

DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-17-22

УДК 633.111.1; 631.559.2

## УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ, ЭЛЕМЕНТЫ ЕЁ СТРУКТУРЫ И АДАПТИВНЫЕ СВОЙСТВА В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

**Б.И. САНДУХАДЗЕ**, академик РАН, ORCID ID: 0000-0001-7184-7645,  
E-mail: sanduchadze@mail.ru

**Р.З. МАМЕДОВ, М.С. КРАХМАЛЁВА**, кандидаты сельскохозяйственных наук  
**В.В. БУГРОВА**, старший научный сотрудник

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «НЕМЧИНОВКА»

*Пшеница является одной из основных продовольственных культур в России. Важную роль в достижении высоких валовых сборов зерна играет Нечерноземный регион РФ, где преимущественно возделывают сорта селекции «ФИЦ «Немчиновка». Приведены данные конкурсного сортоиспытания по 10 сортам озимой пшеницы за 2003-2017 гг. по следующим показателям: урожайность, число колосьев на 1 м<sup>2</sup>, длина колоса, число колосков, число зерен в колосе, масса 1000 зерен. Максимальная средняя урожайность за годы исследования выявлена у сортов Московская 56 (68,5 ц/га) и Немчиновская 57 (68,2 ц/га). В отдельные годы испытания продуктивность сортов достигала уровня 100 ц/га, максимум у сорта Немчиновская 24 – 123,5 ц/га. Рассчитаны коэффициенты пластичности и стабильности. Определено, что наиболее пластичными сортами являются Галина ( $b_i = 1,42$ ) и Немчиновская 24 ( $b_i = 1,89$ ). Стабильными сортами считаются Мироновская 808 ( $b_i = 0,86$ ,  $S^2i = 0,10$ ) и Московская 39 ( $b_i = 1,07$ ,  $S^2i = 0,15$ ). Сорт Московская 56 имел максимальное число колосьев на 1 м<sup>2</sup> (528 шт.), Немчиновская 57 и Немчиновская 24 – число зерен в колосе (32,3 и 32,2 соответственно), Галина – массу зерна с колоса (1,5 г) и массу 1000 зерен (45,7 г), эти сорта могут использоваться в качестве доноров по описанным признакам. Рассчитаны коэффициенты корреляции урожайности с элементами продуктивности. Подтверждено, что важнейшими определяющими урожайность признаками являются: число колосьев на 1 м<sup>2</sup> ( $r =$  от 0,51 до 0,88); масса зерна с колоса ( $r =$  от 0,31 до 0,74) и масса 1000 зерен ( $r =$  от 0,45 до 0,78).*

**Ключевые слова:** пшеница, урожайность, сорт, пластичность, стабильность.

## YIELD OF WINTER BREAD WHEAT VARIETIES, ELEMENTS OF ITS STRUCTURE AND ADAPTIVE PROPERTIES IN THE CONDITIONS OF THE NECHERNOZEM ZONE

**B.I. Sanduchadze, R.Z. Mamedov, M.S. Krakhmalyova, V.V. Bugrova**  
FEDERAL RESEARCH CENTER «NEMCHINOVKA»

**Abstract:** *Wheat is one of the main food crops in Russia. An important role in achieving high gross grain yields is played by the Nechernozem region of the Russian Federation, where the varieties of selection of the «FITZ «Nemchinovka» are mainly cultivated. The data of the competitive variety testing for 10 varieties of winter wheat for 2003-2017 are given according to the following indicators: yield, number of ears per 1 m<sup>2</sup>, length of the ear, number of spikelets, number of grains per ear, weight of 1000 grains. The maximum average yield over the years of the study was found in the varieties Moskovskaya 56 (68.5 c/ha) and Nemchinovskaya 57 (68.2 c/ha). In some years of the test, the productivity of the varieties reached the level of 100 c/ha, the maximum for the Nemchinovskaya 24 variety was 123.5 c/ha. The coefficients of plasticity and stability are calculated. It is determined that the most plastic varieties are Galina ( $b_i = 1.42$ ) and Nemchinovskaya 24 ( $b_i = 1.89$ ). Stable varieties are Mironovskaya 808 ( $b_i = 0.86$ ,  $S^2i = 0.10$ ) and*

*Moskovskaya 39 ( $b_i = 1.07$ ,  $S^2_i = 0.15$ ). Variety Moscow 56 had the maximum number of ears per 1 m<sup>2</sup> (528), Nemchinovskaya 57 and Nemchinovskaya 24 – number of grains per spike (and 32.2 and 32.3, respectively), Galina - weight of grain per spike (1.5 g) and weight of 1000 grains (45,7 g), these varieties can be used as donors in the described features. The coefficients of correlation of productivity with the elements of productivity are calculated. It is confirmed that the most important characteristics determining the yield are the number of ears per 1 m<sup>2</sup> ( $r = 0.51$  to  $0.88$ ); the weight of grain per ear ( $r = 0.31$  to  $0.74$ ) and the weight of 1000 grains ( $r = 0.45$  to  $0.78$ ).*

**Keywords:** wheat, yield, variety, plasticity, stability.

Озимая мягкая пшеница является одной из основных продовольственных культур в Российской Федерации. Федеральный исследовательский центр «Немчиновка» относится к основным селекционным центрам по селекции зерновых культур, в первую очередь озимой пшеницы [1]. Суммарные площади посевов под сортами озимой пшеницы селекции института составляют более 2 млн. га (по данным Россельхозцентра за 2017-2019 гг.). Согласно прогнозу Минсельхоза РФ, экспорт зерна в текущем сельскохозяйственном году составит 45 млн т, в том числе 36 млн т пшеницы (по данным ИТАР-ТАСС).

Получение стабильно высоких урожаев без использования адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям сортов невозможно. В Нечерноземной зоне производство озимой пшеницы началось сравнительно недавно, в 60-х годах прошлого столетия. До этого пшеница в этой зоне не выращивалась по причине плохой перезимовки, сильного полегания, и как следствие, низкой продуктивности. В Немчиновском институте идёт непрерывная селекционная работа, направленная на повышение продуктивности и адаптивности сортов озимой пшеницы. Перед селекционерами стоит задача увеличить валовые сборы зерна за счет генетических ресурсов сорта. Основными путями увеличения продуктивности у сортов озимой пшеницы являются: создание более плотного стеблестоя в посевах и увеличения массы зерна с колоса. Число колосьев на единицу площади зависит от продуктивной кустистости растения, зимостойкости, посевной всхожести и других. Масса зерна с колоса складывается из следующих факторов: длина колоса, число колосков в нем, озерненность колоса и крупность зерна. Серьезной проблемой в работе селекционеров являются отрицательные корреляции, препятствующие совмещению в одном генотипе комплекса хозяйственно ценных признаков и свойств [2].

Для совершенствования абстрактной модели сорта данной эколого-географической зоны необходимо изучать вклад каждого компонента в общий урожай [3, 4]. В литературе существует мнение, что более урожайные сорта – это сорта с сильной выраженностью всех структурных элементов [5]. Перед селекционерами стоит задача увеличить число зерен с 1 м<sup>2</sup> [6]. При этом каждый сорт уникален балансом продуктивности и вариабельности.

В данной статье мы дифференцировали сорта по уровню их урожайности, степени пластичности и стабильности. Определили какие элементы продуктивности были максимально выражены по сортам и какие из них имели сильную корреляцию с урожайностью.

#### **Методика и условия исследования**

В статье рассматривали урожайность и элементы продуктивности сортов мягкой озимой пшеницы, их вклад в конечную урожайность сортов. Данные приведены за 2003-2017 годы. Охарактеризованы 10 сортов, таких как Мироновская 808, Заря, Инна, Памяти Федина, Московская 39, Галина, Московская 40, Немчиновская 24, Московская 56, Немчиновская 57. Оригинатором всех сортов, за исключением Мироновской 808 (Мироновский институт селекции и семеноводства пшеницы), является ФИЦ «Немчиновка». Измеряли число колосьев на 1 м<sup>2</sup>, длину колоса, число колосков, число зерен, массу зерна с колоса, массу 1000 зерен [7]. Сорта охарактеризованы по данным конкурсного сортоиспытания. Площадь делянки 10 м<sup>2</sup>, 4-х кратная повторность. Полевые опыты проводили в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытания [8].

Посевы располагались на полях селекционного севооборота. Почва дерново-подзолистая, суглинистая. Содержание гумуса 2,1-2,5%, рН солевой вытяжки в слое почвы 0-20 см – 5,4, гидролитическая кислотность – 2,51 мг-экв на 100 г почвы. Мощность пахотного слоя – 28 см. Агротехника возделывания озимой пшеницы в опыте - общепринятая для зоны. Предшественником озимой пшеницы служил чистый пар. Минеральные удобрения вносили под культивацию из расчета  $N_{15}P_{15}K_{15}$  (азофоска) [9].

Для оценки адаптивных свойств сортов использовали коэффициент линейной регрессии ( $b_i$ ), или коэффициент пластичности; дисперсию ( $S^2i$ ), или вариансу стабильности. Для вычисления  $b_i$  сначала определяли индексы условий среды  $I_j$ , рассчитывали их по методу Эберхарта и Рассела [10].

Для сравнения коэффициентов корреляции нами была выбрана следующая градация В.Ф. Дорофеева, А.В. Мельникова:  $r < 0,3$  – связь слабая;  $0,31 < r < 0,50$  – умеренная;  $0,51 < r < 0,70$  – значительная;  $0,71 < r < 0,90$  – сильная;  $r > 0,90$  – очень сильная, близкая к функциональной [11].

### Результаты и их обсуждение

Средняя урожайность сортов в изученные годы составляла от 56,1 ц/га (Заря) до 68,2 ц/га (Немчиновская 57) и 68,5 ц/га (Московская 56). Погодные условия в годы исследования значительно влияли на продуктивность сортов, максимальная урожайность была в 2015 году и составляла от 81,0 (Заря) до 123,5 ц/га (Немчиновская 24) (табл. 1).

К пластичным сортам относят сорта с коэффициентом пластичности  $b_i$  значительно больше 1,0. В нашей работе такими являлись Галина ( $b_i=1,42$ ) и Немчиновская 24 ( $b_i=1,89$ ). Для оценки стабильности сорта использовали коэффициент стабильности ( $S^2i$ ) –, чем он ближе к нулю, тем стабильнее является сорт. Наименьшим он был у сортов Мироновская 808 (0,10) и Московская 39 (0,15). В совокупности с коэффициентом пластичности близким к 1,0, эти сорта являются генетически стабильными.

Таблица 1

### Урожайность сортов озимой пшеницы и параметры её экологической адаптивности, 2003-2017 гг.

	Урожайность, ц/га	min	max	$b_i$	$S^2i$
Мироновская 808	56,2	19,4	83,4	0,86	0,10
Заря	56,1	20,5	81,0	0,79	0,50
Инна	67,5	18,6	89,1	0,80	0,30
Памяти Федина	62,5	14,1	98,4	0,84	0,70
Московская 39	57,6	18,9	90,7	1,07	0,15
Московская 40	62,5	30,6	90,0	0,81	0,74
Галина	62,4	13,9	103,3	1,42	0,52
Московская 56	68,5	20,9	94,9	0,73	1,02
Немчиновская 57	68,2	29,2	89,9	0,79	0,80
Немчиновская 24	64,4	16,3	123,5	1,89	1,13

[составлено авторами]

По структурным элементам урожайности максимальную выраженность имели сорта Московская 56 – по числу колосьев на 1 м<sup>2</sup> (527 шт.), Инна – по длине колоса (9,5 см), Немчиновская 24 – по числу колосков (15,0 шт.), Немчиновская 57 и Немчиновская 24 – по числу зерен в колосе (32,3 и 32,2 шт. соответственно), Галина – по массе зерна с колоса (1,5 г) и массе 1000 зерен (45,7 г) (табл. 2). В соответствии с этим, указанные сорта использовали в скрещиваниях в качестве доноров большого числа колосьев на 1 м<sup>2</sup>, высокой массы 1000 зерен, числа зерен и других признаков.

Таблица 2

**Характеристика структурных элементов урожайности, 2003-2017 гг.**

Сорт		Число колосьев на 1 м <sup>2</sup> , шт.	Колос				Масса 1000 зерен, г
			Длина, см	Число колосков, шт.	Число зерен, шт.	Масса зерна, г	
Мироновская 808	$\bar{X}$	457	8,4	13,9	26,4	1,2	44,7
	lim	112-772	7,2-9,9	12,7-15,2	30-31	0,8-1,51	29,9-52,9
Заря	$\bar{X}$	465	8,6	14,1	25,4	1,2	45,3
	lim	260-832	7,0-10,6	12,6-15,5	21-33	0,6-1,68	25,9-57,5
Инна	$\bar{X}$	480	<b>9,5</b>	14,2	29,5	1,3	42,6
	lim	276-851	8,1-11,2	12,8-15,7	24-38	0,6-1,63	24,3-54,3
Памяти Федина	$\bar{X}$	437	8,7	14,2	30,4	1,2	40,2
	lim	164-782	7,3-10,1	13,0-15,5	21-36	0,5-1,54	25-50,7
Московская 39	$\bar{X}$	456	7,8	13,8	28,9	1,2	41,1
	lim	116-766	6,6-9,2	12,2-15,0	24-34	0,7-1,52	28-50,4
Московская 40	$\bar{X}$	492	7,0	14,4	29,2	1,3	44,2
	lim	279-807	6,4-8,1	12,4-15,4	24-36	0,82-2,0	28,7-56,6
Галина	$\bar{X}$	400	8,6	14,2	31,6	11,5	45,7
	lim	82-842	7,4-9,6	12,8-17,3	27-38	0,7-1,87	24,6-38,0
Московская 56	$\bar{X}$	<b>528</b>	7,8	14,1	29,0	1,3	44,2
	lim	308-946	6,9-9,4	13,2-15,3	25-36	0,66-2,01	25,3-55,8
Немчиновская 57	$\bar{X}$	490	8,8	14,4	32,3	1,3	40,8
	lim	258-1123	7,6-10,4	12,6-16,5	26-44	0,86-1,9	30,2-47,2
Немчиновская 24	$\bar{X}$	446	7,4	<b>15,0</b>	32,2	1,4	43,3
	lim	138-1054	6,6-8,3	13,6-16,2	25-44	0,7-1,98	25-59,9

[составлено авторами]

Для оценки степени влияния каждого изученного структурного элемента на урожайность мы рассчитали коэффициент корреляции. По сортам выявлена разная степень взаимосвязи. Оценивая коэффициенты корреляции можно сказать, что важнейшим признаком, влияющим на урожайность озимой пшеницы, являются число колосьев на 1 м<sup>2</sup> (r от 0,51 до 0,88); масса зерна с колоса (r от 0,31 до 0,74) и масса 1000 зерен (r от 0,45 до 0,78). В изученных условиях взаимосвязь между урожайностью и длиной колоса, урожайностью и числом колосков значительно различалась. Коэффициент корреляции составлял от -0,24 (Инна) до 0,46 (Московская 40) (табл. 3).

У высоко пластичных сортов Галина и Немчиновская 24 пути достижения высокой урожайности отличаются. У Галины наблюдается одинаково значительное влияние на продуктивность и числа колосьев на 1 м<sup>2</sup> (r=0,70), и массы 1000 зерен (r=0,76). У Немчиновской 24 основное влияние на урожайность оказывает густота стеблестоя (r=0,84).

**Коэффициент корреляции (r) между урожайностью и её структурными элементами у сортов озимой пшеницы, 2003-2017 гг.**

Сорт	Урожайность/					
	/число колосьев на 1 м <sup>2</sup>	/длина колоса	/число колосков	/число зерен	/масса зерна с колоса	/масса 1000 зерен
Мироновская 808	0,82	-0,02	0,16	-0,18	0,53	0,75
Заря	0,66	0,04	0,34	0,28	0,63	0,72
Инна	0,63	-0,24	-0,11	-0,10	0,54	0,74
Памяти Федина	0,88	0,06	-0,27	0,04	0,74	0,78
Московская 39	0,69	-0,18	0,12	-0,10	0,50	0,65
Московская 40	0,52	0,46	0,12	-0,08	0,33	0,53
Галина	0,70	-0,05	0	-0,07	0,59	0,76
Московская 56	0,67	0,39	0,53	0,53	0,71	0,67
Немчиновская 57	0,51	0,16	0,06	0,04	0,36	0,52
Немчиновская 24	0,84	-0,22	0,29	-0,06	0,31	0,45

[составлено авторами]

**Заключение**

Сорта озимой пшеницы селекции Федерального исследовательского центра «Немчиновка» являются высокоурожайными и адаптивными, в благоприятные по погодным условиям годы продуктивность достигает 80 ц/га и более. За годы исследования наибольшую среднюю урожайность показали сорта Московская 56 (68,5 ц/га) и Немчиновская 57 (68,2 ц/га). Максимальная урожайность в отдельные годы достигала 123,5 ц/га у сорта Немчиновская 24. Сорта Галина и Немчиновская 24 определены как пластичные сорта, Московская 39 и Мироновская 808 – как стабильные. Немчиновские сорта не только широко распространены в производстве, но и могут активно внедряться в скрещивания. Так, сорт Московская 56 имеет стабильно густой стеблестой, а крупное зерно и высокую массу зерна с колоса имеет сорт Галина. Важную роль в достижении высоких стабильных урожаев играют не только отдельные компоненты, но и их комплексное проявление.

**Литература**

1. Тарасова Л.Л. Оценка агрометеорологических показателей условий зимовки озимых зерновых культур в Центральных черноземных областях в условиях климатических изменений. //Труды гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации, – 2016. – № 360, – С. 26-44.
2. Сандухадзе Б.И., Бугрова В.В., Крахмалёва М.С., Мамедов Р.З. Особенности генотипа сортов озимой пшеницы, возделываемых в условиях Нечерноземной зоны РФ. //Российская сельскохозяйственная наука, – 2020. – № 5, – С. 8-11. DOI: 10.31857/S2500262720050026
3. Кошкин С.С., Цаценко Л.В. Морфогенез колоса озимой мягкой пшеницы: история вопроса и современное состояние. //Труды Кубанского государственного университета, – 2013. – № 4 (43). – С. 117-120.
4. Романенко А.А., Беспалова Л.А., Кудряшов И.Н., Аблова И.Б. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой. Краснодар: – 2005. ЭДВИ, – С. 224.
5. Ковтун В.И., Сухарева А.А. Урожайность и элементы её структуры у новых генотипов пшеницы мягкой озимой в условиях юга России. // Аграрный научный журнал, 2020. №11. - С. 16-19. <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i11pp16-19>
6. Крупнов В. А. Генетическая сложность и контекст-специфичность признаков урожая пшеницы в засушливых условиях. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. том 17, – № 3, – С. 524-534.
7. Сандухадзе Б.И., Рыбакова М.И., Кочетыгов Г.В., Бугрова В.В., Морозов А.А., Сандухадзе Э.К., Мамедов Р.З. Ускорение селекционного процесса озимой пшеницы при использовании регулируемых условий. //Зерновое хозяйство России, – 2016. – № 6, – С. 39-42.
8. Манукян И.Р., Басиева М.А., Мирошникова Е.С., Абиев В.Б. Оценка экологической пластичности сортов озимой пшеницы в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа. //Аграрный вестник Урала. 2019. - № 4 (183), - С. 20-26. DOI: 10.32417/article\_5cf94f63b4d0f7.46300158

9. Коровушкина М.С. Создание исходного материала в селекции озимой пшеницы на короткостебельность и продуктивность с использованием полукарликовой линии Л-982. //Автореферат диссертации. Немчиновка. – 2012. – 22 с.
10. Eberhart S.G., Russel W.G. Stability parameters for comparing varieties. *Crop. Sci.*, – 1966, – № 6, – 36. p
11. Константинова О.Б. Сравнительная оценка адаптивности и качества зерна озимых зерновых культур в условиях лесостепи Кемеровской области. //Дисс. ... канд. с.-х. наук. Кемерово, – 2016. – 156 с.

### References

1. Tarasova L.L. Assessment of agrometeorological indicators of wintering conditions for winter grain crops in the Central chernozem regions under climatic changes. *Proceedings of the Hydrometeorological Research Center of the Russian Federation*, 2016, no. 360, pp. 26-44. (in Russian)
2. Sandukhadze B.I., Bugrova V.V., Krakhmaleva M.S., Mamedov R.Z. Features of the genotype of winter wheat varieties cultivated in the Nechernozem zone of the Russian Federation. *Russian agricultural science*, 2020, no. 5, p. 8-11. DOI: 10.31857 / S2500262720050026 (in Russian)
3. Koshkin S.S., Tsatsenko L.V. Ear morphogenesis of bread winter wheat: history and current state. *Proceedings of the Kuban State University*, 2013, no. 4 (43), p. 117-120. (in Russian)
4. Romanenko A.A., Bespalova L.A., Kudryashov I.N., Ablou I.B. New varietal policy and varietal agricultural technology for winter. *Krasnodar: EDVI*, 2005, p. 224. (in Russian)
5. Kovtun V.I., Sukhareva A.A. Productivity and elements of its structure in new genotypes of bread winter wheat in the south of Russia. *Agrarian scientific journal*, 2020, no.11, pp. 16-19. <https://doi.org/10.28983/asj.y2020i11pp16-19> (in Russian)
6. Krupnov V.A. Genetic Complexity and Context-Specificity of Wheat Yield Traits in Dry Conditions. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2013, Volume 17, No. 3, p. 524-534. (in Russian)
7. Sandukhadze B.I., Rybakova M.I., Kochetygov G.V., Bugrova V.V., Morozov A.A., Sandukhadze E.K., Mamedov R.Z. Accelerating the breeding process of winter wheat using controlled conditions. *Grain farming of Russia*, 2016, no. 6, pp. 39-42. (in Russian)
8. Manukyan I.R., Basieva M.A., Miroshnikova E.S., Abiev V.B. Assessment of the ecological plasticity of winter wheat varieties in the foothill zone of the Central Caucasus. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019, No. 4 (183), pp. 20-26. DOI: 10.32417 / article\_5cf94f63b4d0f7.46300158 (in Russian)
9. Korovushkina M.S. Creation of initial material in breeding winter wheat for short-stemming and productivity using the semi-dwarf line L-982. Abstract of the thesis. Nemchinovka. 2012, 22 p. (in Russian)
10. Eberhart, S.G., Russel W.G. Stability parameters for comparing varieties. 1966, *Crop. Sci.*, no. 6, 36 p.
11. Konstantinova O.B. Comparative assessment of the adaptability and grain quality of winter grain crops in the forest-steppe conditions of the Kemerovo region. *Diss. ... Cand. s.-kh. sciences. Kemerovo*, 2016, 156 p. (in Russian)