

УРОЖАЙНОСТЬ И ПАРАМЕТРЫ АДАПТИВНОСТИ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ ГОРОХ И ПОДСОЛНЕЧНИК

И. А. РЫБАСЬ, 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. РОМАНИЮКИНА, старший научный сотрудник,
Аграрный научный центр «Донской»
(347740, г. Зерноград, Научный городок, д. 3)

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, гомеостатичность, стрессоустойчивость, генетическая гибкость, пластичность, стабильность.

В условиях южной зоны Ростовской области по предшественникам горох и подсолнечник были изучены 13 сортов озимой мягкой пшеницы. В среднем за годы исследований (2014–2016 гг.) урожайность сортов озимой мягкой пшеницы варьировала от 53,0 до 69,4 ц/га (сорта Ермак и Лидия, соответственно), при этом она в большей части колебалась по предшественникам. По предшественнику горох высокую урожайность сформировали сорта Лилит, Краса Дона, Вольница, Вольный Дон и Жаворонок, превысившие стандарт на 2,0–2,8 ц/га, среднюю по опыту – на 0,9–1,7 ц/га. По предшественнику подсолнечник выделились сорта Лидия, Лилит и Вольный Дон, превышающие стандартный сорт от 5,4 до 10,6 ц/га, среднюю – от 1,3 до 6,5 ц/га. Преобладающий вклад в общую изменчивость продуктивности вносит фактор «год» – 58,2 %, затем взаимодействия факторов «предшественник × год» – 21,6 %, фактор «предшественник» – 7,3 %, что позволило провести расчет параметров адаптивности. К сортам, имеющим высокие показатели гомеостатичности и низкие значения коэффициента вариации по предшественнику горох, относились сорта Лилит, Вольница и Жаворонок; по предшественнику подсолнечник – сорта Лидия и Вольный Дон. Генетически гибкими генотипами по предшественнику горох являлись сорта Лидия, Лилит, Вольница, Вольный Дон и Жаворонок; стрессоустойчивыми – сорта Дон 107, Лидия, Вольница и Жаворонок; высоко отзывчивыми – сорта Лилит, Краса Дона и Вольный Дон; пластичными – сорта Дон 107, Лидия, Лилит, Вольница, Вольный Дон и Жаворонок. По комплексу параметров адаптивности и продуктивности выделились сорта Лилит, Вольница и Жаворонок по предшественнику горох; сорта Лидия, Лилит и Вольный Дон – по предшественнику подсолнечник, обладающие стрессоустойчивостью, генетической гибкостью, пластичностью и стабильностью проявления продуктивности.

PRODUCTIVITY AND PARAMETERS OF ADAPTABILITY OF NEW VARIETIES OF WINTER SOFT WHEAT GROWN AFTER PEAS AND SUNFLOWER

I. A. RYBAS, research associate
A. V. GUREEVA, candidate of agricultural sciences, academic secretary,
D. M. MARCHENKO, candidate of agricultural sciences, head of the department,
T. A. GRICHANIKOVA, leading researcher,
I. V. ROMANYUKINA, senior researcher,
Agricultural Research Center “Donskoy”
(3 Nauchnyi Gorodok, 347740, Zernograd)

Keywords: winter wheat, homeostasis, stress resistance, genetic flexibility, plasticity, stability.

In the southern part of the Rostov region 13 varieties of winter soft wheat have been studied according to such forecrops as peas and sunflower. During the years of study (2014–2016) the average productivity of winter soft wheat varieties varied from 53.0 to 69.4 c/ha (the varieties ‘Ermak’ and ‘Lidiya’ respectively), and its variability largely depended on the forecrops. The productivity of the varieties ‘Lilit’, ‘Krasa Dona’, ‘Volnitsa’, ‘Volny Don’ and ‘Zhavoronok’ grown after peas was on 2.0–2.8 c/ha higher than the standard variety with the average yield of 0.9–1.7 c/ha. The productivity of the varieties ‘Lidiya’, ‘Lilit’ and ‘Volny Don’ grown after sunflower was on 5.4–10.6 c/ha higher than the standard variety with the average yield of 1.3–6.5 c/ha. The factor ‘year’ produced its largest effect on the change of productivity (58.2%), then the interaction of the factors ‘forecrop–year’ (21.6%), then the factor ‘forecrop’ (7.3%), that allowed determining the parameters of adaptability. The varieties ‘Lilit’, ‘Volnitsa’ and ‘Zhavoronok’ grown after peas and the varieties ‘Lidiya’, ‘Volny Don’ grown after sunflower belong to the varieties with high indexes of homeostasis and low coefficients of variability. The varieties ‘Lidiya’, ‘Lilit’, ‘Volnitsa’, ‘Volny Don’ and ‘Zhavoronok’ grown after peas turned to be genetically flexible genotypes. The varieties ‘Don 107’, ‘Lidiya’, ‘Volnitsa’ and ‘Zhavoronok’ turned to be stress resistant. The varieties ‘Lilit’, ‘Krasa Dona’ and ‘Volny Don’ turned to be highly responsive. The varieties ‘Don 107’, ‘Lidiya’, ‘Lilit’, ‘Volnitsa’ and ‘Zhavoronok’ showed their plasticity and adaptability. The varieties ‘Lilit’, ‘Volnitsa’ and ‘Zhavoronok’ grown after peas have been selected according to the complex of the parameters of adaptability and productivity. The varieties ‘Lidiya’, ‘Lilit’ and ‘Volny Don’ grown after sunflower showed their stress resistance, genetic flexibility, plasticity and stability in productivity.

Положительная рецензия представлена М. М. Копусь, доктором биологических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории биохимической и технологической оценки зерна аграрного научного центра «Донской».

Озимая пшеница является важнейшей продовольственной культурой, которая имеет большой удельный вес в структуре зернового клина России [1]. Главная особенность селекции на адаптивность – контроль экологической пластичности, стабильности и адаптивности сортов и гибридов в процессе селекции. Адаптивность сорта (гибрида) – сбалансированное сочетание большого числа признаков, в которых предпочтение отдается наиболее ценным. Степень адаптивности зависит не только от приспособленности сорта, но и от специфики экологических условий, создаваемых в агроценозе. К адаптивному сорту предъявляются следующие требования: экологическая пластичность (способность давать хотя бы средний урожай в широком диапазоне колебаний климатических условий); гетерогенность агропопуляций (наличие в их составе растений, различающихся по высоте, глубине расположения корневой системы, устойчивости к засухе, срокам зацветания и т. д.); скороспелость (способность быстро расти и развиваться); интенсивность (способность быстро реагировать на улучшение условий выращивания, например, выпадение осадков); устойчивость к грибным и прочим заболеваниям; малая поражаемость насекомыми и высокая способность к отрастанию при их нападении [2]. Таким образом, адаптивность – важнейшее свойство перспективных сортов, которое должно учитываться в селекционных программах. Кроме того, следует обратить внимание на выбор среды выращивания сорта с учетом роли взаимодействия «генотип – среда». Использование имеющегося набора методик выявления потенциальной продуктивности и адаптивности, оценка стабильности и пластичности сортов сельскохозяйственных культур позволяет установить достоверность наблюдаемых различий и получить необходимую информацию для отбора ценного исходного материала при селекции на адаптивность [2].

Цель и методика исследований. Исследования проводились с 2014–2016 гг. в лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа ВНИИЗК им. И. Г. Калиненко. Целью исследования являлось изучение перспективных сортов по параметрам адаптивности. Материалом для исследований послужили 13 сортов озимой мягкой пшеницы селекции института, высеянных по зернобобовому (горох) и пропашному (подсолнечник) предшественникам. Посев озимой мягкой пшеницы осуществляли сеялкой Wintersteiger Plotseed, обычным рядовым способом на глубину заделки семян 4–6 см с нормой высева 500 всхожих зерен на 1 м². Учетная площадь делянок – 10 м², повторность – четырехкратная. Размещение – систематическое. Уборку урожая выполняли комбайном Wintersteiger Classik.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный, мощный теплый, кратковременно промерзающий, тяжелосуглинистый, рельеф ровный. Обычные черноземы характеризуются наличием мощного гумусного слоя (достигающего 160 см) и высокой карбонатностью. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной (рН 7,0–7,1) [3].

Почва имеет мелкозернистую структуру, рыхлое сложение, легко поддается обработке, обладает хорошей воздухопроницаемостью и влагоемкостью, способна накапливать значительные запасы влаги [4].

Погодные условия в период вегетации за указанный период значительно различались по степени влияния на потенциал урожайности озимой мягкой пшеницы.

2013–2014 сельскохозяйственный год характеризовался повышенным температурным режимом в весенне–летний период и неравномерным распределением осадков в течение года. Среднегодовая температура воздуха составила 10,8 °С, превышение над среднемноголетними данными на 1,1 °С. Всего за сельскохозяйственный год выпало 520,2 мм осадков (89,3 % от среднемноголетней).

В 2014–2015 с.–х. году среднесуточная температура воздуха составила 10,5 °С (средняя многолетняя 9,6 °С). Осадки выпадали неравномерно по сезонам и месяцам, а их сумма была немного выше среднемноголетних показателей – 600,3 мм (103,1 % от средней многолетней).

2015–2016 сельскохозяйственный год отличался небольшим превышением осадков (113 %) от средней многолетней нормы, небольшим недобором их в период вегетации (95 %) и повышенным температурным режимом как в период вегетации, так и за сельскохозяйственный год.

Для расчетов параметров адаптивности были использованы: коэффициент вариации по методике полевого опыта Б. А. Доспехова (2014); показатель гомеостатичности (H_{om}) по методике В. В. Хангильдина и Н. А. Литвиненко (1981); показатель стрессоустойчивости ($Y_{min} - Y_{max}$) и генетической гибкости ($(Y_{max} + Y_{min}) / 2$) по уравнениям А. А. Rosielle & J. Hamblin (1981) в изложении А. А. Гончаренко (2005); показатель пластичности (bi) по методике S. A. Eberchart, W. A. Russell (1966) [5–9].

Результаты исследований. С помощью дисперсионного анализа устанавливается наличие взаимодействия «генотип – среда» (для корректного проведения расчетов параметров экологической пластичности). В результате трехфакторного дисперсионного анализа преобладающий вклад в общую изменчивость продуктивности вносит разнообразие условий периода вегетации растений в ряду лет (фактор «год» – 58,2 %). Доля изменчивости, вызванная влиянием различных предшественников

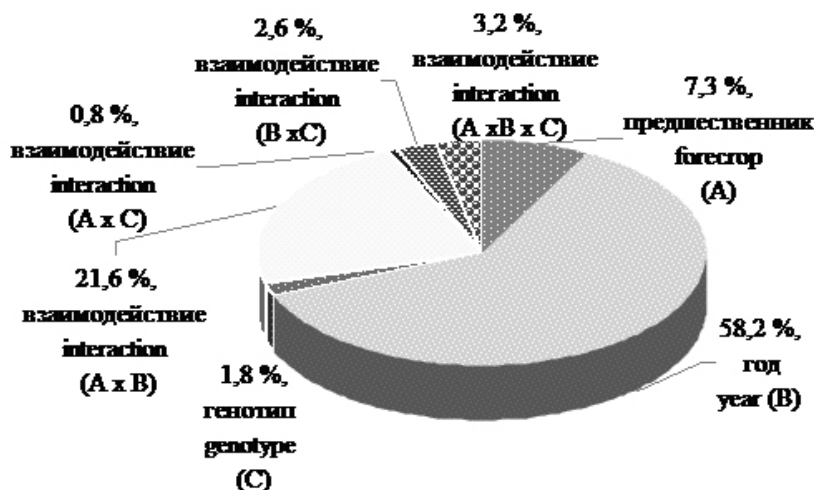


Рис. 1. Вклад генотипа, агроэкологических факторов и их взаимодействия в изменчивость урожайности, %
 Fig. 1. The effect of genotype, agroecological factors and their interaction on productivity change, %

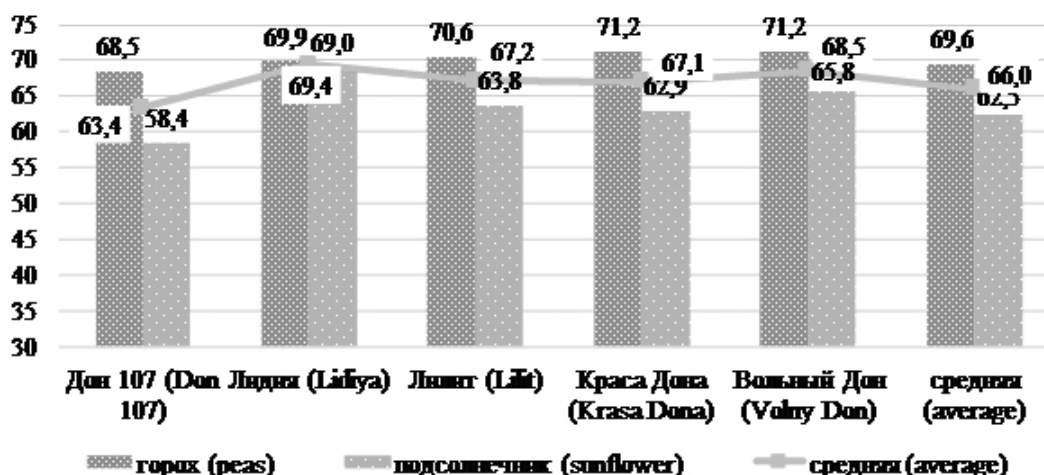


Рис. 2. Средняя урожайность выделившихся сортов озимой мягкой пшеницы по предшественникам, 2014–2016 гг.
 Fig. 2. Average productivity of the selected varieties of winter soft wheat according to the forecrops, the years of 2014–2016

(фактор «предшественник») – 7,3 %. Эффект взаимодействия факторов «предшественник × год» вносит максимальный вклад в общую изменчивость урожайности – 21,6 % (рис. 1).

В среднем за годы исследований (2014–2016 гг.) урожайность сортов озимой мягкой пшеницы варьировала от 53,0 до 69,4 ц/га (сорта Ермак и Лидия, соответственно). Урожайность изучаемых сортов за годы исследований колебалась по предшественникам: горох (от 43,1 ц/га в 2014 году до 85,0 ц/га в 2015 году у сорта Капризуля) и подсолнечник (от 48,1 ц/га в 2016 году у сорта Капитан до 84,6 ц/га в 2015 году у сорта Жаворонок).

Наибольшую урожайность за годы изучения по предшественникам сформировали сорта Лидия, Лили́т, Краса До́на и Во́льный До́н с прибавками 14,6; 12,4; 12,2 и 13,7 ц/га к стандартному сорту Дон 107, к средней по опыту 5,3; 3,1; 2,9 и 4,4 ц/га, соответственно.

По предшественнику горох высокую урожайность сформировали сорта Лили́т, Краса До́на, Во́льница, Во́льный До́н и Жа́воронок, превысившие стандарт на 2,0–2,8 ц/га, среднюю по опыту на 0,9–1,7 ц/га. Наибольшая урожайность была получена по предшественнику подсолнечник у сортов Лидия, Лили́т и Во́льный До́н, превышающие стандартный сорт от 5,4 до 10,6 ц/га, среднюю от 1,3 до 6,5 ц/га (рис. 2).

Связь гомеостатичности и коэффициента вариации характеризует устойчивость признака в изменяющихся условиях среды (стабильность). К сортам, имеющим высокие показатели гомеостатичности ($H_{om} = 431,1; 436,3$ и $425,4$) и низкие значения коэффициента вариации ($CV = 16,4; 16,2$ и $16,8$ %), по предшественнику горох относились сорта Лили́т, Во́льница и Жа́воронок; по предшественнику подсолнечник – сорта Лидия и Во́льный До́н.

Средняя урожайность и параметры адаптивности выделившихся сортов озимой мягкой пшеницы по предшественникам, 2014–2016 гг.

Table 1

Average productivity and parameters of adaptability of the selected varieties of winter soft wheat according to the forecrops, the years of 2014–2016

Сорт Variety	Урожайность, ц/га Productivity, c/ha	Параметры адаптивности Parameters of adaptability				
		CV, %	H_{om}	$Y_{min} - Y_{max}$	$(Y_{max} - Y_{min})/2$	bi
Предшественник горох Grown after peas						
Дон 107 Don 107	68,5	17,8	384,3	-26,0	64,3	0,91
Лилит Lilit	70,6	16,4	431,1	-28,0	69,6	0,83
Краса Дона Krasa Dona	71,2	21,1	337,2	-34,1	37,4	1,13
Вольница Volnitsa	70,5	16,2	436,3	-26,9	68,5	0,84
Вольный Дон Volny Don	71,2	21,8	326,2	-34,8	66,9	1,17
Жаворонок Zhavoronok	71,3	16,8	425,4	-26,1	67,7	0,88
Средняя Average	69,6	13,6–26,6	–	–	–	–
НСР _{0,05}	4,20					
Предшественник подсолнечник Grown after sunflower						
Дон 107 Don 107	58,4	19,7	296,4	-23,8	61,6	0,92
Лидия Lidiya	69,0	17,3	399,0	-23,9	67,5	0,73
Лилит Lilit	63,8	19,7	324,8	-28,3	67,2	1,11
Вольный Дон Volny Don	65,8	17,5	375,7	-26,4	67,5	0,97
Средняя Average	62,5	12,9–27,8	–	–	–	–
НСР _{0,05}	3,50					

Устойчивость к стрессу сортов и линий – важный показатель адаптивности и экологической пластичности, который определяется по разности между минимальной и максимальной урожайности [10]. Наиболее высокие значения стрессоустойчивости были отмечены у сортов Дон 107 ($Y_{min} - Y_{max} = -26,0$), Вольница ($Y_{min} - Y_{max} = -26,9$) и Жаворонок ($Y_{min} - Y_{max} = -26,1$) по предшественнику горох; у сортов Дон 107 ($Y_{min} - Y_{max} = -23,8$) и Лидия ($Y_{min} - Y_{max} = -23,9$) – по предшественнику подсолнечник, имеющих самые низкие отрицательные значения разности минимальных и максимальных значений признака.

Показатель $(Y_{max} + Y_{min}) / 2$ отражает среднюю урожайность сорта в контрастных (стрессовых и не стрессовых) условиях и характеризует генетическую гибкость сорта, его компенсаторную способность. Чем выше данный показатель, тем выше степень соответствия между генотипом сорта и фак-

торами среды [8]. Генетически гибкими генотипами по предшественнику горох относились сорта Лилит, Вольница и Жаворонок ($(Y_{max} + Y_{min}) / 2 = 69,6; 68,5$ и $67,7$ соответственно), по предшественнику подсолнечник – сорта Лидия, Лилит, Вольный Дон ($(Y_{max} + Y_{min}) / 2 = 67,5; 67,2$ и $67,5$, соответственно), имеющие высокую степень соответствия между генотипом сорта и факторами среды (табл. 1).

Высоко отзывчивыми генотипами являлись сорта Краса Дона ($bi = 1,13$) и Вольный Дон ($bi = 1,17$) по предшественнику горох, сорт Лилит ($bi = 1,11$) по предшественнику подсолнечник. К пластичным сортам по предшественнику горох относились Дон 107 ($bi = 0,91$), Лилит ($bi = 0,83$), Вольница ($bi = 0,84$) и Жаворонок ($bi = 0,88$), по предшественнику подсолнечник – сорта Дон 107 ($bi = 0,92$), Лидия ($bi = 0,73$) и Вольный Дон ($bi = 0,97$).

Выводы и рекомендации. По комплексу параметров адаптивности и продуктивности выдели-

лись сорта Лилит, Вольница и Жаворонок по предшественнику горох; сорта Лидия, Лилит и Вольный Дон – по предшественнику подсолнечник, обладающие стрессоустойчивостью, генетической гибкостью, пластичностью и стабильностью проявления продуктивности.

Литература

1. Громова С. Н., Скрипка О. В., Подгорный С. В. Продуктивность и устойчивость сортов озимой мягкой пшеницы к полеганию и мучнистой росе в условиях Ростовской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2016. № 4. С. 4–8.
2. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // *Сельскохозяйственная биология*. 2016. Т. 51. № 5. С. 617–626.
3. Рыбась И. А. Адаптивный потенциал сортов озимой мягкой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области : дис. ... канд. с.-х. наук. Зерноград, 2016. 162 с.
4. Самофалов А. П. Изменение основных хозяйственно-биологических признаков и свойств у озимой мягкой пшеницы в процессе селекции : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Рассвет, 2003. 23 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / 5 изд., перераб. и допол. М. : Альянс, 2014. 351 с.
6. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // *Научно-технический бюллетень ВСГИ*. 1981. № 1. С. 8–14.
7. Rosielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // *Crop Science*. 1981. № 6. P. 943–948.
8. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // *Вестник РАСХН*. 2005. № 6. С. 49–53.
9. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop science*. 1966. № 1. P. 36–40.
10. Рыбась И. А., Гуреева А. В. Оценка адаптивных свойств сортов и линий озимой мягкой пшеницы по урожайности // *Труды КубГАУ*. 2014. № 50. С. 96–101.

References

1. Gromova S. N., Skripka O. V., Podgorny S. V. Productivity and stability of winter soft wheat varieties to lodging and powdery mildew in the Rostov region // *Agrarian Science of Euro-North-East*. 2016. № 4. P. 4–8.
2. Rybas I. A. Improvement of adaptability in the grain crop breeding // *Agricultural Biology*. 2016. Vol. 51. № 5. P. 617–626.
3. Rybas I. A. Adaptive potential of winter soft wheat varieties in the southern part of the Rostov region : dis. ... cand. of agr. sc. Zernograd, 2016. 162 p.
4. Samofalov A. P. The change of the principal economic-valuable traits and properties of winter soft wheat in the breeding process : abstract of dis. ... cand. of agr. sc. Rassvet, 2003. 23 p.
5. Dospekhov B. A. Methodology of a field trial (with the basis of statistic processing of study results) / 5th ed., appr. and add. M. : Aliyans, 2014. 351 p.
6. Khangildin V. V., Litvinenko N. A. Homeostasis and adaptability of winter wheat cultivars // *Scientific and technical Bulletin of VSGI*. 1981. № 1. P. 8–14.
7. Rosielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // *Crop Science*. 1981. № 6. P. 943–948.
8. Goncharenko A. A. About adaptedness and ecological stability of grain crop varieties // *Gazette of RAAS*. 2005. № 6. P. 49–53.
9. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop science*. 1966. № 1. P. 36–40.
10. Rybas I. A., Gureeva A. V. Assessment of adaptive features of cultivars and lines of winter wheat on productivity // *Works of KubSAU*. 2014. № 50. P. 96–101.