

# АГРОНОМИЯ

УДК 633.111 «321»:631.52:631.559:578.087.1

И.А. Белан,  
Л.П. Россеева,  
Ю.И. Зеленский

## РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ РАБОТЫ КАЗАХСТАНСКО-СИБИРСКОЙ СЕТИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

**Ключевые слова:** КАСИБ, генотип, устойчивость, патоген, экологическая пластичность, кластерный анализ, урожайность.

### Введение

В результате совместной работы казахстанских и сибирских ученых в 2000 г. была создана Казахстанско-Сибирская сеть (КАСИБ) по селекционному улучшению яровой пшеницы. В настоящее время сеть объединяет девять селекционных учреждений из Казахстана и пять – из России.

Целью КАСИБа является повышение эффективности селекции яровой пшеницы в обоих регионах путем взаимовыгодного обмена селекционным материалом, экологическим испытанием его и последующим вовлечением лучших форм в свои селекционные программы. Использование инорайонного материала увеличивает спектр формообразовательного процесса и генетическое разнообразие селекционных форм. Кроме того, экологическое изучение более объективно показывает уровень достигнутого прогресса в различных НИУ и адаптивный потенциал изучаемых сортов.

### Объекты и методы

В течение 2007 и 2008 гг. по программе КАСИБ в 14 географических пунктах Казахстана и России проводилось сравнительное изучение 42 генотипов. Генотипы, представленные сортами и перспективными селекционными линиями, высевались на делянках площадью 2-7 м<sup>2</sup>, в двух-трехкратной повторности. В качестве стандартов при изучении сортообразцов

использованы местные селекционные сорта среднеранней, среднеспелой и среднепоздней групп спелости. Оценка генотипов велась по урожайности и ряду других хозяйственно-ценных признаков.

Погодные условия в 2007 и 2008 гг. были довольно контрастны по большинству пунктов. В ряде пунктов сложились благоприятные условия для развития листовых патогенов, в других – отмечалось чередование засушливых и влажных периодов. Наблюдения и учётыв проводились в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [1]. В полевых условиях при оценке на устойчивость к листовым патогенам использовали интегрированную шкалу [2].

Результаты исследований статистически обработаны. Для классификации генотипов по ряду признаков применяли кластерный анализ. Расчеты проводили с использованием программного обеспечения «Statistica 6.0» [3-5].

Параметры экологической пластичности, индексы сред рассчитаны по Эберхарту, Расселу и Таю для генотипов в двухфакторном дисперсионном комплексе (42 генотипа, 9-11 пунктов изучения) [6, 7]. Данные методики предусматривают расчёт реакции генотипа на внешние условия и его стабильности в определённом диапазоне средовых ситуаций.

### Результаты и их обсуждение

Двухлетние исследования по 11 пунктам показывают, что генотипы различного агроэкологического происхождения по вегетационному периоду в основном были представлены среднеспелой группой –

45,2%, на долю среднеранней и среднепоздней приходилось по 26,2 и 28% соответственно. Распределение генотипов по группам спелости в изучаемых пунктах в 2007 г. в основном соответствовало распределению 2008 г. Это подтверждается коэффициентом корреляции рангов, предложенного Спирменом ( $r_s$ ), который равнялся 0,87, т.е. ранги генотипов практически не менялись в годы изучения. Продолжительность вегетационного периода генотипов среднеранней группы спелости варьировала – от 79,5 до 82,1, среднеспелой – от 82,3 до 85,1 и среднепоздней – от 85,2 до 88,3 суток. Рассчитанные коэффициенты вариации в изучаемых группах спелости не превышали 10%, что свидетельствует о слабом варьировании признака. Независимо от года и пункта изучения самый короткий период вегетации отмечен у сортов Степная 17, Памяти Азиева и Фитон 204, наиболее продолжительный имели ГВК 1914/15, Эритроспермум 55/94-01-20 и Предгорная 70.

Оценка на устойчивость в полевых условиях к листовым патогенам показала, что к возбудителю бурой ржавчины высокую устойчивость проявили лишь 3 (7,1%) генотипа, умеренную – 14 (33,3%), остальные относились к высоко и умеренно восприимчивым. К мучнистой росе пять сортообразцов (6,8%) проявили высокую устойчивость, восемь (19,0%) – умеренную, остальные поражались патогеном. Устойчивость к стеблевой ржавчине проявили 10 (23,8%) сортообразцов. Комплексную устойчивость к трем патогенам проявили Омская 38, Эритроспермум 55/94-01-20, Л. 776, Л.790 и Эритроспермум 78.

Большинство генотипов отличались высокой устойчивостью к полеганию, высота растений варьировала по годам в пределах 59-101 см. Короткостебельные формы были представлены среднеспелыми генотипами Л.752, Л.776 и Л.790, высота которых колебалась от 59 до 65 см. Высокорослые генотипы были в среднепоздней группе – Лютесценс 53/88-94-12, Эритроспермум 55/94-01-20 и Фитон 41. Их высота была выше стандарта и составляла 97-101 см. Однако они показали повышенную устойчивость к полеганию во всех пунктах изучения (балл 4). Расчет коэффициентов вариации показал более низкую амплитуду изменчивости у низкорослых (12%), чем у высокорослых генотипов (19-20%).

Средние значения массы 1000 зерен находились в пределах 30,5-39,4 г. Величина варьирования в группе среднеранних сортов колебалась от 30,4 до 39,2 г, среднеспелых – от 33,4 до 38,8 и среднепоздних – от 32,3-до 38,8 г, т.е. была незначительной (5,8-12,2%). Высокой массой тысячи зерен, достоверно превысившей стандарты в своих группах спелости, обладали: среднеранние генотипы Степная 1509/06 (39,2 г) и Лютесценс 529/00-10С (38,3 г); среднеспелые Лютесценс 158-01 (37,5 г) и Лютесценс 68 (38,8 г); среднепоздние Северянка (38,5 г) и Фитон 27 (38,8 г.).

Средний урожай зерна в опыте составил 2,3 т/га, с колебаниями по генотипам от 1,6 до 2,9 т/га. Среднеранний стандарт (2,0 т/га) достоверно превысили пять генотипов: А-125 (2,6 т/га), САД 101 (2,5 т/га), Лютесценс 529/00-10С (2,4 т/га) и др. При уровне урожая зерна среднеспелого стандарта – 2,4 т/га высокую урожайность сформировали пять генотипов, лучшие из них следующие: Эритроспермум 78 (2,9 т/га), Лютесценс 307/97-23 (2,7 т/га) и Лютесценс 716 (2,7 т/га). В группе среднепоздних по урожайности превысили стандарт (2,4 т/га) три генотипа – Челябинка юбилейная (2,7 т/га), Эритроспермум 55/94-01-20 (2,6 т/га) и Предгорная 70 (2,5 т/га). Генотипы, стабильно формирующие повышенную урожайность в большинстве пунктах изучения, представляют практический интерес для селекции.

В таблице представлены средние и пределы коэффициентов вариации по группам спелости. Данные показывают, что длина стебля и урожайность характеризуются значительной изменчивостью, это свидетельствует об их большей зависимости от условий выращивания. В неблагоприятных условиях среды генетический потенциал сортов по этим признакам не реализуется.

Так, в пунктах, характеризующихся неблагоприятными условиями (см. дендрограмму 1), генетический потенциал сортов по урожайности был реализован лишь на 32-58%. Продолжительность вегетационного периода и масса 1000 зерен имели низкие значения коэффициентов вариации, т.е. изменчивость в данных опытах в основном обусловлена разнообразием изучаемых генотипов. В неблагоприятных условиях реализация генетического потенциала по массе 1000 зерен ( $C_v < 10\%$ ) колебалась от 84 до 100%.

Коэффициенты вариации ( $C_v$ ) признаков по группам спелости, %

Признак	Группа спелости		
	среднеранняя	среднеспелая	среднепоздняя
Вегетационный период	7,6 7,0÷8,7	7,7 6,4÷9,9	6,9 5,9÷7,9
Длина стебля	18,2 15,0÷20,7	18,1 12,3÷21,7	18,9 14,4÷22,5
Масса 1000 зерен	9,1 5,8÷12,5	8,5 6,4÷12,2	7,8 6,4÷9,20
Урожайность	29,7 26,5÷33,8	31,1 23,6÷40,3	29,7 22,6÷38,7

Проведенный факториальный анализ выявил, что между годами исследований в изменчивости признаков наблюдались незначительные различия. Вклад генотипа был наиболее значителен по массе 1000 зерен – 34,8%, по урожайности он составил лишь 13,4%.

При расчете коэффициентов корреляции между рядом признаков установлено, что в оба года исследований наблюдалась связь между количеством выпавших осадков в пунктах и высотой растения ( $r = 0,77-0,84$ ), хотя на величине урожая это не сказалось. С другой стороны, отмечена тенденция положительной связи между количеством осадков и степенью поражения генотипов бурой ржавчиной ( $r = 0,36-0,39$ ) и отрицательная связь между урожайностью и степенью поражения генотипов бурой ржавчиной в 2008 г. ( $r = -0,23$ ).

Индексы сред рассчитаны по шести признакам для 42 генотипов по 9-11 пунктам изучения, в зависимости от наличия данных. Наихудшие индексы сред по всем признакам отмечены в пунктах Актюбе, Павлодар и Кустанай. Комфортные условия наблюдались в пунктах Карабалык, Караганда, Барнаул и Челябинск. Оставшиеся пункты характеризовались неоднозначными условиями выращивания. Например, в пункте Омск (СибНИИСХ) индекс среды по признаку высоты растений достигал +17,1, а по признаку урожайности -3,9. При изучении параметров экологической пластичности 42 генотипов различного агроэкологического происхождения установлено, что наиболее отзывчивыми по признаку урожайности являются генотипы среднеспелого типа. Коэффициент регрессии достигал 1,45 (Лютесценс 307/97-23). Параметр стабильности был достоверен в группе среднеранних генотипов – 2,46 (Лютесценс 1502). Лютес-

ценс 706 и Омская 38 имели коэффициенты регрессии больше 1 и высокую стабильность. Напротив, такие формы, как Линия 776 и Кайыр были отнесены к низкопластичным и нестабильным. К высокоадаптивным можно отнести такие генотипы, как А-125, Омская 38 и Предгорная 70. Достоверная стабильность, рассчитанная по Таю, была отмечена у генотипов Лютесценс 1502, Иридоуст, Фитон 204 и Лютесценс 706 [7].

Группировка пунктов испытания генотипов КАСИБ методом кластерного анализа представлена на дендрограмме 1. На ней с учетом урожайности генотипов в различных экологических точках (пунктах) пункты сгруппированы в два кластера. В первый кластер, объединивший шесть пунктов, вошли Актюбе, Кустанай «Фитон», Курган, Усть-Каменогорск, Омск (СибНИИСХ) и субкластер, представленный Павлодаром.

Эти пункты характеризовались неблагоприятными климатическими условиями и, как следствие, низким урожаем. Но если в первых трех пунктах наблюдался дефицит влаги, то в Усть-Каменогорске и Омске (СибНИИСХ) – ее избыток, вследствие этого – поражение болезнями. В Павлодаре в оба года получен наименьший урожай из-за засушливых условий. Во второй кластер вошли пункты с благоприятными условиями вегетации. В пунктах Карабалык, Караганда, Барнаул и Омск (ОмГАУ) урожайность была высокой. Челябинск, выделенный в отдельный субкластер, характеризовался в оба года высокой урожайностью и инфекционным фоном.

На рисунке 2 представлено графическое изображение (дендрограмма) результатов процесса последовательной классификации генотипов.

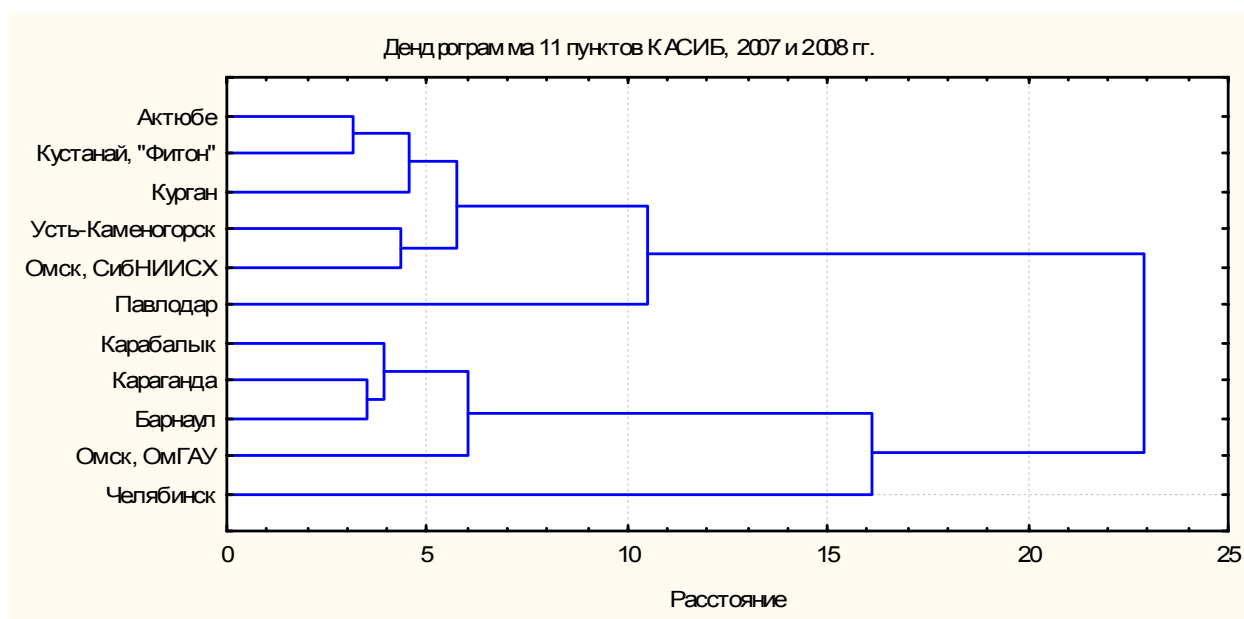


Рис. 1. Дендрограмма объединения 11 пунктов изучения генотипов яровой мягкой пшеницы программы КАСИБ, 2007 и 2008 гг.

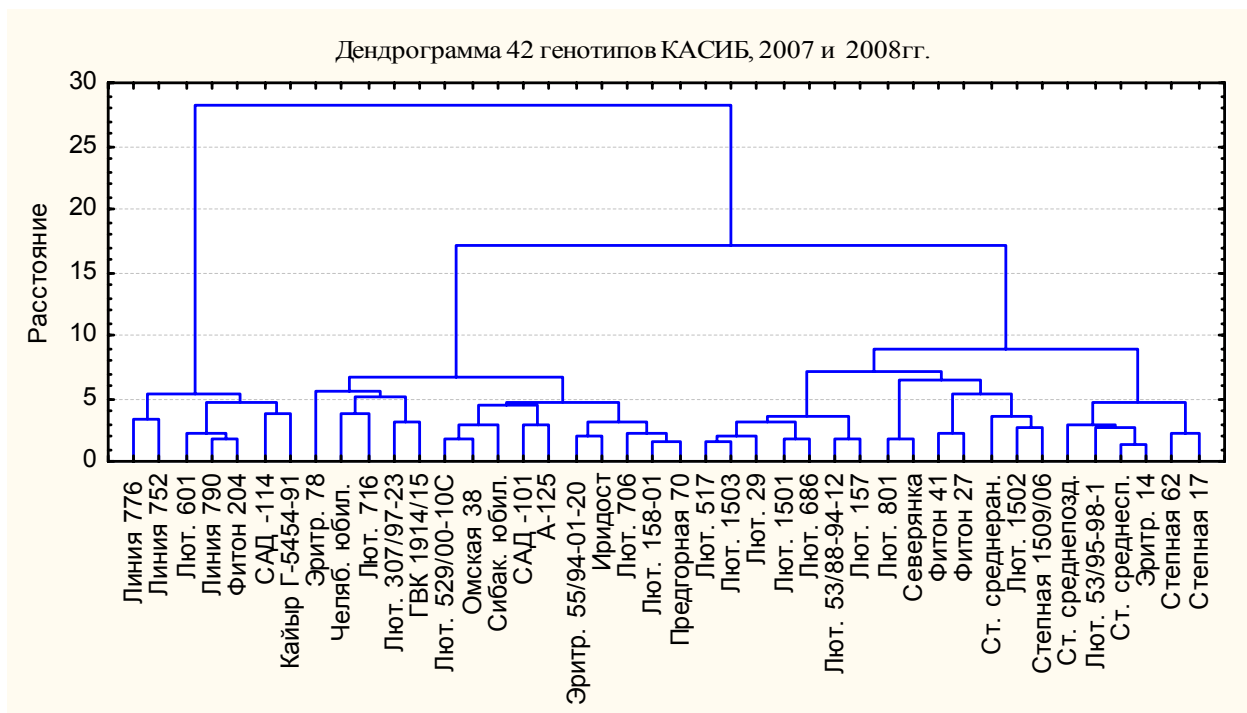


Рис. 2. Дендрограмма объединения 42 генотипов яровой мягкой пшеницы программы КАСИБ, 2007 и 2008 гг.

Анализируемые 42 генотипа были сгруппированы в три кластера. Эффективность проведенной классификации подтвердилась результатами дисперсионного анализа. Первый кластер объединил семь, второй – 15, а третий – 20 генотипов. Первый кластер представлен низкоурожайными, короткостебельными генотипами с пониженной массой 1000 зерен и слабым поражением патогенами. Во втором кластере находятся высокоурожайные генотипы с широким уровнем адаптации, в третьем – генотипы средней про-

дуктивности с умеренной устойчивостью к патогенам.

Самые высокие показатели по урожайности, массе 1000 зерен и устойчивости к листовым патогенам имели семь генотипов из второго кластера, которые в основном относились к среднеспелой группе.

Особо необходимо отметить генотипы Лютесценс 158-01, Омская 38 и Эритроспермум 55/94-01-20, в которых сочетались высокая урожайность с устойчивостью к листовым патогенам и массой 1000

зерен свыше 35 г. Генотипы Лютеценс 801, Степная 62 и Северянка проявили высокую устойчивость к листовым патогенам.

#### Заключение

В результате изучения 42 генотипов яровой мягкой пшеницы по вегетационному периоду, устойчивости к листовым патогенам, элементам структуры урожая за 2007 и 2008 гг. определены их параметры экологической пластичности и выявлены наиболее адаптивные генотипы.

Использование кластерного анализа позволило выявить существенные различия по изучаемым признакам генотипов программы КАСИБ. Гибридизация между генотипами, принадлежащими к различным кластерам, будет, очевидно, более эффективной, чем гибридизация в пределах кластера.

В результате проведенных исследований выделены перспективные формы, которые были включены в скрещивания с новыми сортами и перспективными линиями местной селекции. Это такие генотипы, как Омская 38, Степная 62, Лютеценс 158-01, А-125, Предгорная 70 и Эритроспермум 55/94-01-20. На базе этих форм получено 25 гибридных комби-

наций, которые включены в селекционный процесс.

#### Библиографический список

1. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. – М., 1985. – 269 с.
2. Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах членов СЭВ. – Прага, 1988. – 321 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
4. Макарова Н.В. Статистика в Excel: учеб. пособие / Н.В. Макарова, В.Я. Трофимец. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 386 с.
5. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных: учебник / А.А. Халафян. – 3-е изд. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. – 512 с.
6. Eberhart S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhart, W.A. Russell // Crop Sci. – Vol. 6. – 1966. – № 1. – P. 36-40.
7. Tai G.C.C. Genotypic stability analysis and application to Potato Regional Trials / G.C.C. Tai // Crop Sci. – Vol. 11. – 1971. – № 2. – P. 184-190.



УДК 635.1 (571.1)

**Р.Р. Галеев,  
Л.Н. Езепчук**

### ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ В РАЗНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОНАХ СИБИРИ

**Ключевые слова:** капуста белокочанная, регуляторы роста, площадь листьев, фотосинтетические параметры, сти-

муляция, иммунокоррекция, урожайность, качество продукции.