



ХАРАКТЕРИСТИКА АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ПРЕДШЕСТВЕННИКУ КУКУРУЗА

И. А. РЫБАСЬ,
 младший научный сотрудник,
 А. В. ГУРЕЕВА,
 кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь,
 Д. М. МАРЧЕНКО,
 кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом,
 Т. А. ГРИЧАНИКОВА,
 ведущий научный сотрудник,
 И. В. РОМАНЮКИНА,
 старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур
 им. И. Г. Калиненко
 (347740, г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: RybasIA@yandex.ru)

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, предшественник, пластичность, адаптивность, стабильность, гомеостатичность.

Исследуется адаптивность 16 сортов и 7 линий озимой пшеницы по зернофуражному предшественнику кукуруза с использованием различных методик оценки параметров экологической пластичности и стабильности. В формировании урожайности за годы исследований наибольшее влияние оказал фактор «год», на долю которого приходится 87 %. Доля генотипов составляет 5 %, взаимодействие факторов «год × генотип» – 5 %, что позволило рассчитать параметры экологической пластичности. Установлено, что варьирование урожайности озимой мягкой пшеницы сильно изменялось в зависимости от условий выращивания и особенностей сортов (от 43,2 ц/га у линии 430/07 до 81,7 ц/га линии 771/09). Высокой пластичностью за годы исследований обладали сорта Ермак ($b_i = 1,15$), Донской простор ($b_i = 1,01$), Лилит ($b_i = 1,13$), Краса Дона ($b_i = 1,18$) и линии 260/09 ($b_i = 1,17$), 771/09 ($b_i = 1,15$). К стабильным, по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell, относятся сорта Станичная ($\sigma^2 = 0,00$), Капитан ($\sigma^2 = 0,09$) и Лилит – экологически устойчивый сорт ($b_i = 1,13$, $\sigma^2 = 0,01$). Сорта Ермак ($Y_i = 108\%$), Лилит ($Y_i = 104\%$), Краса Дона ($Y_i = 105\%$) и линия 771/09 ($Y_i = 105\%$) обладают высокой адаптивностью (Y_j) и урожайностью. Для выявления достоверности адаптивных характеристик сортов озимой мягкой пшеницы проведен корреляционный анализ между урожайностью и параметрами адаптивности. Урожайность наиболее тесно сопряжена со стабильностью по Мартынову ($r = 0,96$) и адаптивностью по Животкову ($r = 0,99$), но связь с коэффициентом регрессии средняя ($r = 0,45$). Разность между максимальной и минимальной урожайностью имела очень тесную положительную связь с коэффициентом регрессии ($r = 0,99$), но незначительные связи со стабильностью по Мартынову ($r = 0,21$) и по S. A. Eberhart, W. A. Russell ($r = 0,18$).

DESCRIPTION OF ADAPTIVE PROPERTIES OF VARIETIES AND LINES OF SOFT WINTER WHEAT SOWN AFTER PREDECESSOR CORN

I. A. RYBAS,
 junior research worker,
 A. V. GUREEVA,
 candidate of agricultural sciences, scientific secretary,
 D. M. MARCHENKO,
 candidate of agricultural sciences, head of department,
 T. A. GRICHANIKOVA,
 leading research worker,
 I. V. ROMANYUKINA,
 senior research worker, All-Russian Scientific Research Institute of Grain Crops of I. G. Kalinenko
 (3 Nauchny gorodok Str., 347740, Zernograd; e-mail: RybasIA@yandex.ru)

Keywords: winter wheat, productivity, predecessor, plasticity, adaptability, stability, homeostasis.

Adaptability of 16 varieties and 7 lines of winter wheat sown after grain forage predecessor corn using different methods of the assessment of parameters of ecological plasticity and stability is studied. The factor “year” had the greatest effect (87 %) on the yield formation during the study. The factor “genotype” and the combination of the factors “year × genotype” influenced on 5 %, what could help to assess the parameters of ecologic plasticity. It has been determined that change of growing conditions and peculiarities of the varieties had a great effect on the yields of soft winter wheat (the line 430/07 produced 43.2 c/ha and the line 771/09 produced 81.7 c/ha). The varieties Ermak ($b_i = 1.15$), Donskoy prostor ($b_i = 1.01$), Lilit ($b_i = 1.13$), Krasa Dona ($b_i = 1.18$) and the lines 260/09 ($b_i = 1.17$), 771/09 ($b_i = 1.15$) showed the greatest plasticity. According to the method of S. A. Eberhart, W. A. Russell, the stable varieties was Stanichnaya ($\sigma^2 = 0.00$), Kapitan ($\sigma^2 = 0.09$) and Lilit ($\sigma^2 = 0.01$) – ecologically stable one. The varieties Ermak ($Y_i = 108\%$), Lilit ($Y_i = 104\%$), Krasa Dona ($Y_i = 105\%$) and the line 771/09 ($Y_i = 105\%$) possess a high adaptability (Y_j) and productivity. A correlation analysis between productivity and parameters of adaptability is made to determine reliability of adaptive traits of soft winter wheat varieties. The productivity of the varieties is closely connected with stability according to Martynov ($r = 0.96$) and adaptability according to Zhivotkov ($r = 0.99$), but the correlation with a coefficient of regression is average ($r = 0.45$). The difference between maximum and minimum productivity had a close positive correlation with a coefficient of regression ($r = 0.99$), but a slight connection with a stability according to Martynov ($r = 0.21$) and S. A. Eberhart, W. A. Russell ($r = 0.18$).

Положительная рецензия представлена М. М. Копусь, доктором биологических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории биохимической и технологической оценки Всероссийского научно-исследовательского института зерновых культур им. И. Г. Калиненко.



Главное богатство Ростовской области – ее почвенные ресурсы. Область расположена на обыкновенных южных черноземах и каштановых почвах. В общей структуре земли черноземы занимают 64,2 % при средней толщине плодородного слоя 40–80 см.

Почвенно-климатические условия области, несмотря на периодически повторяющиеся засухи, благоприятны для производства сельскохозяйственной продукции [1].

Ежегодно в области высевается 2,0 млн га озимой пшеницы, половину площадей которой размещается по парам, другая половина – по непаровым предшественникам, среди которых основными являются: горох, бобово-злаковая смесь, многолетние травы [2], в южной зоне возможен посев после таких поздно убираемых культур, как кукуруза, подсолнечник и сахарная свекла.

В связи с аридизацией климата и потребностью сельхозпроизводителей в новых адаптивных сортах озимой мягкой пшеницы актуально изучение адаптивных свойств новых сортов и линий [3].

Именно сорт определяет основные требования к технологии возделывания культуры. По многолетним данным отечественного и мирового земледелия, в общем росте урожайности сельскохозяйственных культур на долю сорта за последние 30 лет приходится за счет интенсивных факторов 25–30 % [4].

Цель и методика исследований. Целью наших исследований стало изучение сортов и линий озимой мягкой пшеницы по урожайности и параметрам экологической пластичности, стабильности, гомеостатичности, адаптивности к изменениям условий среды по предшественнику кукуруза.

Экспериментальная часть работы выполнена в 2012–2014 гг. на опытном поле отдела озимой пшеницы ВНИИЗК им. И. Г. Калиненко. Материалом для исследований послужили 17 сортов и 6 перспективных линий селекции института, высеянных по зерновому предшественнику кукуруза. Опыт закладывался на делянках с учетной площадью 10 м² в четырехкратной повторности. Для оценки адаптивных свойств были использованы: показатель пластичности (bi) и стабильности (σ^2) по методике S. A. Eberchart, W. A. Russell [6]; показатель стабильности (Hi) по методике С. П. Мартынова [7]; гомеостатичность (Hom) по методике В. В. Хангильдина [8]; адаптивная способность (Yi) вычислена по методике Л. А. Животкова с соавторами [9].

Метеорологические условия в годы исследований отличались от среднееголетних значений. В течение вегетационного периода 2011–2012 гг. среднегодовая температура воздуха составила 10,3 °С, что превышало среднееголетние показатели на 0,6 °С. За указанный период выпало 576,6 мм осадков (99 % от нормы), в том числе осенью – 171,6 мм (130,5 %), зимой – 119,9 мм (82,3 %), весной – 190,2 мм (145,2 %), летом – 94,9 мм (95,7 %).

В ходе вегетации растений в 2012–2013 гг. преобладал повышенный температурный режим – среднегодовая температура воздуха была на уровне 12,1 °С, что выше среднееголетних данных на 2,5 °С. Уровень влагообеспеченности в указанный период отличался неравномерностью: всего выпало 497,6 мм осадков (85,4 % от нормы), в том числе осенью – 50,4 мм (38,3 %), зимой – 172,4 мм (118,3 %), весной – 122,9 мм (93,8 %), летом – 151,9 мм (87,2 %).

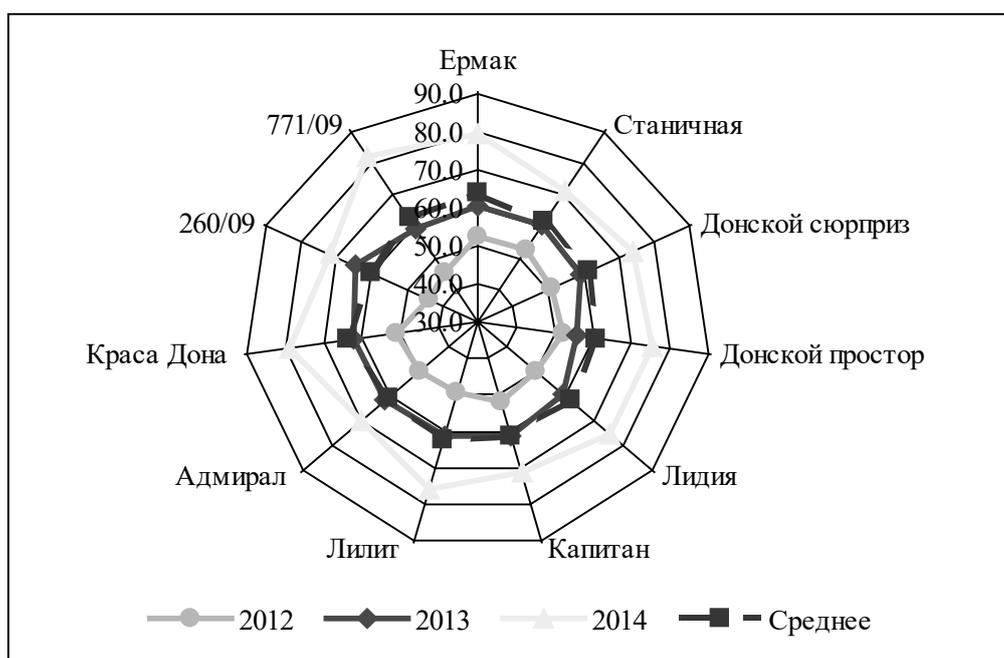


Рис. 1. Средняя урожайность выделившихся сортов и линий озимой пшеницы по предшественнику кукуруза, 2012–2014 гг., ц/га

Таблица 1

Урожайность и адаптивные свойства выделившихся сортов озимой пшеницы по предшественнику кукуруза, 2012–2014 гг.

Сорт	Урожайность, ц/га		Адаптивные свойства					
	X ср	min–max	CV, %	Ном	Нi	σ^2	bi	Yj
Ермак	63,8	52,4–78,9	6,3	339	3,90	4,87	1,15	108
Станичная	61,1	52,4–70,7	4,2	484	1,96	0,00	0,79	103
Донской простор	60,9	52,0–74,9	5,6	365	1,29	12,6	1,01	103
Капитан	61,0	51,8–70,6	4,3	473	1,84	0,09	0,81	103
Лилит	61,8	49,3–75,5	5,9	346	2,17	0,01	1,13	104
Адмирал	60,3	49,9–69,6	4,5	447	1,29	2,84	0,84	102
Краса Дона	63,8	50,9–78,4	6,4	335	3,95	0,25	1,18	108
260/09	60,1	43,9–71,8	6,6	305	0,98	24,85	1,17	101
771/09	62,1	45,6–81,7	8,1	254	1,89	1,77	1,56	105
X ср	59,3						Fф > Fг	
НСР ₀₅	0,26							

В течение вегетационного периода 2013–2014 гг. среднегодовая температура воздуха составила 10,8 °С, что превышало среднееголетние показатели на 1,1 °С. За указанный период выпало 520,2 мм осадков (89,3 % от нормы), в том числе осенью – 168,4 мм (128,1 %), зимой – 115,1 мм (78,9 %), весной – 137,5 мм (104,9 %), летом – 99,2 мм (56,9 %).

Результаты исследований. С помощью дисперсионного анализа для корректного расчета параметров экологической пластичности устанавливается наличие взаимодействия «генотип – среда». Анализ доли вкладов каждого из факторов показал, что основное влияние на показатель «урожайность зерна» оказывают условия среды, на долю которых приходится 87 %. Доля генотипов составляет 5 %, и на специфическое взаимодействие «генотип × среда» приходится 5 %, что позволяет провести расчет адаптивных свойств.

В результате исследований установлено, что варьирование урожайности озимой мягкой пшеницы сильно изменялось в зависимости от условий выращивания и особенностей сортов, урожайность варьировала от 43,2 ц/га у линии 430/07 (2012 г.) до 81,7 ц/га у линии 771/09 (2014 г.) (рис. 1).

Высокая урожайность в 2012 г. была отмечена у сортов Ермак, Станичная, Донской простор и Капитан (52,4 ± 4,3 ц/га; 52,0 ± 3,9 ц/га и 51,8 ± 3,7 ц/га соответственно). В 2013 г. высокая урожайность сформирована у сортов Капитан (60,5 ± 2,2 ц/га), Лилит (60,5 ± 2,2 ц/га), Адмирал (61,4 ± 3,1 ц/га), Краса Дона (62,0 ± 3,7 ц/га) и линии 260/09 (64,7 ± 6,4 ц/га). В 2014 г. высокой урожайностью обладали сорта Ермак (78,9 ± 7,5 ц/га), Донской простор (74,9 ± 3,5 ц/га), Лилит (75,5 ± 4,1 ц/га), Краса Дона (78,4 ± 7,0 ц/га) и линия 771/09 (81,7 ± 10,3 ц/га). Все выделившиеся сорта и линии озимой мягкой пшеницы по предшественнику кукуруза достоверно превысили по урожайности среднюю по опыту.

Высокая адаптивность сорта обеспечивает стабильную урожайность в различных условиях среды. Важной характеристикой сорта является его способность стабильно реализовывать потенциал своего генотипа.

Наиболее стабильными по урожайности являются сорта Станичная (Ном = 484, CV = 4,2 %), Капитан (Ном = 473, CV = 4,3 %) и Адмирал (Ном = 447, CV = 4,5 %), имеющие высокие показатели гомеостатичности и низкие коэффициенты вариации. Высокими значениями стабильности по С. П. Мартынову (1989) обладают сорта Ермак (Нi = 3,90), Лилит (Нi = 2,17) и Краса Дона (Нi = 3,95) (табл. 1).

Об адаптивности сортов к условиям среды судят по пластичности, выраженной коэффициентом регрессии (bi), который значительно выше единицы, сорта с таким коэффициентом хорошо отзывчивы на улучшение условий выращивания. Если bi близок к единице, то сорт наиболее пластичен, хорошо адаптирован к разнообразным условиям среды. Если bi значительно меньше единицы, то сорт пригоден лишь для возделывания на бедном агрофоне или при неблагоприятных климатических условиях. Нулевое или близкое к нулю значение коэффициента регрессии показывает, что сорт не реагирует на изменения среды.

Высокой отзывчивостью на возделывание в различных условиях за годы исследований отличались сорта Ермак (bi = 1,15), Донской простор (bi = 1,01), Лилит (bi = 1,13), Краса Дона (bi = 1,18) и линии 260/09 (bi = 1,17), 771/09 (bi = 1,15). Экологически устойчивые сорта – это сорта средней интенсивности, способные давать не очень высокую, но стабильную урожайность в любых условиях. Чем меньше отклонение коэффициента стабильности (σ^2) от нуля, тем стабильнее сорт. К стабильным сортам по методике S. A. Eberchart, W. A. Russell (1966) относятся сорта Станичная ($\sigma^2 = 0,00$), Капитан ($\sigma^2 = 0,09$) и Лилит – сорт, который является экологиче-



Таблица 2

Взаимосвязь урожайности с адаптивными свойствами у сортов и линий озимой пшеницы, 2012–2014 гг.

Параметр	Max	Min	Max–min	CV,%	Hom	bi	σ^2	Hi	Yj
X ср.	0,77**	0,29	0,42*	0,43*	–0,37	0,45*	–0,36	0,96**	0,99**
Max	1,00	–0,16	0,84**	0,85**	–0,80**	0,87**	–0,15	0,58**	0,85**
Min		1,00	0,67**	–0,65**	0,65**	–0,62**	–0,54**	0,41	0,29
Max–min			1,00	0,99**	–0,95**	0,99**	0,18	0,21	0,42*
CV,%				1,00	–0,97**	0,99**	0,26	0,22	0,43*
Hom					1,00	–0,95**	–0,35	–0,17	–0,37
bi						1,00	0,15	0,24	0,45*
σ^2							1,00	–0,39	0,25
Hi								1,00	0,97**

Примечание: ** – достоверно на 1 %-м уровне значимости, * – достоверно на 5 %-м уровне значимости.

ски устойчивым ($b_i = 1,13$, $\sigma^2 = 0,01$). Сорта Ермак ($Y_i = 108\%$), Лилит ($Y_i = 104\%$), Краса Дона ($Y_i = 105\%$) и линия 771/09 ($Y_i = 105\%$) обладают высокой адаптивностью (Y_j) и урожайностью.

Для выявления достоверности адаптивных характеристик сортов озимой мягкой пшеницы проведен корреляционный анализ между урожайностью и параметрами адаптивности (табл. 2).

По результатам корреляционного анализа урожайность сортов наиболее тесно сопряжена с индексом стабильности по Мартынову ($r = 0,96$) и адаптивностью по Животкову ($r = 0,99$), но связь с коэффициентом регрессии (пластичностью) средняя ($r = 0,45$). Сильной и слабой связью продуктивности была с максимальным ($r = 0,77$) и минимальным ($r = 0,29$) ее значением.

Разность между максимальной и минимальной урожайностью имела очень тесную положительную связь с коэффициентом регрессии ($r = 0,99$) и коэффициентом вариации ($r = 0,99$) и тесную отрицательную связь с гомеостатичностью ($r = -0,95$), среднюю положительную связь с адаптивностью ($r = 0,42$), но незначительные связи со стабильностью по Мартынову ($r = 0,21$) и по S. A. Eberhart, W. A. Russell ($r = 0,18$).

На основе выявленной сопоставимости экопараметров между собой и с показателями урожайности для оценки экологической пластичности предпочтительно использовать метод S. A. Eberhart, W. A. Russell с обязательным учетом среднего значения признака и пределов его варьирования, что обосновано выше.

Выявленные корреляционные связи достоверны на 1 %-м и 5 %-м уровнях значимости и дают основания судить об адаптивных характеристиках изучаемых сортов по продуктивности и выявлять наиболее доступный и достаточно информативный метод для оценки экологической пластичности.

Выводы. Рекомендации. В формировании урожайности за годы исследований наибольшее влияние оказал фактор «год», на долю которого приходится 87 %. Доля генотипов составляет 5 %, взаимодействие факторов «год × генотип» – 5 %, что позволило провести расчет параметров экологической пластичности. Урожайность озимой мягкой пшеницы сильно изменялась в зависимости от условий выращивания и особенностей сортов, урожайность варьировала от 43,2 ц/га у линии 430/07 до 81,7 ц/га у линии 771/09.

Высокой пластичностью обладают сорта Ермак ($b_i = 1,15$), Донской простор ($b_i = 1,01$), Лилит ($b_i = 1,13$), Краса Дона ($b_i = 1,18$) и линии 260/09 ($b_i = 1,17$), 771/09 ($b_i = 1,15$); адаптивностью – сорта Ермак ($Y_i = 108\%$), Лилит ($Y_i = 104\%$), Краса Дона ($Y_i = 105\%$) и линия 771/09 ($Y_i = 105\%$); стабильностью – Станичная ($\sigma^2 = 0,00$), Капитан ($\sigma^2 = 0,09$) и Лилит, экологически устойчивый сорт ($b_i = 1,13$, $\sigma^2 = 0,01$).

Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о том, что урожайность сортов наиболее тесно сопряжена со стабильностью по Мартынову ($r = 0,96$) и адаптивностью по Животкову ($r = 0,99$), средняя положительная связь урожайности – с коэффициентом регрессии ($r = 0,45$). Разность между максимальной и минимальной урожайностью имела очень тесную положительную связь с коэффициентом регрессии ($r = 0,99$) и незначительные связи со стабильностью по Мартынову ($r = 0,21$) и по S. A. Eberhart, W. A. Russell ($r = 0,18$).

Таким образом, на основе выявленной сопоставимости экопараметров между собой и с показателями урожайности для оценки экологической пластичности рекомендуется использовать метод S. A. Eberhart, W. A. Russell с обязательным учетом среднего значения признака и пределов его варьирования.

Литература

1. Официальный портал Правительства Ростовской области. URL : <http://www.Donland.ru>.
2. Вальков Ю. А. Роль предшественников и удобрений при выращивании озимой пшеницы на Дону // Вестник Алтайского гос. аграр. ун-та. 2009. № 10. С. 18–22.



3. Рыбась И. А., Гуреева А. В., Марченко Д. М. Оценка массы 1000 зерен сортов озимой пшеницы по параметрам адаптивности // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 9. С. 17–19.
4. Жученко А. А. Эколого-генетические проблемы селекции растений // Сельскохозяйственная биология. 1990. № 3. С. 3–23.
5. Алабушев А. В., Гуреева А. В., Раева С. А. Состояние и перспективы развития семеноводства зерновых культур в России // Зерновое хозяйство России. 2010. № 6. С. 13–16.
6. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Science. 1966. Vol. 6. № 1. P. 36–40.
7. Martynov S. P. A method for the estimation of crop varieties stability // Biom. J. 1990. № 32. P. 887–893.
8. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Науч.-техн. бюл. ВСГИ. 1981. № 1/39. С. 8–14.
9. Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3–6.

References

1. Official portal of the Government of the Rostov region. URL : <http://www.Donland.ru>.
2. Valkov Yu. A. Role of predecessors and fertilizers while growing winter wheat on Don // Bulletin of Altai State Agrarian University. 2009. № 10. P. 18–22.
3. Rybas I. A., Gureeva A. V., Marchenko D. M. Evaluation of mass of 1000 seeds of winter wheat according to parameters of adaptability // Scientific and technological achievements of AIC. 2014. № 9. P. 17–19.
4. Zhuchenko A. A. Ecologic-genetic challenges of crop selection // Agricultural biology. 1990. № 3. P. 3–23.
5. Alabushev A. V., Gereeva A. V., Raeva S. A. Condition and perspectives of seed-growing development in Russia // Grain Economy of Russia. 2010. № 6. P. 13–16.
6. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Science. 1966. Vol. 6. № 1. P. 36–40.
7. Martynov S. P. A method for the estimation of crop varieties stability // Biom. J. 1990. № 32. P. 887–893.
8. Khangildin V. V., Litvinenko N. A. Homeostasis and adaptability of winter wheat cultivars // Scintif.-Techn. Bull. of All-Union Breeding and Genetics Institute. 1981. № 1. P. 8–14.
9. Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I. Methods of revealing of potential productivity and adaptability of cultivars and selective forms of winter wheat according to feature “productivity” // Selection and seed-growing. 1994. № 2. P. 3–6.