

Научная статья

УДК 633.111.1:631.559-044.3(571.1)

doi: 10.34655/bgsha.2022.68.3.004

ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВУ ЗЕРНА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.А. Поползухина¹, Н.А. Якунина², П.В. Поползухин³, Н.Г. Мазепа⁴

^{1,2} Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Омск, Россия

^{3,4} Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Нина Алексеевна Поползухина,
na.popolzukhina@omgau.org

Аннотация. Проведенные исследования были посвящены оценке селекционных линий яровой мягкой пшеницы, созданных на основе мутантно-сортовых скрещиваний, по урожайности и показателям качества зерна. Полевые и лабораторные опыты были осуществлены на базе ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» в 2016-2017 гг. Селекционные линии яровой мягкой пшеницы (14) были представлены тремя группами спелости – среднеранней, среднеспелой и среднепоздней. В качестве стандартов использовались сорта Памяти Азиева, Дуэт, Серебристая. Полевые опыты были заложены по предшественнику пар с нормой высева 5,0 млн всхожих зерен на гектар на делянках площадью 15 м² в 4-кратной повторности. Все анализы, учеты и наблюдения соответствовали методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Оценку качества зерна проводили в лаборатории качества зерна ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». Проведенные исследования позволили выявить селекционные линии Г 6/17, Г 11/17, Г 15/17 и Г 17/17, формирующие высокий уровень урожайности зерна в контрастных условиях выращивания, с высокой стекловидностью, натурой, содержанием клейковины и силой муки в зерне. Эти образцы были включены в дальнейшую селекционную проработку. В качестве источников повышенного содержания белка были выделены линии Г 10/17, Г 7/17, Г 16/17, Г 13/17, Г 14/17. К высококачественным образцам были отнесены: Г 6/17, Г 7/17, Г 15/17, Г 11/17, Г 12/17, Г 14/17. Селекционные линии Г 539/08, Л 7/17 и Г 6/17 отличались повышенным количеством и качеством клейковины, силой муки, а образцы Г 539/08, Г 540/08, Г 8/17, а также сорта-стандарты Памяти Азиева и Серебристая – лучшими хлебопекарными свойствами.

Ключевые слова: селекционная линия, мутантно-сортовой гибрид, яровая мягкая пшеница, урожайность, качество зерна.

EVALUATION OF BREEDING LINES OF SPRING COMMON WHEAT BY YIELD AND GRAIN QUALITY IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

Nina A. Popolzukhina¹, Nadezhda A. Yakunina², Pavel V. Popolzukhin³,
Nadezhda G. Mazepa⁴

^{1,2}Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

^{3,4}Omsk Agricultural Research Center, Omsk, Russia

Abstract. *The presented studies were devoted to the evaluation of breeding lines of spring common wheat, created on the basis of mutant and variety crosses, in terms of yield and grain quality indicators. Field and laboratory experiments were carried out on the basis of the Omsk Agrarian Scientific Center in 2016-2017. Breeding lines of spring soft wheat (14) were represented by three groups of ripeness: medium-early, medium-ripe and medium-late. The varieties in Honour of Aziev, Duet, Silvery were used as standards. Field experiments were launched according to the predecessor of fallow with a seeding rate of 5.0 million of germinating grains per hectare on plots of 15 m² in 4-fold replications. All the analyses, records and observations corresponded to the methodology of the State Commission for Variety Testing of Agricultural Crops. Grain quality assessment was carried out on the basis of the grain quality laboratory of the Omsk Agrarian Scientific Center. The conducted research allowed to identify breeding lines G 6/17, G 11/17, G 15/17 and G 17/17, forming a high level of grain yield in contrasting growing conditions, with high vitreousness, in kind, gluten content and flour strength in the grain. These samples were included in the further selection study. The lines G 10/17, G 7/17, G 16/17, G 13/17, G 14/17 were identified as sources of increased protein content. High-grade samples included G 6/17, G 7/17, G 15/17, G 11/17, G 12/17, G 14/17. Breeding lines G 539/08, L 7/17 and G 6/17 were distinguished by increased quantity and quality of gluten, flour strength, and samples G 539/08, G 540/08, G 8/17, as well as standard varieties – in Honour of Aziev and Silvery – by the best baking properties.*

Keywords: breeding line, mutant and variety hybrid, spring common wheat, yield, grain quality.

Введение. По мнению академика В.Н. Ремесло (1974), главная цель селекции пшеницы заключается в создании высокоурожайных сортов, обладающих хорошим качеством зерна, способных сохранять его при меняющихся условиях выращивания. Эти показатели в значительной мере наследственно обусловлены, в то же время их проявление зависит от изменения факторов окружающей среды, но в пределах ограничений, определяемых генотипом. Однако сорта яровой мягкой пшеницы даже в благоприятных зонах их возделывания не в полной мере проявляют свой генетически обусловленный потенциал [1]. Важным показателем качества является содержание белка в зерне, для которого характерна значительная генотипическая изменчивость и полигенный характер наследования. Кроме того, выявлена существенная зависи-

мость этого показателя от агроэкологических условий (гидротермические условия, агротехнические приемы, в особенности применение азотных удобрений), именно с этим связано значительное варьирование показателя по годам. Наряду с этим установлена четкая отрицательная сопряженность между содержанием белка и урожайностью зерна возделываемых культур – $r = -0,621$ [2].

Потребительская ценность пшеницы зависит, главным образом, от ее технологических свойств. Высококачественные сорта пшеницы должны иметь высокобелковое, стекловидное и высоконатурное зерно с хорошими мукомольными и хлебопекарными свойствами.

Проведение широких международных и национальных программ, направленных на повышение качества зерна, позволило установить, например, что содержание

белка в зерне, как и его компонентный состав, могут быть изменены под действием мутантных генов, что сделало возможным создание сортов различных культур (озимая и яровая пшеница, ячмень и др.) с повышенным качеством зерна [3, 4, 5, 6].

Цель проведенных исследований заключалась в оценке селекционных линий яровой мягкой пшеницы, созданных на основе мутантно-сортовых скрещиваний, по урожайности и показателям качества зерна.

Материалы и методы. Селекционные линии яровой мягкой пшеницы (14) были представлены тремя группами спелости – среднеранней, среднеспелой и среднепоздней. В качестве стандартов использовались сорта Памяти Азиева, Дуэт, Серебристая.

Исследования проводились на базе ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» в 2016-2017 гг. Полевые опыты были заложены по предшественнику пар с нормой высева 5,0 млн всхожих зерен на гектар на делянках площадью 15 м² в 4-кратной повторности. Все анализы, учеты и наблюдения соответствовали методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Оценку качества зерна проводили в лаборатории качества зерна ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». Статистическую обработку данных проводили по методике дисперсионного анализа в изложении В.А. Доспехова [7].

Почва опытного участка – лугово-черноземная, слабовыщелоченная, содержание гумуса – 6%, рН почвенного раствора – 6,5-6,8. Условия увлажнения летнего периода были различными в годы исследований. Гидротермический коэффициент (ГТК по Г.Т. Селянинову) за период июнь-июль (межфазный период кущение-колошение, который является критическим по водопотреблению) в 2016 г. составил 1,80; в 2017 г. – 0,87, что, по мнению Е.К. Зоидзе и Т.В. Хомяковой [8], свидетельствует об избыточной увлажненности этого периода в 2016 г. и близкой к норме – в 2017 г.

Результаты исследований. Оценка сортообразцов, полученных на основе мутантно-сортовых скрещиваний, по урожайности зерна позволила выявить их потенциал в контрастных условиях возделывания [9]. Благодаря высокой устойчивости к полеганию на фоне повышенной влагообеспеченности вегетационного периода в 2016 году наибольшим уровнем урожайности в группе среднеранних сортов характеризовались образцы Г 6/17 и Г 8/17, превысившие стандарт Памяти Азиева, соответственно, на 1,68 и 0,82 т/га. Из среднеспелых образцов выделались Г 15/17 (+ 0,81 т/га) и Г 13/17 (+ 0,44 т/га), а в группе среднепоздних – Г 12/17 и Г 17/17, которые сформировали урожайность зерна 2,32 т/га, или на 1,04 т/га выше по сравнению со стандартом. Урожайность зерна образцов в опыте варьировала от 0,98 до 3,26 т/га, составив, в среднем, 2,01 т/га.

В благоприятных условиях 2017 года средняя урожайность образцов составила 5,43 т/га, изменяясь от 4,09 до 6,56 т/га. В группе среднеранних линий подтвердили свое преимущество Г 6/17(+0,48 т/га), Г 8/17 (+0,71 т/га), Г 16/17 (+0,53 т/га). Среднеспелые образцы Г 15/17, Г 16/17 и Г 7/17 превысили стандарт на + 2,23 и + 1,7 т/га соответственно. В группе среднепоздних образцов выделались Г 14/17, Г 11/17 и Г 17/17, превысив сорт стандарт Серебристая, соответственно, на 1,83; 1,41 и 1,10 т/га.

Оценка перспективных сортов по результатам двухлетних испытаний в контрастных условиях выращивания выявила, что выделенные селекционные линии по урожайности зерна превышали стандарты на 0,76 – 1,80 т/га. Наибольшего внимания заслуживают образцы Г 6/17 среднераннего типа, среднеспелый Г 15/17 и Г 11/17, Г 17/17 среднепозднего типа, характеризующиеся более высокой, по сравнению со стандартом, урожайностью зерна как в благоприятных условиях (2017), так и при избыточном выпадении осадков (2016).

Наиболее благоприятными для формирования высококачественного зерна

яровой мягкой пшеницы были условия 2017 г. В условиях повышенного увлажнения 2016 г., которое привело и к наибольшему полеганию посевов, сформировалось зерно худшего качества.

Питательную и технологическую ценность зерна яровой мягкой пшеницы ха-

рактеризует показатель содержание белка в зерне. Как показали исследования, в среднем за 2 контрастных года исследований среднее содержание белка по сортам составило 15,82% с варьированием по образцам от 14,14 до 17,16% (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели технологических свойств зерна образцов яровой мягкой пшеницы, в среднем, за 2016-2017 гг.

Сорт, образец	Стекловидность, %	Натура, г/л	Белок, %
Памяти Азиева, стандарт	51	678	14,84
Г 540/08	52	666	14,14
Г 6/17	51	738	14,19
Г 8/17	52	686	14,59
Г 9/17	50	658	14,76
Г 10/17	50	596	16,56
Г 539/08	50	666	15,50
Среднее по группе	51	670	14,94
Дуэт, стандарт	50	542	14,76
Г 7/17	52	742	16,97
Г 13/17	50	684	16,53
Г 15/17	50	720	15,79
Г 16/17	50	672	16,76
Среднее по группе	50	672	16,16
Серебристая, стандарт	50	541	13,91
Г 11/17	51	702	16,30
Г 12/17	52	700	14,84
Г 14/17	51	714	17,16
Г 17/17	50	692	16,36
Среднее по группе	51	670	15,71
В среднем по опыту	50	678	15,82
НСР ₀₅	0,87	2,49	0,06

Следует отметить, что более высокое содержание белка в зерне формировали образцы среднеспелой группы (16,16%), величина показателя у линий среднепоздней группы составила 15,71%, а средне-ранней группы – 14,94%.

Наибольшим содержанием белка с превышением над сортами-стандартами характеризовались образцы Г 10/17 (16,56%), Г 7/17 (16,97%), Г 16/17 (16,76%), Г 13/17 (16,53%), Г 14/17 (17,16%)

Стекловидность – важный показатель технологических свойств зерна пшеницы. Она характеризует структурно-механические свойства эндосперма и сопротивляемость зерна разрушающим условиям, влияет на интенсивность его измельчения. Стекловидное строение эндосперма не

всегда определяет высокое количество и качество клейковины, а также повышенное содержание белка.

Проведенные исследования показали, что в среднем за два года величина показателя по всем изученным образцам составила 50% с варьированием от 50 до 52 %, что соответствует мукомольному базису. Ни одна из линий не соответствовала по стекловидности зерна требованиям к сильной пшенице (60%).

Натура зерна определяется однородностью размеров, поверхностью и плотностью зерновок. Выявлено, что при натуре менее 740 г/л снижается выход муки. При значении показателя 680-690 г/л выход муки снижается до 10% .

Как показали исследования, за годы

изучения натура зерна у испытанных образцов, в среднем, составила 678 г/л, различия между образцами по группам спелости были незначительные (670—672 г/л). В то же время были выделены образцы со значением показателя выше 700 г/л: Г 6/17 (738 г/л), Г 7/17 (742 г/л), Г 15/17 (720 г/л), Г 11/17 (702 г/л), Г 12/17 (700 г/л), Г 14/17 (714 г/л).

Важными показателями, определяющими хлебопекарные качества зерна, являются количество и качество клейко-

вины. Такие свойства клейковины, как упругость, растяжимость и эластичность, обуславливают объемный выход и получение хорошего пористого хлеба с высокой усвояемостью.

В среднем, по опыту за годы изучения содержание клейковины в зерне составило 31,6%, причем у образцов среднеранней группы этот показатель был равен 29,66 %, среднеспелой – 32,4 %, среднепоздней группы – 31,4 % (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели хлебопекарных качеств зерна яровой мягкой пшеницы, в среднем, за 2016-2017 гг.

Сорт, образец	Клейковина		Альвеограф		Анализ хлеба	
	%	ед. ИДК	сила муки, е.а.	P/L	объем, см ³	общая хлебопекарная оценка, балл
Памяти Азиева, стандарт	29,7	63	424	0,85	1200	4,7
Г 540/08	28,1	57	355	1,02	1180	4,6
Г 6/17	28,8	58	432	1,77	940	4,3
Г 8/17	28,8	66	399	2,43	1020	4,4
Г 9/17	29,8	67	375	2,52	500	4,0
Л 10/17	32,2	63	302	1,92	568	4,2
Г 539/08	30,2	62	524	1,54	1190	4,6
Среднее по группе	29,66	62	402	1,72	943	4,4
Дуэт, стандарт	29,6	60	222	1,53	1000	4,2
Л 7/17	34,0	71	467	2,18	970	4,2
Г 13/17	33,5	75	182	0,49	604	4,3
Г 15/17	31,5	71	267	1,41	612	4,3
Г 16/17	33,4	69	339	2,33	580	4,2
Среднее по группе	32,4	69	295	1,59	753	4,2
Серебристая, стандарт	27,7	57	290	0,95	1170	4,5
Г 11/17	32,8	69	167	1,04	516	4,0
Г 12/17	29,7	70	228	1,09	584	4,3
Г 14/17	34,1	68	395	2,35	508	3,9
Г 17/17	32,7	64	347	2,25	456	3,8
Среднее по группе	31,4	65	285	1,54	647	4,1
Среднее по сортам	31,6	65	348	1,85	717	4,1
НСР ₀₅	0,87	0,26	3,21	0,8	4,68	0,17

Изученные образцы имели показатель ИДК 1 группы (в пределах 57-75 ед.), что указывает на высокое качество клейковины.

Важнейшими показателями качества муки являются показатели сила муки и объемный выход хлеба. Термин «сила муки» в широком смысле используется как синоним качества муки. Пшеница с

зерном, имеющим силу муки 280 е.а., относится к классу сильных.

Как показали исследования, по опыту этот показатель составил, в среднем, 348 е.а. с варьированием по группам спелости от 285 е.а. у среднепоздних до 402 е.а. у среднеранних образцов. Наибольшими значениями этого показателя характеризовались селекционные линии

Г 539/08 (524 е.а.), Л 7/17 (467 е.а.) и Г 6/17 (432 е.а.).

Непосредственным способом оценки хлебопекарных качеств муки является выпечка, посредством которой выявляется такой показатель, как объемный выход хлеба.

По изученным образцам за 2 года исследований этот показатель изменялся в широких пределах – от 456 до 1200 см³. Более низкое значение изучаемого показателя было характерно для образцов среднепоздней группы – 647 см³. Наибольшая величина объемного выхода хлеба отмечалась для образцов среднеранней группы – сорта-стандарта Памяти Азиева, образцов Г 539/08, Г 540/08, Г 8/17, а также для сорта-стандарта среднепоздней группы Серебристая.

Показатель общей хлебопекарной оценки в среднем за годы исследований варьировал от 3,8 до 4,6 балла. Наибольшее значение его отмечалось для сортов Памяти Азиева и Серебристая, образцов Г 539/08, Г 540/08, Г 8/17.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования позволили выявить селекционные линии Г 6/17, Г 11/17, Г 15/17 и Г 17/17, формирующие высокий уровень урожайности зерна в контрастных условиях выращивания, с высокой стекловидностью, натурой, содержанием клейковины и силой муки в зерне. Эти образцы были включены в дальнейшую селекционную проработку. В качестве источников повышенного содержания белка были выделены образцы Г 10/17, Г 7/17, Г 16/17, Г 13/17, Г 14/17. К высоконатурным образцам были отнесены: Г 6/17, Г 7/17, Г 15/17, Г 11/17, Г 12/17, Г 14/17. Селекционные линии Г 539/08, Л 7/17 и Г 6/17 отличались повышенным количеством и качеством клейковины, силой муки, а образцы Г 539/08, Г 540/08, Г 8/17, а также сорта-стандарты Памяти Азиева и Серебристая – лучшими хлебопекарными свойствами.

Список источников

1. Кадиков Р.К., Никулин А.Ф., Исмаилов Р.Р. Зависимость урожайности сортов

яровой пшеницы от погодных условий вегетации // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6 (38). С. 64–66. EDN: PMWLCH

2. Сурин Н.А. Селекция зерновых культур на качество и пути их решения в Восточной Сибири // Селекция сельскохозяйственных культур на качество: материалы науч.-метод. конф. объедин. и пробл. советов по сел. и сем. с.-х. культур в Сибири. Новосибирск, 2001. С. 14-19. EDN: YXCAFN

3. Swaminatan M.S. Mutational reconstruction of crop ideotypes / M.S. Swaminatan // Induced mutations and Plant Improvement. Viena. 1972. Pp. 155-170.

4. Тохвер М.Н., Прийлин О.Я. Содержание и качество протеина в зерне мутантов мягкой пшеницы // Чувствительность организмов к мутагенным факторам и возникновение мутаций. Вильнюс, 1977. С. 64-68.

5. Поползухина Н.А. Индуцированный мутагенез и гибридизация в селекции яровой мягкой пшеницы: монография. Омск, 2003. 155 с.

6. Поползухина Н.А., Рутц Р.И. Индуцированный мутагенез и гибридизация в решении проблемы качества зерна яровой мягкой пшеницы // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2006. № 3. С. 3-4. EDN: HTQTAX

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов). Москва : Колос, 1985. 45 с.

8. Зоидзе Е.К., Хомякова Т.В. Моделирование формирования влагообеспеченности на территории Европейской России в современных условиях и основы оценки агроклиматической безопасности // Метеорология и гидрология. 2006. № 2. С. 98–105. EDN: KUHMMX

9. Якунина Н.А., Поползухина Н.А., Мазепа Н.Г. Оценка яровой мягкой пшеницы по урожайности в контрастных условиях южной лесостепи Западной Сибири // ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЧТЕНИЯ-2021: XII Национальная научно-практическая конференция с международным участием. Омск, 2021. С. 780-783. EDN: YVSDIB

References

1. Kadikov R.K., Nikulin A.F., Ismagilov R.R. Dependence of different spring wheat varieties yields on weather conditions during vegetation period. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2012;6(38);64–66 (In Russ.)

2. Surin N.A. Seleksiya zernovykh kultur na kachestvo i puti ikh resheniya v Vostochnoy Sibiri [Selection of grain crops for quality and ways to solve them in Eastern Siberia]. *Selection of agricultural crops for quality*. Proc. of Sci. and Method. Conf. Novosibirsk, 2001. Pp. 14-19 (In Russ.)

3. Swaminatan M.S. Constructio mutabilium fructuum notionum / M.S. Swaminatan. *Inductus mutationes et Plant Emendationem*. Vienna, 1972. Pp.155-170.

4. Tokhver M.N., Priilin O.Ya. Soderzhaniye i kachestvo proteina v zerne mutantov myagkoy pshenitsy [The content and quality of protein in the grain of common wheat mutants]. *Sensitivity of organisms to mutagenic factors and the occurrence of mutations*. Vilnius. 1977. Pp. 64-68 (In Russ.)

5. Popolzukhina N.A. Indutsirovanny mutagenez i gibridizatsiya v seleksii yarovoy myagkoy pshenitsy [Induced Mutagenesis and Hybridization in Breeding of Spring Common Wheat]. Monograph. Omsk, 2003, 155 p.

6. Popolzukhina N.A. Indutsirovanny mutagenez i gibridizatsiya v reshenii problemy kachestva zerna yarovoy myagkoy pshenitsy [Induced mutagenesis and hybridization in

solving the problem of grain quality of spring common wheat]. *Doklady Rossiyskoy akademii selskokhozyaystvennykh nauk*. 2006;3:3-4 (In Russ.).

7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov) [Field experience methodology (with the basics of statistical processing of results)]. Moscow : Kolos, 1985, 45 p. (In Russ.)

8. Zoidze Ye.K., Khomyakova T.V. Modelirovaniye formirovaniya vlogoobespechennosti na territorii Yevropeyskoy Rossii v sovremennykh usloviyakh i osnovy otsenki agroklimaticheskoy bezopasnosti [Modeling the formation of moisture supply on the territory of European Russia in modern conditions and the basis for assessing agro-climatic security]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2006;2:98-105 (In Russ.)

9. Yakunina N.A., Popolzukhina N.A., Mazepa N.G. Assessment of spring soft wheat yield in contrast conditions of the south forest steppe of Western Siberia. *EKOLOGICHESKIYE CHTENIYA-2021: XII National Sci. and Pract. Conf. with Int. Part*. Omsk, 2021. Pp. 780-783 (In Russ.)

Сведения об авторах

Нина Алексеевна Поползухина – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры экологии природопользования и биологии;

Надежда Анатольевна Якунина – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры экологии природопользования и биологии, nan.yakunina@omgau.org;

Павел Вавилович Поползухин – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник, na.popolzukhina@omgau.org;

Надежда Григорьевна Мазепа – ведущий специалист.

Information about authors

Nina A. Popolzuhina – Doctor of Science (Agriculture), Professor, Chair of Environmental Ecology and Biology,

Nadezhda A. Yakunina – Candidate of Science (Agriculture), Senior Lecturer, Chair of Environmental Ecology and Biology, nan.yakunina@omgau.org;

Pavel V. Popolzukhin – Candidate of Science (Agriculture), Senior Researcher, Leading Researcher, na.popolzukhina@omgau.org;

Nadezhda G. Mazepa – leading specialist.

Статья поступила в редакцию 14.06.2022; одобрена после рецензирования 20.07.2022; принята к публикации 04.08.2022.

The article was submitted 14.06.2022; approved after reviewing 20.07.2022; accepted for publication 04.08.2022.