

Из приведенных данных следует, что разница между указанными вариантами существенна, $НСР_{05}$ равен 0,25 т/га. Содержание сырого протеина в сене многолетних трав составило в среднем 5,98%. Сравнивая результаты определений качества кормов за период 1998-2003 гг., необходимо отметить, что орошение сточными водами привело к увеличению содержания показателей качественного состава сена. Содержание тяжелых металлов в сене костреца безостого не превысило ПДК для кормовых культур.

Таким образом, урожайность сена многолетних трав на орошаемом участке оказалась выше по сравнению с неорошаемым в 1,8 раза, а на варианте с намораживанием - в 1,2 раза. При своевременной уборке в период исследований сено костреца безостого оценивалось 2-3-м классами. При несвое-

временной уборке (в период созревания семян) сено костреца безостого оценивалось как неклассное.

Итак, результаты исследований указывают на большую перспективность использования бытовых сточных вод для орошения кормовых культур.

Библиографический список

1. Аринушкина Е.В. Практическое руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. М., 1960. 487 с.
2. Оросительные системы с использованием сточных вод. Нормы проектирования ВСН 33-2.2.02-86. М., 1986. 85 с.
3. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.1.7.573-96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. 54 с.



УДК 631.1:631.526:631.520

**Ю.Н. Титов,
Ф.М. Стрижова**

ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РЕАКЦИЮ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ БЕЛКА

Актуальной проблемой современного растениеводства является повышение содержания белка в зерне пшеницы, так как белок играет важную роль в питании человека. Содержание белка - один из самых важных показателей качества зерна, который во многом определяет его технологические свойства [1].

Несмотря на сильную зависимость признаков качества зерна яровой пшеницы от условий произрастания, решающая роль в их обусловленности принадлежит генотипу [2, 3]. Поэтому внимание ученых сосредоточено на поиске сортов, устойчиво сочетающих высокую урожайность и повышенное содержание белка в различных почвенно-климатических условиях.

Объекты и методы проведения исследований

Оценка влияния условий произрастания на качество зерна яровой пшеницы была проведена по результатам собственных исследований, проведенных в условиях учхоза «Пригородное» в 2003-2005 гг., а также на основании результатов сортоиспытания на Михайловском ГСУ за 2003-2005 гг. (авторы статьи выражают свою признательность работникам сортоучастка за предоставленные данные).

Учебное хозяйство «Пригородное» находится в умеренно засушливой колочной степи Алтайского края. Почва опытного участка - чернозем выщелоченный, среднемощный, среднегумусный. Сроки посева были оптимальные

для данной зоны, норма высева - 4,5 млн шт. всхожих семян на 1 га. Предшественником в опытах был пар. Полевые опыты наблюдения, учеты и измерения растений проводили по методике Госсортиспытания. Объектом изучения служили 17 сортов яровой пшеницы разных групп спелости.

Михайловский ГСУ расположен в Западно-Кулундинской зоне. Характерной особенностью ее является значительная продолжительность солнечного сияния, большая сумма положительных температур при недостатке влаги, что способствует возникновению засушливой погоды, преимущественно в мае - июне. Сортоиспытание проводится по методике Госкомиссии по испытанию и охране селекционных достижений государственной инспектуры по сортоиспытанию. Нами была сделана выборка данных по тем же сортам, которые изучались в условиях учхоза «Пригородное».

Математико-статистическую обработку экспериментальных данных проводили по Б.А. Доспехову, оценку параметров адаптивных свойств сортов яровой пшеницы - по методам, предложенным S.A. Eberhart и W.A. Russel и G.C. Tai, в изложении В.А. Зыкина и др. Показатель гомеостатичности определяли по В.В. Хангильдину

Результаты исследований

Многофакторный дисперсионный анализ показал, что существенное влияние на степень проявления признака «содержание белка» оказывают экологические пункты, условия года, наследственные особенности сортов, а также взаимодействия между ними (табл. 1).

В целом по двум точкам испытания наибольшее влияние на признак «содержание белка» оказывали условия года (37,1%), пункты (17,8%) и взаимодействие «пунктыxгоды» (40,8%). Меньшее, но также существенное влияние на изменчивость рассматриваемого признака оказывают наследственные особенности сортов и другие генотип-средовые взаимодействия. Это не отрицает важную роль сортовых особенностей яровой пшеницы в формировании качественного зерна. Известно, что качество зерна зависит, прежде всего, от генетического потенциала сортов и спо-

собности реализовывать его в конкретных условиях произрастания [1].

В каждом из пунктов испытания наибольшее влияние на признак «содержание белка» оказывали условия года. Наследственными особенностями сортов обусловлено 4,44-4,63% изменчивости признака, что вполне согласуется с данными других авторов. Так, по данным В.М. Бебякина и др. [1], вклад сорта в формирование данного признака составлял около 1,7%.

В условиях учхоза «Пригородное» наиболее высокое содержание белка в зерне отмечалось у среднераннеспелых сортов Новосибирская-15 и Новосибирская-29, которые превосходили стандарт в этой группе сортов (сорт Алтайская-98) на 1,3 и 1,2% соответственно (табл. 2). Повышенный уровень признака наблюдался у сортов Алтайская-92, Алтайская-60 и Алтайская-325. Пониженное содержание белка в зерне формировали сорта среднепозднеспелой группы Алтайский простор и Омская-28. Сравнительно невысокий уровень признака отмечен у среднеспелых сортов Саратовская-29 и Светланка, которые в наших опытах уступили стандарту (сорт Алтайская-100). В целом по опыту отчетливо проявилась тенденция снижения содержания белка в зерне у сортов более поздних групп спелости в сравнении с более ранними. Так, среднее содержание белка по группам спелости составило: среднераннеспелые - 15,4%, среднеспелые - 14,6%, среднепозднеспелые - 13,6%.

Более высокая стабильность в проявлении признака «содержание белка» наблюдалась у сортов Алтайская-92, Новосибирская-15, Алтайская-325 (коэффициент вариации 6,4-6,8%). Эти же сорта проявили и более высокую гомеостатичность в опыте, что наряду со сравнительно высоким уровнем признака свидетельствует о ценности данных сортов для рассматриваемых условий. Наибольшая изменчивость в проявлении признака «содержание белка» отмечена у сортов Черныява-13, Омская-28 и Омская-32 (коэффициент вариации 13,1-14,8%). Они же характеризовались и более низкой гомеостатичностью, что снижает их ценность как возможных источников высокого качества зерна.

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа сортов яровой пшеницы по признаку «содержание белка», учхоз «Пригородное» – Михайловский ГСУ (2003-2005 гг.)

| Источник варьирования | Учхоз «Пригородное» | | Михайловский ГСУ | | Учхоз «Пригородное» - Михайловский ГСУ | |
|-----------------------|---------------------|--------------------|------------------|--------------------|--|--------------------|
| | средний квадрат | степень влияния, % | средний квадрат | степень влияния, % | средний квадрат | степень влияния, % |
| Пункты | - | - | - | - | 45,2** | 17,77 |
| Годы | 149,92** | 94,86 | 48,38** | 94,36 | 94,5** | 37,14 |
| Сорта | 7,02** | 4,44 | 2,37** | 4,63 | 8,0** | 3,14 |
| Пункты x годы | - | - | - | - | 103,8** | 40,82 |
| Пункты x сорта | - | - | - | - | 1,4** | 0,55 |
| Годы x сорта | 0,94** | 0,59 | 0,38** | 0,74 | 0,6** | 0,23 |
| Пункты x годы x сорта | - | - | - | - | 0,7** | 0,29 |

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

Таблица 2

Особенности формирования признака «содержание белка» сортами яровой пшеницы в условиях учхоза «Пригородное» и Михайловского ГСУ, (2003-2005 гг.)

| Сорта | Учхоз «Пригородное» | | | Михайловский ГСУ | | |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| | среднее содержание белка, % | коэффициент вариации, % | показатель гомеостатичности, H_{95} | среднее содержание белка, % | коэффициент вариации, % | показатель гомеостатичности, H_{95} |
| Алтайская-98, ст. | 15,2 | 8,7 | 175 | 14,4 | 8,6 | 168 |
| Алтайская-92 | 15,7 | 6,4 | 245 | 14,2 | 5,2 | 272 |
| Алтайская-99 | 14,5 | 12,1 | 119 | 13,6 | 6,8 | 200 |
| Новосибирская-15 | 16,5 | 6,9 | 239 | 14,7 | 3,7 | 398 |
| Новосибирская-29 | 16,4 | 11,8 | 138 | 15,3 | 6,1 | 252 |
| Омская-32 | 15,0 | 13,7 | 110 | 13,8 | 4,8 | 285 |
| Памяти Азиева | 14,7 | 12,5 | 117 | 13,9 | 6,4 | 219 |
| Чернява-13 | 15,0 | 14,8 | 101 | 14,2 | 6,7 | 213 |
| Алтайская-100, ст. | 14,4 | 10,5 | 137 | 13,8 | 6,3 | 220 |
| Алтайская-50 | 14,3 | 9,7 | 147 | 14,4 | 6,3 | 229 |
| Алтайская-60 | 15,5 | 8,9 | 175 | 14,3 | 6,9 | 207 |
| Алтайская-325 | 15,4 | 6,8 | 226 | 14,4 | 6,7 | 216 |
| Алтайская степная | 14,4 | 12,6 | 114 | 13,3 | 10,2 | 130 |
| Саратовская-29 | 14,1 | 8,6 | 163 | 13,6 | 6,0 | 229 |
| Светланка | 14,0 | 10,4 | 135 | 13,8 | 9,5 | 146 |
| Алтайский простор, ст. | 13,5 | 12,0 | 112 | 13,8 | 6,4 | 214 |
| Омская-28 | 13,6 | 13,1 | 104 | 13,5 | 5,9 | 229 |
| Среднее | 14,8 | - | - | 14,1 | - | - |
| НСР₀₅ | 0,66 | - | - | 0,59 | - | - |

В условиях Михайловского ГСУ наиболее высокое содержание белка в зерне формировал сорт Новосибирская-29, превышая стандарт в этой группе сортов на 1,3%. Повышенный уровень признака показал сорт Новосибирская-15. Пониженным уровнем белковости характеризовались сорта Алтайская степная, Омская-28, Саратовская-29, Алтайская-99, относящиеся к разным группам спелости. Несмотря на это, как и в условиях учхоза «Пригородное», здесь в целом по рассматриваемым сортам проявилась такая же тенденция

- снижение уровня признака у групп сортов более поздних групп спелости в сравнении с более ранними. Однако эта разница между группами сортов была менее выражена, чем в условиях учхоза «Пригородное»: среднераннеспелые - 14,3%, среднеспелые - 13,9, среднепозднеспелые - 13,7%.

Примечательно, что в среднем по сортам за анализируемый период времени содержание белка в условиях учхоза «Пригородное» было выше на 0,77%, чем в условиях Михайловского ГСУ. Однако эта разница не постоянна.

В 2003 и 2004 гг. средний уровень признака по изучаемым сортам был выше в условиях Михайловского ГСУ, соответственно, на 0,52 и 0,27% (абс.), что вполне соответствует разнице в почвенно-климатических условиях данных пунктов испытания. В 2005 г. содержание белка у всех без исключения сортов было ниже на 2,1-4,1%; выше — в условиях Михайловского ГСУ. Это было обусловлено крайне неблагоприятными условиями произрастания яровой пшеницы в условиях Михайловского ГСУ, проявившимися в сильной засухе, что нередко бывает в условиях данной зоны.

В условиях Михайловского ГСУ большей стабильностью в проявлении признака «содержание белка» отличались сорта Новосибирская-15, Омская-32, Алтайская-92. Они же, особенно сорт Новосибирская-15, проявили более высокую гомеостатичность. Более высокой вариабельностью в проявлении признака «содержание белка» отличались сорта Алтайская степная, Светланка, Алтайская-98. Им была присуща и пониженная гомеостатичность.

Анализ реакции сортов на факторы среды по параметрам адаптивных свойств показал следующее. Более высокую отзывчивость на изменение условий произрастания по признаку «содержание белка» проявил сорт Алтайская степная. Ему соответствуют более высокие оценки коэффициента регрессии (b_1) и параметра a_1 , достоверно отличающиеся, соответственно, от единицы и нуля в большую сторону (табл. 3).

На графике распределения сортов по зонам пластичности и стабильности по признаку «содержание белка» точка, соответствующая сорту Алтайская степная, расположена выше ветви параболы с $P = 0,05$, в зоне С, левее линии доверия (рис. 1). Последнее свидетельствует о повышенной стабильности сорта в узком смысле. На графике регрессии линия данного сорта имеет наклон больший, чем средняя по опыту (рис. 2).

Более высокой стабильностью в широком смысле характеризовался сорт Саратовская 29. Он имеет более низкие оценки коэффициента вариации, параметров b_1 и a_1 , достоверно отличающихся, соответственно, от единицы и нуля в меньшую сторону. На графике распределения сортов по зонам пластичности и

стабильности соответствующая ему точка находится ниже ветви параболы $P = 0,05$, в зоне В, а на графике регрессии его линия имеет меньший наклон, чем средняя по опыту. Кроме того, сорт Саратовская-29 характеризуется повышенной гомеостатичностью.

Однако сорта Саратовская-29 и Алтайская степная формируют сравнительно невысокое содержание белка. Так, на графике регрессии линии данных сортов расположены большей частью ниже средней по опыту, что в определенной мере снижает их ценность.

Остальные сорта данного набора в соответствии с методами G.C. Tai, S.A. Eberhart и W.A. Russell можно отнести к среднепластичным по признаку «содержание белка» [5, 6]. Тем не менее эти сорта различаются по характеру реакции на условия среды. На графике регрессии по признаку «содержание белка» наиболее высоко, значительно выше средней по опыту, расположены линии регрессии сортов Новосибирская-15 и Новосибирская-29. То есть как в сравнительно жестких условиях среды, так и относительно благоприятных эти сорта формируют высокий уровень признака, превосходя другие сорта данного набора. Несколько уступают им сорта Алтайская-92 и Алтайская-325, превышая уровень средней по опыту. При этом, судя по коэффициенту вариации, сорта Новосибирская-15, Алтайская-92 и Алтайская-325 проявили более высокую стабильность среди среднепластичных сортов, а также повышенную гомеостатичность.

Выводы

1. Определяющее влияние на изменчивость признака «содержание белка» яровой пшеницы оказывают условия среды. Вклад наследственных особенностей сортов значительно меньше (3,1-4,6%), но также важен.

2. Среди изучаемых сортов наиболее высокий уровень содержания белка в зерне в условиях обоих экологических пунктов при возделывании формировали сорта среднеранней группы спелости Новосибирская-15 и Новосибирская-29. Оба сорта проявили среднюю пластичность. В условиях учхоза «Пригородное» повышенным уровнем белковости отличались также сорта Алтайская-60 и Алтайская-325.

Адаптивность сортов яровой пшеницы по признаку «содержание белка»,
учхоз «Пригородное» – Михайловский ГСУ (2003-2005 гг.)

| Сорт | Коэффициент вариации, % | Показатель гомеостатичности, H_{om} | Параметры экологической пластичности | | | |
|------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|
| | | | по G.C. Tai | | по S.A. Eberhart и W.A. Russell | |
| | | | a_i | λ_i | b_i | $s^2_{a_i}$ |
| Алтайская-98, ст. | 8,8 | 168 | -0,020 | 2,91 | 0,980 | 0,18 |
| Алтайская-92 | 7,7 | 194 | -0,241 | 8,23 | 0,759 | 0,51 |
| Алтайская-99 | 10,3 | 137 | 0,127 | 1,26 | 1,127 | 0,08 |
| Новосибирская-158,11 | 8,1 | 192 | -0,161 | 9,90 | 0,839 | 0,61 |
| Новосибирская-29 | 9,9 | 160 | 0,203 | 3,38 | 1,203 | 0,21 |
| Омская-32 | 11,2 | 128 | 0,227 | 3,61 | 1,227 | 0,22 |
| Памяти Азиева | 10,2 | 141 | 0,132 | 1,17 | 1,132 | 0,07 |
| Чернява-13 | 11,6 | 126 | 0,317 | 2,24 | 1,317 | 0,14 |
| Алтайская-100, ст. | 8,8 | 161 | -0,029 | 0,28 | 0,971 | 0,02 |
| Алтайская-50 | 7,9 | 181 | -0,167 | 3,61 | 0,833 | 0,22 |
| Алтайская-60 | 8,8 | 169 | -0,059 | 5,94 | 0,941 | 0,37 |
| Алтайская-325 | 7,4 | 201 | -0,206 | 2,61 | 0,794 | 0,16 |
| Алтайская степная | 12,0 | 116 | 0,297* | 0,77 | 1,297* | 0,05 |
| Саратовская-29 | 7,4 | 186 | -0,211* | 0,62 | 0,789* | 0,04 |
| Светланка | 9,7 | 144 | -0,078 | 8,93 | 0,922 | 0,55 |
| Алтайский простор, ст. | 9,4 | 145 | -0,112 | 7,18 | 0,888 | 0,44 |
| Омская-28 | 9,9 | 137 | -0,020 | 5,55 | 0,980 | 0,34 |

* $P < 0,05$; (для коэффициента регрессии b_i приведена значимость отклонения от единицы).

3. Повышенную отзывчивость на условия среды по содержанию белка показал сорт Алтайская степная, а повышенную стабильность в широком смысле - сорт Саратовская 29. При этом оба сорта уступали по уровню проявления признака большинству изучаемых сортов. Более высокой гомеостатичностью характеризовались сорта Алтайская-325, Алтайская-92, Новосибирская-15.

Библиографический список

1. Бебякин В.М. Взаимосвязь между признаками качества зерна твердой пшеницы: сезонные и региональные эффекты / В.М. Бебякин, Л.Н. Злобина // Селекция и семеноводство. 1995. № 4. С. 10-13.
2. Сапега В.А. Урожайность яровой пшеницы и климатическая составляющая ее изменчивости в условиях Северного Казахстана / В.А. Сапега, Г.Ш. Турсумбекова // Зерновое хозяйство. 1995. № 1. С. 16-19.

3. Ремесло В.Н. Проблемы повышения качества зерна / В.Н. Ремесло, А.А. Созинов, Н.В. Турбин и др. М.: Колос, 1977. 303 с.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

5. Зыкин В.А. Экологическая пластичность сортов яровой пшеницы в условиях Южной лесостепи / В.А. Зыкин, И.А. Белан // Экологическая пластичность сортов сельскохозяйственных культур в Западной Сибири: науч.-техн. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИСХ. 1989. Вып. 5-6. С. 3-13.

6. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ / В.А. Зыкин, В.В. Мешков, В.А. Сапега. Новосибирск, 1984. 24 с.

7. Хангильдин В.В. Гомеостаз компонентов урожая зерна и предпосылки к созданию модели сорта яровой пшеницы / В.В. Хангильдин // Генетический анализ количественных признаков растений. Уфа: БФ АН СССР, 1979. С. 5-39.

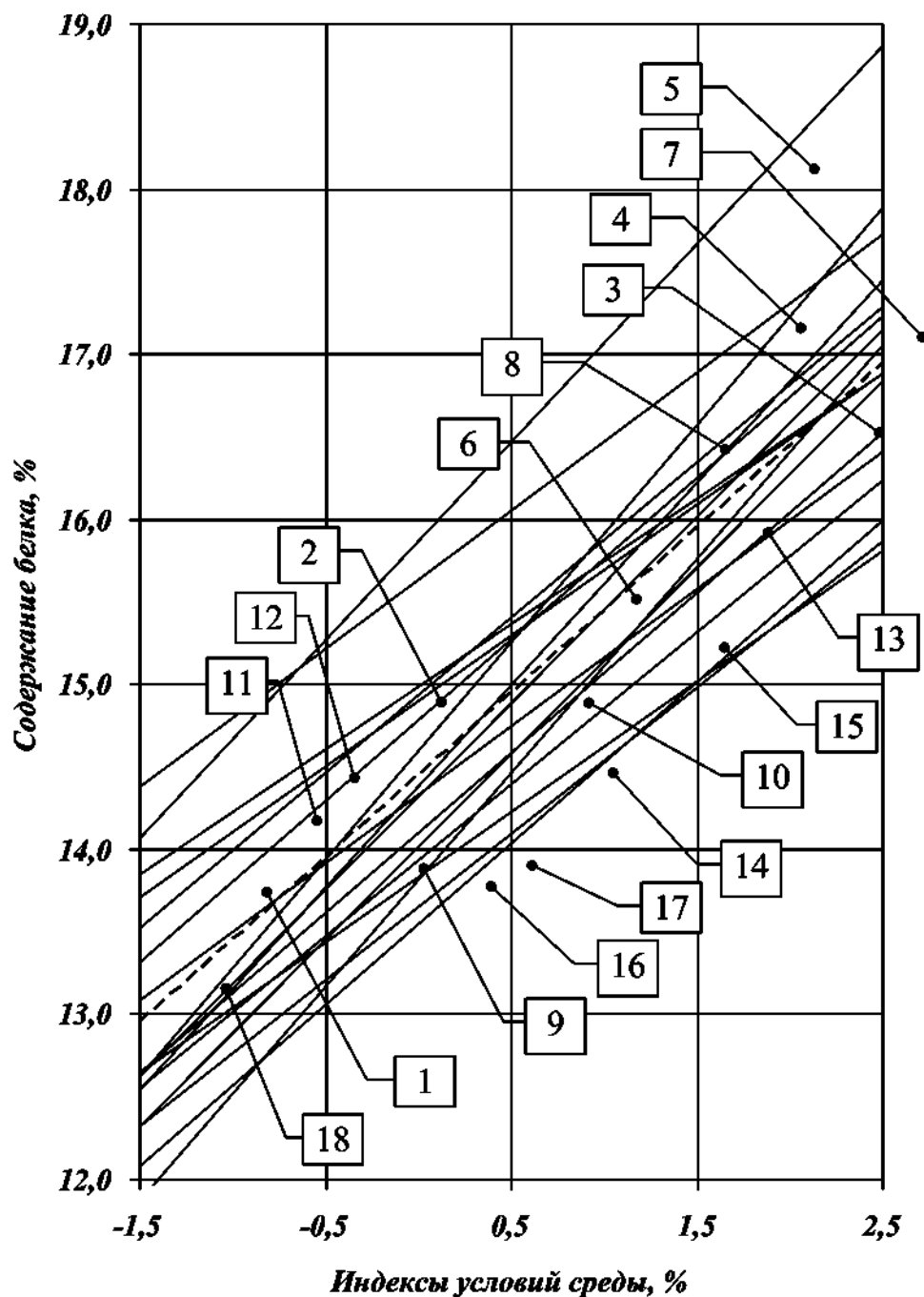


Рис. 2. Линии регрессии сортов яровой пшеницы на условия среды по признаку «содержание белка»:
 1 – Алтайская-98; 2 – Алтайская-92; 3 – Алтайская-99; 4 – Новосибирская-15;
 5 – Новосибирская-29; 6 – Омская-32; 7 – Памяти Азиева; 8 – Черныя-13;
 9 – Алтайская-100; 10 – Алтайская-50; 11 – Алтайская-60; 12 – Алтайская-325;
 13 – Алтайская степная; 14 – Саратовская-29; 15 – Светланка; 16 – Алтайский простор;
 17 – Омская-28; 18 – средняя

