

References

1. Rutts R.I. Selektionnyi tsentr SibNIISKh – flagman sibirskoi seleksii // Vestnik VOGiS. – 2005. – Т. 9. – № 3. – С. 357-360.
2. Golovochenko A.P. Osobennosti adaptivnoi seleksii yarovoi myagkoi pshenitsy v lesostepnoi zone srednego Povolzh'ya: monografiya. – Kinel', 2001. – 380 s.
3. Zhuchenko A.A. Ekologicheskaya genetika kul'turnykh rastenii kak samostoyatel'naya nauchnaya distsiplina. Teoriya i praktika. – Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2010. – 485 s.
4. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: obshchaya chast'. – M., 1985. – Вып. 1. – 269 s.
5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1979. – 415 s.
6. Sistema zashchity rastenii v resursosberegayushchikh tekhnologiyakh / pod red. V.V. Nemchenko. – Kurtamysh, 2011. – 525 s.
7. Kozlova G.Ya., Antipova G.P., Belan I.A. Izmenenie listovoi poverkhnosti yarovoi myagkoi pshenitsy v protsesse dlitel'noi seleksii v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 4. – С. 11-16.
8. Rosseev V.M., Belan I.A., Rosseeva L.P. Testirovanie in vitro yarovoi myagkoi pshenitsy i yachmenya na ustoichivost' k neblagopriyatnym abioticheskim faktoram sredy // Doklady RASKhN. – 2010. – № 3. – С. 14-16.
9. Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy). Teoriya i praktika. – M.: Agrorus, 2008. – Т. 1. – 814 s.
10. Buyanova M.A., Evdokimova O.A., Kumakov V.A., Peretyatko A.I. Evolyutsiya potentsial'noi produktivnosti i zasukhoustoichivosti v protsesse seleksii yarovoi myagkoi pshenitsy na Yugo-Vostoke // Mezhdunarodnaya konferentsiya «Fiziologiya rastenii – osnova fitbiotekhnologii». – Penza, 2003. – С. 201-202.
11. Khramtsov I.F., Popolzukhin P.V., Vasilevskii V.D. Povyshenie effektivnosti sistemy semenovodstva zernovykh kul'tur v Zapadnoi Sibiri // Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka. – 2014. – № 1-2 (10-11). – С.16-19.



УДК 631.522/.524

А.Н. Кадычegov, А.Н. Бородиня, В.И. Кадычegovа
A.N. Kadychegov, A.N. Borodunya, V.I. Kadychegovа

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКА НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ

FORECROP EFFECT ON THE ECOLOGICAL FLEXIBILITY AND YIELD STABILITY OF SPRING SOFT WHEAT VARIETIES OF DIFFERENT RIPENESS GROUPS IN THE STEPPE ZONE OF SOUTHERN CENTRAL SIBERIA

Ключевые слова: пшеница, мягкая, яровая, фактор, доля фактора, урожайность, предшественник, пластичность, стабильность.

В качестве исходного материала взято десять сортов яровой мягкой пшеницы. Опыт был заложен на Ширинском ГСУ по пару и пшенице с 2009 по 2014 гг. Расчет экологической пластичности, проведен по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell (1966). Доминирующее влияние на изменчивость урожайности оказывал фактор «сорт». Доля его влияния на формирование признака была по пару 89%, по пшенице – 93,8%. Взаимодействие между факторами достоверно при 5%-ном уровне значимости и составляет 1%. На основе анализа индексов условий среды можно отметить, что в 2009 г. сложились благоприятные условия для формирования урожайности как по пару, так и по предшественнику пшеница. В 2011 г. условия для формирования урожая по пару были отрицательными, а по пшенице – положительными. Разнонаправленное действие условий среды в сравнении с 2011 г. отмечено в 2012 г. Наиболее отзывчивым на изменение уровня урожайности по

пару оказались сорта Алтайская 99 и Омская 32 (при повышении уровня урожайности на 1 т/га они увеличивали свой на 1,21). Данные сорта были наиболее отзывчивыми на улучшение условий выращивания и по зерновому предшественнику. По пару наибольшая средняя урожайность отмечена у сорта Алтайская 70, однако он отнесен к группе сортов, у которых $b_1 = 1$, что указывает на полное соответствие изменения урожайности сорта изменению условий выращивания. Сорт Алтайская 110 показал за годы испытания среднюю урожайность 3,04 т/га и коэффициент регрессии по пару 1,05. Сорта Алтайская 70 и Алтайская 110 имели наиболее высокую урожайность и по зерновому предшественнику. По пару наименьшее значение среднеквадратического отклонения (σ_d^2) имели сорта Новосибирская 29, Алтайская 99 и Омская 33. По зерновому предшественнику низким показателем σ_d^2 по стабильности урожайности выделился сорт Новосибирская 29. По пару между сортами Новосибирская 29 и Алтайская 70, Алтайская 70 и Алтайская 99, а также сортами Алтайская 70 и Омская 33 различия по величине показателя стабильности σ_d^2 достоверны.

Keywords: *spring soft wheat, factor, factor contribution, crop yielding capacity, forecrop, flexibility, stability.*

Ten varieties of spring soft wheat were studied at the Shirinskiy State Variety Trial Station over the 2009 to 2014 period; a fallow field and spring wheat were the forecrops. The ecological flexibility was calculated according to S.A. Eberhart and W.A. Russell (1966). The factor of "variety" produced the greatest effect on yield variability. The contribution of this factor on the formation of the character made 89% after fallow and 93.8% after wheat as a forecrop. The analysis of the environmental conditions showed there were favorable conditions for grain yield formation in 2009 after both forecrops. In 2011 the weather conditions were un-

favorable for grain yield after fallow and favorable after wheat as a forecrop. Oppositely directed conditions were observed in 2012. The varieties Altayskaya 99 and Omskaya 32 grown after fallow were the most high-yielding ones. Those varieties were the most responsive to being grown after wheat. The variety Altayskaya 70 grown after fallow produced the highest grain yield; it had $b_i = 1$, i.e. full accordance of the change of environment and grain yield. The variety Altayskaya 110 had the average grain yield of 3.04 t ha. The varieties Altayskaya 110 and Altayskaya 70 produced the highest grain yield when grown after wheat as a forecrop. The varieties Novosibirskaya 29, Altayskaya 99 and Omskaya 33 showed high grain yield stability and significant superiority over the Altayskaya 70 variety.

Кадычegov Алексей Николаевич, к.с.-х.н., доцент, с.н.с., зав. каф. агрономии, Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан. E-mail: kadychegov@mail.ru.

Бородыня Александр Николаевич, к.с.-х.н., зав., Ширинский сортоиспытательный участок ФГБУ «Госсорткомиссия» по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва. Тел.: (39035) 95699. E-mail: nikolaenko_sport@mail.ru.

Кадычegov Валентина Ивановна, к.с.-х.н., доцент, каф. агрономии, Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан. E-mail: kadychegov@mail.ru.

Kadychegov Aleksey Nikolayevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Senior Staff Scientist, Head, Chair of Agronomy, Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan. E-mail: kadychegov@mail.ru.

Borodynya Aleksandr Nikolayevich, Cand. Agr. Sci., Head, Shirinskiy Variety Trial Station, FGBU «Gossortkomissiya» in the Krasnoyarsk Region, Republic of Khakassia and Republic of Tuva. Ph.: (39035) 95699. E-mail: nikolaenko_sport@mail.ru.

Kadychegov Valentina Ivanovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy, Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan. E-mail: kadychegov@mail.ru.

Введение

Внедрение сортов с повышенной адаптивностью в производство, особенно при его состоянии, позволяет стабилизировать среднюю урожайность в регионе. Понятие «адаптивность» трактуется многими авторами. Как считает Л.П. Косяненко, для свойства адаптивности (приспособленности), отражающей все многообразие отношений с окружающей средой, характерно единство таких противоположностей, как пластичность (изменчивость) и стабильность (устойчивость) [1]. В связи с этим считает, что термины «адаптивность», «экологическая пластичность», «экологическая устойчивость» могут заменять и дополнять друг друга.

Понятия «пластичность» и «стабильность» требуют более детальной трактовки, так как они использованы в оценке экспериментального материала в данном исследовании.

Понятие «пластичность» и «стабильность» характеризуют потенциал модификационной и генотипической изменчивости отдельных признаков у видов растений. Пластичность, то есть способность к изменчивости признаков, а также стабильность их под действием экологических факторов считаются неотъемлемыми и необходимыми свойствами адаптивности [2].

Наиболее часто в научных исследованиях предпочтение отдают методике, которую разработали S.A. Eberhart, W.A. Russell [3].

Метод Эберхарта и Расселла (S.A. Eberhart, W.A. Russell) основан на расчете двух параметров: коэффициента линейной регрессии (b_i) и дисперсии (σ_d^2). Первый показывает отклик генотипа на улучшение условий выращивания, а второй характеризует стабильность сорта в различных условиях среды [4]. Коэффициент линейной регрессии урожайности сортов b_i показывает их реакцию на изменение условий выращивания. Он может принимать значения больше и меньше 1, а также быть равным 1. Чем выше значение коэффициента $b_i > 1$, тем большей отзывчивостью обладает данный сорт. Такие сорта требовательны к высокому уровню агротехники, так как только в таком случае от них можно получить максимум отдачи. В случае $b_i < 1$ сорт реагирует слабее на изменение условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых сортов. Такие сорта авторы рекомендуют лучше использовать на экстенсивном фоне, где они дадут максимум отдачи при минимуме затрат. При условии $b_i = 1$ имеется полное соответствие изменения урожайности сорта изменению условий выращивания.

Параметры b_i и σ_d^2 необходимо использовать при комплексной оценке сорта и особенно при определении реакции генотипа на варьирующие условия внешней среды, в том числе и при выборе предшественника.

Цель исследования – определить параметры экологической пластичности и стабильности сортов яровой мягкой пшеницы в степной зоне юга Средней Сибири в зависимости от предшественника.

Условия и методика проведения исследования

В качестве исходного материала взято десять сортов яровой мягкой пшеницы: Новосибирская 29, Алтайская 70, Алтайская 99, Новосибирская 15, Новосибирская 31 и Омская 33, Алтайская 110, Безим, Кантегирская 89, Омская 32.

Опыт был заложен на Ширинском ГСУ по пару и пшенице с 2009 по 2014 гг. Работа выполнялась в рамках договора между ХГУ им. Н.Ф. Катанова и инспектурой ГК по сортоиспытанию и охране селекционных достижений по Красноярскому краю, Республики Хакасия и Тыва.

Опыты закладывались по методике государственного сортоиспытания [5].

Для расчёта вклада изучаемых факторов проведен двухфакторный дисперсионный анализ по методике в изложении Б.А. Доспехова [6].

Статистическая обработка данных проведена с помощью пакета программ FieldExpert Д.Н. Акимова [7], расчет экологической пластичности – по методике Эберхарта и Расселла (S.A. Eberhart, W.A. Russell) [3].

Результаты исследования

Согласно методике Эберхарта и Расселла проведен расчёт взаимодействия «генотип x среда» для всей выборки сортов на основе двухфакторного дисперсионного анализа (табл. 1). Исследование осуществлено с учётом факторов «год» и «сорт» независимо для каждого предшественника. Доминирующее влияние на изменчивость показателя оказывал фактор «сорт». Доля его влияния на

формирование признака была по пару 89% и по пшенице – 93,8%. Фактор «год» только на 10% определял урожайность яровой мягкой пшеницы по пару и на 5,2% – по зерновому предшественнику. Взаимодействие между факторами достоверно при 5%-ном уровне значимости и составляет 1% (табл. 1).

Влияние условий выращивания в годы исследования можно охарактеризовать через индексы условий среды I_j (табл. 2).

По результатам наиболее благоприятные условия по пару сложились:

1 (2009) - $I_j = +1,02$;

2 (2012) - $I_j = +0,58$;

худшие:

3 (2010) - $I_j = -0,86$;

4 (2014) - $I_j = -0,61$.

По зерновому предшественнику лучшие условия для формирования урожайности сложились:

1 (2009) - $I_j = +0,69$;

2 (2011) - $I_j = +0,59$;

худшие:

3 (2010) - $I_j = -0,39$;

4 (2013) - $I_j = -0,35$.

Следует учитывать, что лучшие условия для роста и развития сортов складываются при положительном значении индекса среды и худшие – при отрицательном. На основе анализа индексов условий среды можно отметить, что в 2009 г. сложились благоприятные условия для формирования урожайности как по пару, так и по предшественнику пшеница (табл. 2). В 2011 г. условия для формирования урожая по пару были отрицательными, по пшенице – положительными. Разнонаправленное действие условий среды отмечены в 2012 г., где по пару $I_j = +0,58$, по пшенице – $I_j = -0,2,6$.

Реакция сортов на изменение условий выращивания проанализирована на основе коэффициента линейной регрессии урожайности сортов b_i и дисперсии (σ^2_d) (табл. 3).

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта

Источник варьирования	Пар			Пшеница		
	доля фактора	Fфакт.	F 05	доля фактора	Fфакт.	F 05
Сорта (А)	89,0	4928,9	2,30	93,8	2270,56	2,30
Годы (В)	10,0	576,1	1,97	5,2	126,40	1,97
Взаимодействие (Ах В)	1,0	50,4	1,48	1,0	24,00	1,48

Таблица 2

Индексы условий среды I_j

Предшественник	Годы					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Пар	1,02	-0,86	-0,03	0,58	-0,10	-0,61
Пшеница	0,69	-0,39	0,59	-0,26	-0,35	-0,28

Урожайность и показатели экологической пластичности и стабильности сортов яровой мягкой пшеницы (в среднем за 2009-2014 гг.)

Сорт	Пар			Пшеница		
	урожайность, т/га	b_i	σ^2_d	урожайность, т/га	b_i	σ^2_d
Новосибирская 29	2,66	0,80	0,01	1,25	1,00	0,01
Алтайская 70	3,21	0,99	0,09	1,55	1,08	0,01
Алтайская 99	2,70	1,21	0,01	1,42	1,26	0,03
Новосибирская 15	2,28	0,85	0,05	1,10	0,80	0,06
Новосибирская 31	2,89	0,72	0,04	1,33	0,82	0,02
Омская 33	2,72	1,18	0,01	1,46	1,10	0,01
Алтайская 110	3,04	1,05	0,03	1,55	0,97	0,01
Безим	2,17	0,93	0,07	1,17	0,89	0,02
Кантегирская 89	2,65	1,05	0,03	1,41	0,88	0,02
Омская 32	2,64	1,21	0,07	1,40	1,21	0,04
Среднее	2,70			1,36		
НСР ₀₅	0,035			0,037		

Из выборки изучаемых сортов наиболее отзывчивым по пару на изменение уровня урожайности за годы исследований оказались сорта Алтайская 99 и Омская 32 (при повышении уровня урожайности на 1 т/га они увеличивали свою на 1,21). Данные сорта были наиболее отзывчивыми на улучшение условий выращивания и зерновому предшественнику ($b_i = 1,26$ и $b_i = 1,21$ соответственно) (табл. 3).

К группе сортов, слабо реагирующих по пару на улучшение условий выращивания, отнесены сорта Новосибирская 31, Новосибирская 29, Новосибирская 15 (с повышением уровня урожайности на 1 т/га они увеличивают свою только на 0,72 и 0,80 и 0,85 т/га соответственно) и пшеница по пшенице – Новосибирская 15, Новосибирская 31, Безим и Кантегирская 89 ($b_i = 0,80$; $b_i = 0,82$; $b_i = 0,89$ и $b_i = 0,88$ соответственно) (табл. 3).

Особый интерес вызывают сорта, имеющие наиболее высокую урожайность и коэффициент регрессии больше единицы. За шесть лет испытания по пару наибольшая средняя урожайность отмечена по сорту Алтайская 70, однако он отнесен к группе сортов, у которых b_i находится в пределах 1, что указывает на полное соответствие изменения урожайности сорта изменению условий выращивания. Сорт Алтайская 110 показал за годы испытания среднюю урожайность по пару 3,04 т/га, что на 0,34 т/га больше средней урожайности по опыту. Коэффициент регрессии данного сорта по пару составил только 1,05. Сорта Алтайская 70 и Алтайская 110 имели наиболее высокую урожайность и по зерновому предшественнику и $b_i = 1,08$ и $b_i = 0,97$ соответственно.

Среднеквадратическое отклонение (стабильность σ^2_d) позволило разделить сорта на условные группы в пределах выборки как по пару, так и по зерновому предшественнику.

По пару наименьшее значение среднеквадратического отклонения (σ^2_d) имели сорта Новосибирская 29, Алтайская 99 и Омская 33. По зерновому предшественнику низким показателем σ^2_d по стабильности урожайности выделился сорт Новосибирская 29, Алтайская 70.

Оценку различий по стабильности урожайности σ^2_d сортов в изучаемой выборке можно получить с помощью F-критерия. В нашем примере сорта, для которых $F_{\phi} > 3,84$, существенно различаются по стабильности. Как показывают результаты сравнения по F-критерию, различия по величине показателя стабильности σ^2_d между сортами по зерновому предшественнику в большинстве случаев незначительны ($F_{\phi} < F_{05}$). По пару, например, между сортами Алтайская 70 и Алтайская 99, а также сортами Алтайская 70 и Омская 33 различия по величине показателя стабильности σ^2_d значительны. Это говорит о высокой стабильности сортов Алтайская 99, Омская 33 и их достоверном превосходстве над сортом Алтайская 70.

Выводы

1. Доминирующее влияние на изменчивость урожайности оказывал фактор «сорт». Доля его влияния на формирование признака была по пару 89%, по пшенице – 93,8%.

2. Наиболее отзывчивыми на изменение уровня урожайности по пару оказались сорта Алтайская 99 и Омская 32. Данные сорта были наиболее отзывчивыми на улучшение условий выращивания и по зерновому предшественнику.

3. По пару наименьшее значение среднеквадратического отклонения (σ^2_d) имели сорта Новосибирская 29, Алтайская 99 и Омская 33. По зерновому предшественнику низким показателем σ^2_d по стабильности урожайности выделился сорт Новосибирская 29.

4. По пару между сортами Алтайская 70 и Алтайская 99, а также сортами Новосибирская 29 и Алтайская 70, Алтайская 70 и Омская 33 различия по величине показателя стабильности σ^2_d достоверны. Это говорит о высокой стабильности сортов Новосибирская 29, Алтайская 99, Омская 33 и их достоверном превосходстве над сортом Алтайская 70.

Библиографический список

1. Косяненко Л.П. Серые хлеба в Восточной Сибири. – Красноярск, 2008. – 300 с.
2. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов. – Уфа: Изд-во Башкирского государственного аграрного ун-та, 2005. – 44 с.
3. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Jorp Sci. – 1966. – V. 6; 1966. – № 1. – P. 36-40.
4. Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: метод. рекомендации. – Новосибирск, 1984. – 24 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1989. – Вып. 2. – 279 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агрпромиздат, 1985. – 352 с.
7. Акимов Д.Н. Программа обработки данных полевого опыта FieldExpert vl.3 Pro. – [Электронный ресурс]. – Приклад. программа (728 Кб) / Д.Н. Акимов / ФГНУ «Государственный координационный центр информационных технологий», Отраслевой фонд

алгоритмов и программ, номер ФАП 9455 от 14.11.2007. – 1 электрон. диск (CD-ROM). – Системные требования: MS Excel 2003 или выше; дисковод CD-ROM. – Загл. с этикетки диска.

References

1. Kosyanenko L.P. Serye khleba v Vostochnoi Sibiri. – Krasnoyarsk, 2008. – 300 s.
2. Metodika rascheta i otsenki parametrov ekologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii / V.A. Zykin, I.A. Belan, V.S. Yusov. – Ufa: Izd-vo Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2005. – 44 s.
3. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6 (1). – P. 36-40.
4. Zykin V.A., Meshkov V.V., Sapega V.A. Parametry ekologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii, ikh raschet i analiz: metod. rekomendatsii. – Novosibirsk, 1984. – 24 s.
5. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. – M.: Kolos, 1989. – Vyp. 2. – 279 s.
6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 352 s.
7. Akimov D.N. Programma obrabotki dannykh polevogo opyta FieldExpert vl.3 Pro. – [Elektronnyi resurs]. – Priklad. programma (728 Kb) / FGNU «Gosudarstvennyi koordinatsionnyi tsentr informatsionnykh tekhnologii», Otrasleyvoi fond algoritmov i programm, nomer FAP 9455 ot 14.11.2007. – 1 elektron. disk (SD-ROM). – Sistemnye trebovaniya: MS Excel 2003 ili vyshe; diskovod CD-ROM. – Zagl. s etiketki diska.



УДК 633.11"321":581.1.032.3

С.Б. Лепехов
S.B. Lepexhov

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕЛЕКЦИИ
ПОЗДНЕСПЕЛЫХ СОРТОВ
ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ**

**THE PHYSIOLOGICAL PROBLEMS OF BREEDING SPRING
SOFT WHEAT LATE-RIPENING VARIETIES IN THE ALTAI REGION**

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, позднеспелый сорт, флаговый лист, предфлаговый лист, продуктивное кущение, высота растения, засуха, урожайность, степной экологический тип, селекция растений.

Для степной зоны Алтайского края необходимы новые сорта яровой мягкой пшеницы, среди которых должны преобладать среднепоздние и поздне-спелые. Селекция таких сортов осложнена отсут-

ствием фундаментальных знаний об их развитии в условиях засухи различной продолжительности. Описаны физиологические особенности сортов различных групп спелости на фоне естественной засухи 2013 и 2014 гг. В соответствии с методикой В.А. Кумакова изучено распределение биомассы между органами растений яровой мягкой пшеницы. В условиях затяжной раннелетней засухи побеги кущения практически полностью отмирают, суточный прирост биомассы замедляется, период