

## ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МАТЕРИАЛА «КАСИБ» В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**Ключевые слова:** КАСИБ, патоген, гено-тип, устойчивость, урожайность, кластерный анализ.

### Введение

Созданная в 2000 г. Казахстанско-Сибирская сеть (КАСИБ) по селекционному улучшению яровой пшеницы в настоящее время объединяет 10 учреждений из Казахстана и семь из России. Лаборатория селекции яровой мягкой пшеницы ГНУ СибНИИСХ входит в этот альянс с момента его создания. За 11 лет работы через сортоиспытание КАСИБ прошло 34 перспективных сортообразца лаборатории. Результаты исследований, полученные на основе широкого экологического испытания, учитывались как при передаче сортов на ГСИ, так и включении в Госреестр РФ (Омская 37 и Омская 38). Семь сортов – Казанская юбилейная, Омская 35, Омская 36, Омская 37, Омская 38, Боевчанка и Уралосибирская уже включены в Госреестр РФ, а три сорта – Омская 39, Омская краса и Омская 41 проходят сортоиспытание [1].

### Объекты и методы

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 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 болезни. В 90-х годах умеренное и сильное проявление заболевания отмечено в 7 случаях. С 2001 г. проявление бурой ржавчины в большей или меньшей степени регистрируется ежегодно на всей

территории Западной Сибири. За последнее шесть лет (2005-2010 гг.) сильное ее проявление отмечалось в 2005 и 2007 гг., умеренное – в 2008 и 2010 гг., слабое – в 2006 и 2009 гг. Начиная с 2007 г., в популяции патогена появились патотипы с геном вирулентности *r* 9, что привело к поражению ранее устойчивых сортов, возделываемых в области, таких как Терция, Дуэт, Тулеевская, Соната и др. [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 развитие 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 сороричей. 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 29, 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 на-

учными 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 м<sup>2</sup> сеялкой ССФК-7 М в двух-, трехкратной повторности. В качестве стандартов при изучении сортообразцов использованы сорта селекции 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 культур» [7]. Лабораторные исследования по определению устойчивости форм КАСИБ к бурой ржавчине в фазе проростков проводились в камере искусственного климата (Биотрон-4) с использованием бензимидазольного метода [8]. Отрезки листьев заражались тремя видами популяций (Омская, Новосибирская и Красноярская). 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].

### Результаты и их обсуждение

За 2000-2010 гг. работы сети КАСИБ через экологическое сортоиспытание прошло 368 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 2006 гг. показали, что устойчивость к бурой ржавчине и мучнистой росе проявили следующие формы: Омская 37 и Л. 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 7-8 КАСИБа было выявлено, что комплексную устойчивость к патогенам бурой и стеблевой ржавчины, а также мучнистой росы проявили Омская 38 (СибНИИСХ), Л. 776 и Л. 790 (НИИПББ, Отар), Эритроспермум

55/94-01-20 (Павлодарский НИИСХ) и Эритроспермум 78 (ОмГАУ) [14].

Ранее было показано, что кластеризация сортообразцов КАСИБ позволила выявить существенные различия между генотипами по изучаемым признакам. В таблице 1 приведены данные по вегетационному периоду и урожайности сортообразцов, включая формы КАСИБа за 2005-2010 гг.

Продолжительность вегетационного периода генотипов среднеранней группы спелости варьировала от 72 до 92, среднеспелой – от 81 до 99 и среднепоздней – от 85 до 104 сут. Ранги генотипов практически не менялись в годы изучения, за исключением 2010 г., когда значительная часть сортообразцов по вегетационному периоду классифицировалась как среднеспелые.

Как и следовало ожидать, максимальная урожайность отмечена у среднепоздних генотипов, формы среднераннего типа были менее продуктивными. Исключение составил 2009 г., когда сложившиеся климатические условия дали преимущество сортам среднераннего типа. Средний уровень урожайности по питомнику КАСИБ составил 2,85 т/га, а наиболее урожайные сортообразцы превышали сорта-стандарты на 12-17%.

В связи с тем, что в полевых условиях растения одновременно были поражены как бурой, так и стеблевой ржавчиной, объективно оценить формы на устойчивость к бурой ржавчине было затруднительно. В связи с этим устойчивость бурой ржавчине была проведена в лабораторных условиях. 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. Как правило, сорта селекции СибНИИСХ, ОмГАУ, Алтайского НИИСХ включаются в Госреестр РФ по 10- и 11-му регионам, поэтому изучаемый материал был инокулирован Омской, Новосибирской и Красноярской популяциями патогена. Спорообразцы этих популяций были авирулентны к изогенным линиям Lr 9, Lr 19, Lr 28, Lr 38 и частично авирулентны к Lr 24, Lr 26 и Lr 29. Отличительной особенностью красноярской популяции является наличие генов авирулентности r 3 и r 11. Коэффициенты сходства Омской и Новосибирской популяций превышали 90%, а коэффициенты сходства этих популяций с Красноярской составляли 35 и 37% соответственно.

Результаты оценки в климокамере показали, что устойчивость к Омской популяции проявили 13, Новосибирской – 11 и к Красноярской – 20 генотипов. Формы Ырым (НПЦ Зир, Атматы), Экада 85 (Экада), Л. 120-03 (ОмГАУ), Омская 39 (СибНИИСХ), Челябинская степная и Челябинская 75 (ЧНИИСХ) были резистентны к трем попу-

ляциям. 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 высо-

кой и умеренной устойчивостью к мучнистой росе характеризовались шесть 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 Л. 360/96-6 и Уралосибирская (ЗАО «Кургансемена») и Эритроспермум 78 (ОмГАУ) (табл. 2).

Таблица 1

Характеристика сортообразцов КАСИБ по длине вегетационного периода и урожайности, 2005-2010 гг.

Показатели	КАСИБ 6-7		КАСИБ 8-9		КАСИБ 10-11	
	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Среднеранние сорта						
Кол-во образцов, шт.	9	9	12	10	10	5
Вегет. период, сут.	78	76	84	88	93	88
Размах варьирования	72÷81	72÷80	80÷89	84÷89	86÷96	84÷92
Урожайность, т/га	2,38	2,30	1,74	1,82	2,63	4,04
Размах варьирования	1,6÷3,8	1,4÷3,4	1,2÷2,2	1,0÷2,5	1,9÷3,4	2,9÷5,2
Среднезрелые сорта						
Кол-во образцов, шт.	16	14	23	21	13	31
Вегет. период, сут.	84	83	92	92	98	96
Размах варьирования	81÷86	81÷84	90÷94	90÷93	97÷99	93÷99
Урожайность, т/га	2,77	2,49	1,76	2,03	2,84	4,08
Размах варьирования	1,8÷4,4	1,8÷3,3	0,7÷2,4	1,0÷3,4	2,4÷3,4	2,2÷5,7
Среднепоздние сорта						
Кол-во образцов, шт.	11	13	7	11	27	14
Вегет. период, сут.	88	87	96	97	102	102
Размах варьирования	87÷89	85÷89	95÷98	94÷99	100÷104	100÷104
Урожайность, т/га	3,28	3,05	2,12	2,15	2,53	4,18
Размах варьирования	2,3÷4,2	2,3÷4,4	0,7÷3,2	1,2÷2,9	1,2÷4,1	3,0÷5,2

Таблица 2

Оценка развития листовых заболеваний на формах КАСИБ и урожайность (СибНИИСХ, 2009 и 2010 гг.)

Сорт, линия	Происхождение	Бурая ржавчина, балл популяция патогена			Мучнистая роса, %	Стеблевая ржавчина, %	Урожайность, т/га
		омская	новосибирская	красноярская			
		3	4	5			
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
Памяти Азиева	Рег. ст. КАСИБ	4	4	4	80	80	3,64
Терция	Рег. ст. КАСИБ	3	4	4	70	80	2,71
Астана 2	Рег. ст. КАСИБ	4	4	4	70	70	3,63
Омская 35	Рег. ст. КАСИБ	4	4	4	60	50	3,72
Саратовская 29	Рег. ст. КАСИБ	4	4	4	80	70	2,59
Актюбе 1582	Актюб. СХОС	4	4	4	60	50	3,81
Велютинум 15	В.-Каз. НИИСХ	4	4	0	50	20	4,01
Ырым	НПЦ ЗиР	0	0	0	40	0	2,31
Жазира	Карабал. СХОС	4	4	3	80	80	3,17
Л. 1599	Караг. НИИРиС	4	4	4	50	80	4,29
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
Фитон С 41 ЧС	НПФ "Фитон"	4	4	4	40	15	2,32
Алтайская 110	АНИИСХ	1	1	0	60	50	2,69

1	2	3	4	5	6	7	8
Сибирск. альянс	АНИИСХ	3	2	0	60	50	2,89
ВК-1	КНИИСХ	2	4	2	50	30	3,57
Л. 415/00	Кургансемена	0	4	3	25	10	3,28
Уралосибирская	Кургансемена	2	2	0	40	5	4,22
Л. 43-04	ОмГАУ	3	3	0	60	60	3,78
Л. 120-03	ОмГАУ	0	0	0	70	10	4,49
Омская краса	СибНИИСХ	4	4	4	60	40	3,76
Омская 39	СибНИИСХ	0	0	0	50	10	3,61
Челяба степная	ЧНИИСХ	0	0	0	60	10	3,67
Челяба 75	ЧНИИСХ	0	0	0	70	5	3,57
Эритросперм. 78	ОмГАУ	1	0	0	50	20	3,52
НСР <sub>05</sub>							0,33

Рассчитанные коэффициенты корреляции между 9 признаками показали, что положительную среднюю связь имеют признаки устойчивости к листовым патогенам с продолжительностью вегетационного периода и массой 1000 зерен ( $r$  варьируют от 0,35 до 0,56). Таким образом, позднеспелые формы могут проявлять повышенную устойчивость к листовым патогенам и формировать более крупное зерно. Большинство форм, устойчивых к мучнистой росе, проявляют устойчивость и к стеблевой ржавчине ( $r = 0,56$ ).

В течение последних шести лет материал КАСИБа проходит 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). Наибольшую устойчивость к Ug 99 показали Омская 38 и Л. 307/97-23 (СибНИИСХ), Степная 62 (Актюб. СХОС), Челябинка 75 (ЧНИИСХ), Фитон 41 и Фитон 109 (НПФ «Фитон», Казахстан) [15].

#### Заключение

Обобщая полученные данные по изучению сортообразцов КАСИБ, следует отметить, что работа, проведенная в течение последних шести лет, привела к выделению наиболее перспективных генотипов, которые представляют интерес в качестве исходного материала для селекции. Так, сорта Ырым, Омская 37, Омская 38, Эритроспермум 78, Челябинка юбилейная и Челябинка 75, характеризующиеся высокой полевой устойчивостью к листовым патогенам в течение всего онтогенеза, рекомендуются для использования в селекции на устойчивость к листовым патогенам. Кроме того, сорта Омская 38, Степная 62, Л. 307/97-23, Фитон 41 и Эритроспермум 55/94-01-20 наряду с высокой урожайностью характеризовались также сочетанием повышенной устойчивости к листовым патогенам и высоким качеством зерна.

Всего из программы КАСИБ в гибридизацию нами было включено 86 лучших сортов и получено 362 гибридные комбинации,

которые в настоящее время изучаются на различных этапах селекционного процесса. Лучшие генотипы из разных кластеров были включены в селекционные программы по созданию новых коммерческих сортов.

#### Библиографический список

1. Сорты сельскохозяйственных культур селекции ГНУ СибНИИСХ / под общ. ред. Р.И. Рутца. – Омск, 2009. – 112 с.
2. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Эпифитотииология (экологические основы защиты растений). – Новосибирск, 1998. – 198 с.
3. Мешкова Л.В., Россеева Л.П. Тенденция увеличения вирулентности возбудителя бурой ржавчины пшеницы к эффективным генам устойчивости в Омской области // Современные средства, 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.1В. / 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 15<sup>th</sup> 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. – 269 с.
8. Михайлова Л.А., Квитко К.В. Лабораторные методы культивирования возбудителя бурой ржавчины // 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: метод. рекоменд. / В.А. Зыкин, Л.П. Россеева, И.А. Белан, Р.К. Кадиков. – СО РАСХН, СибНИИСХ, ФГОУ ВПО БГАУ. – Уфа, 2004. – 39 с.

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

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

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

13. Белан И.А., Россеева Л.П. Результативность работы казахстанско-сибирской

сети по изучению сортообразцов яровой мягкой пшеницы в условиях Омской области // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 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. Белан И.А. и др. Результативность работы казахстанско-сибирской сети по изучению яровой мягкой пшеницы // 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 12<sup>th</sup> International Cereal Rusts Powdery Mildews Conference, October 13-16, 2009. Antalya – Turkey. – P. 147.



УДК 633.58:631.8:632.93 (470.58)

А.А. Постовалов

## ВНЕСЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ КАК ПРИЕМ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К БОЛЕЗНЯМ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРОХА В КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Ключевые слова:** горох, корневая гниль, аскохитоз, урожайность, экономическая эффективность.

### Введение

Залогом получения высоких урожаев гороха является грамотная организация защиты растений от болезней путем применения агротехнических, химических и организационно-хозяйственных методов.

Большое значение в повышении урожайности гороха играют минеральные удобрения. Они оказывают существенное влияние на биологическую систему «почва-растение-урожай». Действие минеральных удобрений может быть выражено в следующем: восполняют недостаток питательных элементов в почве, повышают устойчивость растений к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды, а значит, оказывают прямое влияние на увеличение урожайности [1].

Одной из важных проблем, стоящих перед производителями сельскохозяйственной продукции, является повышение экономической эффективности производства путем снижения производственных затрат, основными статьями которых являются: оплата труда, стоимость семян, удобрений,

средств защиты растений, затраты на содержание основных средств и т.д.

В связи с этим актуальными являются исследования, направленные на изучение эффективности минеральных удобрений для защиты гороха от болезней.

### Объекты и методы исследования

Исследования проводились в 2005-2009 гг. путем постановки полевых опытов на опытном поле Курганской ГСХА.

Почва участка – чернозем выщелоченный маломощный малогумусный среднесуглинистый. Для исследований были взяты семена гороха сорта Аксайский усатый, районированного в Курганской области.

В опыте с минеральными удобрениями были приняты следующие варианты: контроль (удобрения не вносились), N<sub>20</sub> (мочевины), P<sub>40</sub> (суперфосфат двойной), N<sub>20</sub>P<sub>40</sub> (нитроаммофосфат), N<sub>20</sub>P<sub>40</sub>K<sub>20</sub> (нитроаммофоска). Удобрения вносились перед посевом под предпосевную культивацию.

Посев гороха проводили 25 мая, норма высева составляла 1,2 млн всх. зер/га, площадь опытной делянки – 25 м<sup>2</sup>. Предшественник – вторая пшеница после пара. Наблюдения за ростом и развитием растений, уборку урожая вели согласно методике го-