0,99	56,6	7,52	0,02	42,3	7,4	0,90
Донская элегия	24,0	1,38	1,45	89,7	9,47	0,02	39,5	10,9	1,42
Безенчукская нива	24,7	2,06	0,48	77,2	8,78	0,01	35,6	12,5	1,22
Безенчукская 209	24,1	1,54	7,11	123,9	11,13	0,06	46,1	8,7	1,96
Безенчукская 210	25,4	2,78	9,22	139,2	11,80	0,07	46,5	9,0	2,20
Безенчукская золотистая	24,1	1,50	1,81	93,2	9,65	0,02	40,1	10,7	1,47
Луч 25	21,7	-0,87	0,12	70,6	8,41	0,002	38,7	10,1	1,12
Д2098	19,7	-2,87	4,15	29,1	5,39	0,14	27,3	12,3	0,46
98с-08	23,7	1,11	6,33	97,2	9,86	0,07	41,6	10,1	1,54
Ом.изумруд	20,1	-2,49	22,73	12,6	3,56	1,80	17,7	15,2	0,20
Гордеиформе 677	23,3	0,70	0,99	76,7	8,76	0,01	37,6	11,2	1,21
Безенчукская крепость	25,2	2,60	2,82	35,9	5,99	0,08	23,8	16,9	0,57
1389да-1	25,0	2,45	4,23	36,4	6,03	0,12	24,1	16,7	0,58
1368д-18	23,9	1,31	13,61	16,8	4,10	0,90	17,2	18,2	0,27
1477д-4	26,6	4,01	7,37	21,1	4,60	0,35	17,3	20,3	0,33
Салют Алтая	18,9	-3,66	0,75	82,3	9,07	0,01	47,9	6,4	1,30
Памяти Янченко	20,6	-2,02	0,76	74,2	8,62	0,01	41,9	8,7	1,17

1, Безенчукская степная, 98с-08, Безенчукская 210. Во втором эксперименте по этим параметрам выделились четыре сорта из лучших генотипов в первом эксперименте (1477д-1, Безенчукская 210, Безенчукская крепость, 1389да-1) и Безенчукская нива. В этой группе сортов Безенчукская 210 в двух экспериментах имеет самую высокую вариацию САС и низкую относительную стабильность (S_{gi}). Коэффициент компенсации этого сорта (K_{gi}) больше 1, что указывает на значительную роль эффектов компенсации или дестабилизации признака сорта в исследуемых средах. Свойства сортов широкого ареала проявились у Безенчукской крепости, 1389да-1, 1477д-4. Продуктивность и ОАС у них сочетается со стабильностью (S_{gi}), селекционной ценностью генотипа (СЦГ_i) и преобладанием эффектов компенсации (K_{gi} < 1,0), что показывает на значительную роль генотипа в формировании урожая этих сортов. Ряд сортов имеют высокие значения САС, отличаются отзывчивостью на среду и в данном наборе сред могут

быть использованы в локальных селекционных программах. Это сорта: Безенчукская нива, Безенчукская 210, Безенчукская 209, Безенчукская золотистая, Памяти Янченко, Безенчукская 205, Донская элегия. Отметим, что при близких значениях средней урожайности в 2- экспериментах (23,2 ц/га; 22,6ц/га) и существенном различии количественных характеристик сортов по адаптивности, в группы лучших сортов по продуктивности и адаптивности вошли практически одни и те же генотипы.

Максимальная дифференцирующая способность среды (Sek = 53,2) наблюдалась в экопункте «Волгоград», которая сочеталась с самой низкой продуктивностью среды (u+d_k = 8,4ц/га). Уникальность этого пункта заключается еще и в том, что здесь самая низкая типичность фона (t_k=0,36), среди исследуемых сред, сочетается с самой высокой предсказуемостью (Pk=0,19), что объясняется превалированием дифференцирующей способности над типичностью данной среды.

Таблица 5. Дифференцирующая способность среды (экопунктов - Волгоград-Безенчук-Курган-Барнаул) как фона для отбора

Среда	Параметры среды как фона для отбора (по Кильчевскому, Хотылевой)								
	$u+d_k$	d_k	σ^2 (G^*E) _{ek}	σ ДСС _k	t_k	P_k	I_{ek}	S_{ek}	K_{ek}
Волгоград	8,4	-14,8	110,8	4,5	0,36	0,19	5,5	53,2	5,65
Безенчук	28,4	5,2	54,4	3,1	1,22	0,13	5,8	10,8	2,67
Курган	21,2	-2,0	62,8	3,7	0,91	0,16	4,6	17,4	3,86
Барнаул	34,8	11,6	30,0	1,6	1,50	0,07	11,3	4,7	0,75

Таблица 6. Дифференцирующая способность среды в Безенчуке в зависимости от условий года, 2012-2014гг.

Среда (условия года)	Параметры среды как фона для отбора (по Кильчевскому, Хотылевой)								
	$u+d_k$	d_k	σ^2 (G^*E) _{ek}	σ ДСС _k	t_k	P_k	I_{ek}	S_{ek}	K_{ek}
2012	17,4	-5,2	20,65	2,68	0,77	0,12	2,88	15,4	1,40
2013	21,7	-0,9	15,5	2,36	0,96	0,10	2,79	10,9	1,09
2014	28,4	6,0	49,75	3,17	1,27	0,14	4,94	11,1	1,97

Высокий коэффициент компенсации показывает на значимость эффектов взаимодействия среды и генотипа, усиливающих эффект дифференциации (дестабилизации) этого экопункта. Таким образом, высока вероятность отбора здесь сортов с высоким значением САС, в тоже время по результатам 2014 года в этом экопункте лучшими были наиболее стабильные генотипы.

В целом довольно отчетливо наблюдается ослабление дифференцирующей способности среды (S_{ek}), эффектов компенсации взаимодействия среды и генотипа (K_{ek}) и коэффициента предсказуемости среды (P_k) при движении по вектору Волгоград > Курган > Безенчук > Барнаул. Экопункт «Барнаул» характеризуется наибольшей типичностью среды ($t_k=1,50$) и незначительным дестабилизирующим эффектом $K_{ek} < 1,0$, что позволяет отнести его к стабилизирующим фонам. Остальные три фона по комплексу параметров относятся к анализирующим фонам с высокой вероятностью эффективной селекционной работы.

Варьирование продуктивности фонов ($u+d_k$ - данные средней урожайности по годам) во втором эксперименте было не столь резким как в первом эксперименте. Наиболее продуктивный фон (2014г.) отличался и наибольшими величинами взаимодействия условий среды с генотипами ($\sigma^2(G^*E)_{ek}$) и дифференцирующей способности среды (σ ДСС_k). Однако коэффициент относительной дифференцирующей способности среды (S_{ek}), характеризующий соотношение вариансы

ДСС_k и продуктивности среды, наибольшим был в 2012 году, в наименее продуктивной среде. Показатель I_{ek} - нелинейности ответа на среду, везде был больше 1, т.е. во всех средах преобладает нелинейный характер ответа на среду. Наиболее типичная среда сформировалась в 2014 году в наиболее благоприятных для продуктивности растений внешних условиях. Наиболее высокие коэффициенты предсказуемости среды и компенсации, наблюдавшиеся в 2012 и 2014 годах, были близкими по значению. В целом весь комплекс параметров ориентирует селекционера на проведение отборов по ОАС_i.

Сравнение параметров дифференцирующей способности среды в 2-х экспериментах показывает, что совокупность средовых условий первого эксперимента дает наибольший дестабилизирующий эффект на исследуемую популяцию генотипов, обеспечивая контрастность сортовых реакций, что облегчает идентификацию необходимых генотипов. Наличие в этой совокупности сред стабилизирующего и анализирующих фонов позволяет реализовать принцип экологической целенаправленности селекционного процесса. Движение селекционного материала по экологическому вектору от точки с наивысшей дифференцирующей способностью и анализирующим фоном (Волгоград) к наиболее типичной среде со слабыми эффектами взаимодействия среды и генотипа (Барнаул), наиболее оптимальный вариант организации экологической селекции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены относительные параметры дифференцирующей способности среды (ДСС) по урожайности зерна сортов разных этапов селекции, районированных в РФ по 7, 8, 9, 10 регионам и лучших селекционных линий Самарского НИИСХ, Алтайского НИИСХ, СибНИИСХ, НИИСХ Юго-Востока, характеризующие географический пункт как фон для отбора. Коэффициенты относительной ДСС (Sek) имели следующую иерархию: Se (Волгоград) > Se (Курган) > Se (Безенчук) > Se (Барнаул). Продуктивность, изученных фонов (сред), изменялась в строго обратном нисходящем порядке. Сравнение параметров дифференцирующей способности среды в 2-х экспериментах показывает, что совокупность средовых условий первого эксперимента дает наибольший дестабилизирующий эффект на исследуемую популяцию генотипов, обеспечивая контрастность сортовых реакций, что облегчает идентификацию необходимых генотипов. Высокие параметры ОАС и селекционной ценности генотипов (СЦГ) выявлены у сортов Безенчукская степная, Безенчукская крепость (1307д-51), селекционных линий Самарского НИИСХ (1389да-1, 1477д-4), НИИСХ Юго-Востока (98с-08). Ряд сортов – Безенчукская нива, Безенчукская 210, Безенчукская 209 (Самарский НИИСХ), Памяти Янченко (АНИИСХ) имели высокие значения САС с локализацией по географическим пунктам. Предполагается, что первая группа сортов (с высоким уровнем ОАС), при включении в селекционный процесс в качестве «базовых» генотипов, позволит эффективно вести селекцию сортов широкого ареала, вторая – повысить эффективность локальной селекции. Системное включение в селекционный процесс фонов (сред) для отбора повысит эффективность, результативность и ускорит процесс создания «базовых» генотипов и коммерческих сортов. Очевидно также, что в данном наборе сред селекционную стратегию необходимо ориентировать на создание системы сортов и поиск стабильных генотип-средовых взаимодействий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аци Дж. Сельскохозяйственная экология. М.: Изд. Ин.Лит., 1959.480с.
2. Вавилов Н.И. Научные основы селекции растений / Теоретические основы селекции растений // М.-Л.: Госиздат совхозной и колхозной литературы.1935. Т.2. С.3-244.

3. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). Кишинев.- Штаница. 1988. 253 с.
4. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. Кишинев. Штаница. 1990. 432 с.
5. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. Самара. 2003. 260 с.
6. Connoly V., Jinks J.L. The genetical architecture of general and specific environmental sensitivity // Heredity, 1975. Vol.35.P.2. pp.249-259.
7. Hill J. Genotype - environment interactions – a challenge for plant breeding // J.Agric.Sci., 1975. Vol. 85. P. 3. P. 477-498.
8. Jinks J.L., Pooni H.S. Determination of the environmental sensitivity of selection lines of *Nicotina rustica* by the selection of environment // Heredity, 1982. Vol.P3.P.291-294.
9. Драгавцев В.А., Цильке Р.А., Рейтер Б.Г. и др.. Генетика признаков продуктивности яровых пшениц в Западной Сибири // Новосибирск: Наука. 1984. 230 с.
10. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений // Минск: Тэхналогія.- 1997. 372 с.
11. Сюков В.В., Шевченко С.Н. Особенности селекционного процесса яровой мягкой пшеницы в связи с переопределением генетических формул вдоль экологического вектора // Селекция и семеноводство с/х культур: Материалы VII Всерос.научн.-практ. конф./ Пензенская ГСХА. Пенза, 2003.С.31-32.
12. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): Монография. В двух томах. М.: РУДН. 2001. 1488 с.
13. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение I.Обоснование метода // Генетика.1985а. Т.XXI. №9. С.1481-1490.
14. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение II.Числовой пример и обсуждение // Генетика. 1985б. Т.XXI. №9. С.1491-1497.
15. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции (теория стабилизирующего отбора). М.: Наука. 1968. 451 с.
16. Синская Е.Н. Проблемы популяций у высших растений. Л.: Сельхозиздат. 1963. 124с.
17. Кильчевский А.В. Комплексная оценка среды как фона для отбора в селекционном процессе // Докл. АН БССР. 1986. Т.30. №9. С.846-849.
18. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М. 1971.Вып.1. 248с.
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М. 1985.- 336 с.

**EFFICIENCY OF THE EVALUATION OF ADAPTABILITY OF DURUM WHEAT VARIETES
DEPENDING ON THE EFFECT OF TOTALITIES OF ENVIRONMENTAL FACTORS**

© 2015 P.N. Malchikov¹, M.G. Myasnikova¹, M.A. Rozova², V.V. Nemchenko³,
A.I. Ziborov², I.V. Fomina³, N.Yu. Petrov⁴, T.V. Oganyan¹

¹ Samara Research Scientific Institute of Agriculture named after N.M. Tulaikov, Bezenchuk,
Samara Region

² Altai Research Scientific Institute of Agriculture, Barnaul, Altai Territory

³ "Kurgansemena" Ltd, Kurgan Region

⁴ Volgograd State Agrarian University, Volgograd Region

Results of two experiments on adaptability of 23 home-bread varieties differed in ecological and geographic origin and on differentiating capacity of environment as selection background are presented. The first experiment was carried out as trails organized parallel in 4 ecological cites: 1) Volgograd, 2) Bezenchuk, 3) Kurgan, 4) Barnaul, on the base of unique methodology. The second one was brought about in Bezenchuk where the same set of varieties was studied for three years (2012 – 2014). Comparison of the differentiating capacity of environment in two experiments showed that the totality of environmental conditions of the first experiment had the largest destabilizing effect on the genotype population studied and provided the contrast of varietal responses what made easier the identification of genotypes needed. The presence of stabilizing and analyzing backgrounds in the totality of environments allowed to realize the principle of ecological orientation of breeding process. Movement of breeding material along with ecological vector from the cite with the highest differentiating capacity and analyzing background (Volgograd) towards the most typical environment with weak effects of cite – genotype interaction (Barnaul) is the optimal variant of ecological breeding scheme. It is also evident that in the set of cites breeding strategy should be directed at the development of systems of varieties and a search of stable genotype-environment interactions. Varieties Bezenchukskaya stepnaya, Bezenchukskaya krepot' and advanced lines 1389da-1, 1477d-4, 989c-08 had high parameters of general adaptive ability (OAC) and breeding value of gepotypes (CIIГi). A number of varieties (Bezenchukskaya niva, Bezenchukskaya 210, Bezenchukskaya 209, Pamayty Yanchenko) had high values of specific adaptive ability (CAC) with localization on geographic cites. It is supposed that the first group of varieties (with high level of OAC) being included in the breeding process will enable the effective breeding of varieties with wide adaptation. The inclusion of the second group will increase the efficiency of cite-specific breeding.

Keywords: durum wheat, variety, genotype, environment, interaction, adaptivity, yield

*Petr Malchikov, Doctor of Agricultural Science, Major Scientist
of Samara Research Institute of Agriculture.*

E-mail: sagrs-mal@mail.ru

*Marina Myasnikova, PhD, Senior Scientist of Laboratory of
Breeding of Spring Durum Wheat. E-mail: sagrs-mal@mail.ru*

*Rosova Margarita, PhD, Head of Laboratory of Durum Wheat
Breeding. e-mail: mrosova@yandex.ru*

*Andrey Ziborov, PhD, Senior Scientist of Laboratory of Breeding
of Durum Spring Wheat. E-mail: ziborov-andrei@mail.ru*

*Vladimir Nemchenko, Doctor of Agricultural Science, Professor,
Deputy of the General Director on Scientific Provision
"Kurgansemena" Ltd. E-mail: fomina@kurgansemena.ru*

Irina Fomina, PhD, Head of Breeding Department.

E-mail: fomina@kurgansemena.ru

*Tamara Oganyan, Junior Researcher of Laboratory of Spring
Durum Wheat Breeding. E-mail: sagrs-mal@mail.ru*