

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ С ОКРАШЕННЫМ КОЛОСОМ

Н.А. СТЕПАНОВА, старший научный сотрудник, ORCID ID: 0009-0005-5219-143X

ФГБНУ ФНЦ ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В данной статье приводятся экспериментальные данные по изучению селекционного материала яровой пшеницы с окрашенным колосом по показателям урожайности, качества зерна. Характерной особенностью современных сортов основных зерновых культур, включая яровую пшеницу, является их способность наиболее полно реализовать свой генетический потенциал в благоприятных погодных условиях. Поэтому считается весьма важным переходить в настоящее время от максимальной урожайности к устойчивому получению высококачественного урожая, за счет их большей приспособленности к конкретным условиям выращивания. Полученные данные за два года исследований показали, что селекционные линии с окрашенным колосом по урожайности не значительно уступали стандарту. По показателям качества зерна все сортообразцы отвечают требованиям для производства муки и крупы. У селекционных линий Мильтурум А 11 и Ферругинеум Б5 урожайность была выше чем у стандарта Дарья. Красная окраска колоса положительно влияла на содержание белка, крахмала и клейковины. По результатам структурного и других анализов впервые выявлены новые селекционные линии с высоким содержанием белка и клейковины: Мильтурум -Л57, Мильтурум 970, Мильтурум Б5 и получен новый оригинальный материал с комплексом положительных признаков для селекции на высокую продуктивность в качестве исходного материала.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, окрашенный колос, урожайность, показатели качества зерна.

Для цитирования: Степанова Н.А. Сравнительная оценка селекционного материала пшеницы мягкой яровой с окрашенным колосом. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 4(52):148-155. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-4-148-155

COMPARATIVE ASSESSMENT OF BREEDING MATERIAL OF SPRING SOFT WHEAT WITH COLOURED SPIKELET

N.A. Stepanova

FSBSI FEDERAL SCIENTIFIC CENTER OF LEGUMES AND GROAT CROPS

Abstract: This article provides experimental data on the study of breeding material for spring wheat with colored ears in terms of yield and grain quality. A characteristic feature of modern varieties of major grain crops, including spring wheat, is their ability to most fully realize their genetic potential in favorable weather conditions. Therefore, it is considered very important at present to move from maximum yield to sustainable production of high-quality harvest, due to their greater adaptability to specific growing conditions. The data obtained during two years of research showed that the breeding lines with coloured spikelets were not significantly inferior to the standard in terms of yield. The breeding lines Milturum A 11 and Ferregeneum B5 had higher yields than the Daria standard. Red coloration of the spikelet had a positive effect on protein, starch and gluten content. Based on the results of structural and other analyses, new breeding lines with high protein and gluten content were identified for the first time: Milturum-L57, Milturum 970, Milturum B5 and new original material with a complex of positive traits was obtained for breeding for high productivity as a source material.

Keywords: spring soft wheat, colored spikelet, yield, grain quality indicators.

Введение

Пшеница мягкая яровая – основная продовольственная культура в России. Повышение урожайности и улучшение качества зерна – важнейшие задачи, которые стоят перед селекционерами. Однако в последние годы в стране наблюдается тенденция снижения товарного качества зерна. В настоящее время одним из ключевых факторов решения проблемы эффективного функционирования растениеводства является создание адаптированных сортов, включающих устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам. На долю сорта по различным оценкам приходится до 40 процентов общего роста урожайности важнейших сельскохозяйственных культур. И пшеница мягкая яровая этому не исключение [1]. Успешное создание сортов, сочетающих высокую урожайность с устойчивостью к неблагоприятным условиям среды, требует детального изучения морфофизиологических и хозяйственно ценных признаков растений и их взаимодействия в конкретных экологических условиях [2, 5]. Возделываемые в нашей стране в производстве сорта пшеницы мягкой яровой являются преимущественно белоколосыми, относятся к разновидностям *Erythrospermum* (белые, остистые) и *Lutescens* (белые, безостые), что зачастую затрудняет их идентификацию при проведении сортового контроля. Поэтому для производственных условий несомненный интерес представляют красноколосые пшеницы разновидности *Milturum* (красные, безостые) и *Ferrugineum* (красные, остистые). Меньшая распространённость красноколосых пшениц в производстве учёными часто объясняется их недостаточной засухоустойчивостью и, как следствие, невысокими продукционными возможностями. Известно также, что значительно повышается частота аллелей, определяющих красную окраску колоса в регионах с недостаточной теплообеспеченностью вегетационного периода [3, 4]. В исследованиях многих ученых выделяется особая роль выявления отдельных морфологических признаков, так как облегчает проведение отбора. Так, наиболее подробно в литературе освещен вопрос о роли остей в формировании продуктивности пшеницы яровой. О роли окраски колоса встречается реже. Из анализа литературных данных следует, что влияние окраски колоса на продуктивность во многом зависит от условий, сложившихся в период вегетации [2, 4]. П.Е. Суднов (1967) и В.А. Воробьева (1975) указывают, что образцы с красным колосом, в отличие от белого колоса, более приспособлены к условиям произрастания при пониженных температурах и высокой влагообеспеченности.

Цель исследований – провести сравнительный анализ оценки урожайности и качества зерна пшеницы мягкой яровой с окрашенным колосом.

Материал и методика

Экспериментальные посевы яровой мягкой пшеницы были размещены на полях севооборота селекционного центра ФНЦ ЗБК. Предшественник – чистый пар. Почвы – тёмно-серые лесные, среднесуглинистые, средне окультуренные. Микрорельеф участка выровненный. По основным физико-химическим показателям данные почвы являются типичными для данной природно-экономической зоны.

В конкурсном сортоиспытании общая площадь каждой делянки составляла 8,25 м² (ширина 1,65 м x длина 5,0 м). Учетная площадь делянки – 7,5 м². Количество рядков на делянке – 10 шт., ширина междурядий – 15 см, повторность 3-5-кратная. Посев проводился селекционной сеялкой СКС-6-10 (порционный и кассетный варианты). Норма высева – 5 млн. всхожих зерен на гектар. Объектами исследований являлись новые селекционные линии, созданные в ФНЦ ЗБК, стандарт - сорт Дарья.

Биохимический состав зерна определяли на приборе Infratec 1241 Grain Fnalizer (Foss, Denmark). Программа WN990226. Математическую обработку данных проводили методами кластерного анализа с использованием компьютерных программ Microsoft office Excel.

Фактически метеоусловия в период получения данных были контрастными (различными). Погодные условия вегетационного периода 2024 г. были засушливыми

(ГТК=0,83), повышенные температуры в июне-июле существенно повлияли на формирование урожая отдельных сортообразцов. Метеоусловия вегетационного периода летом 2023 г. были благоприятными для развития и слабо засушливыми (ГТК=1,01) (табл. 1).

Таблица 1

Среднемесячные температура воздуха и осадки по месяцам (число дней с осадками) за вегетационные периоды 2023...2024 гг.

Год	Показатель	Значения показателей по месяцам				
		Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.
2024	Температура, °С	6,9	13,9	19,8	22,3	20,5
	Осадки, мм (кол.дн.)	46(17)	74(20)	41(14)	51(9)	51(14)
2023	Температура, °С	10,3	12,9	17,1	19,2	20,3
	Осадки, мм (кол.дн.)	27(10)	17(8)	56(11)	77(18)	45(13)

Результаты и обсуждение

Окраска колоса большинством исследователей рассматривается, в основном, как систематический и экологический признак. Урожайность – результирующий показатель многих признаков и свойств сорта любой полевой культуры. Согласно нашим исследованиям урожайность линий пшеницы мягкой яровой с окрашенным колосом в конкурсном сортоиспытании в среднем по опыту в 2023 году составила 7,25 т/га, в 2024 году – 3,75 т/га. По урожайности линии яровой мягкой яровой пшеницы не намного уступали стандарту Дарья, менее 0,6%. Некоторые линии значительно превышали урожайность стандарта Дарья. Так, наиболее высокая урожайность за два года исследований в сравнении со стандартом была отмечена у селекционных линий Ферругинеум Б (6,313 т/га) и Мильтурум А 11 (6,076 т/га) (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность селекционных образцов яровой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании

Сорт, линия	Урожайность, т/га		
	2023 г.	2024 г.	Среднее
Дарья	8,167	3,941	6,054
Мильтурум А 11	8,774	3,378	6,076
Мильтурум Б 5	8,400	3,338	5,869
Мильтурум Д10	-	4,025	-
Мильтурум 970	-	3,944	-
Мильтурум Д13	6,542	3,108	4,825
Мильтурум Л-57	6,762	4,101	5,431
Мильтурум Ф14	-	3,991	
В.Лис (Шумер)	6,929	4,096	5,512
(Гр х Л 57) х Бомбона	6,119	3,394	4,756
Ферругинеум Б5	8,400	4,227	6,313
(Гр х Л57) х Корнетто	6,119	2,557	4,338
В.Лис феррегинеум	-	3,734	-
НСР ₀₅	0,426	0,313	0,369

Качество зерна сортов яровой пшеницы, среди прочих факторов, определяется адаптационными способностями к конкретным агроэкологическим условиям. Для пшеницы важнейшим приоритетом наряду с увеличением потенциальной продуктивности и экологической устойчивости, являются технологические качества зерна - повышенное

содержания белка в зерне. В Орловской области урожайные свойства и качество зерна сортов пшеницы яровой слабо изучены, а зерно сортов пшеницы мягкой часто не отвечают требованиям перерабатывающей промышленности [6, 7].

В связи с этим, расширение посевов сильных и наиболее ценных сортов пшеницы, устойчивых к экстремальным условиям производства, стабильно сохраняющих потенциал продуктивности и качества в условиях региона, является актуальной темой.

По показателям качества зерна все сортообразцы отвечают требованиям для производства муки и крупы. Выявлены новые селекционные линии с высоким содержанием белка (более 15%) и клейковины (более 28%): Мильтурум Л57, Мильтурум 970, Мильтурум Б5. Подтвержден вывод, что селекционные линии пшеницы с окрашенным колосом при равной урожайности формируют более высокое качество зерна. По содержанию крахмала за два года исследований селекционные линии яровой мягкой пшеницы не значительно уступали стандарту сорта Дарья. В 2024 году селекционная линия Мильтурум 970 обеспечила высокий сбор белка с гектара 0,65 т/га. (табл. 3).

Таблица 3

Показатели качества селекционных образцов яровой мягкой пшеницы

Сорт	Белок, %		Крахмал, %		Клейковина, %	
	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.
Дарья	13,9	14,3	66,5	64,8	25,4	25,4
Мильтурум А 11	14,4	16,0	64,9	61,2	25,8	29,1
Мильтурум Б 5	-	15,5	-	61,3	-	26,4
Мильтурум Д10	-	14,8	-	62,4	-	25,7
Мильтурум 970	-	16,4	-	58,8	-	26,5
Мильтурум Д13	13,7	14,9	63,9	59,7	22,7	23,8
Мильтурум Л-57	16,1	15,2	63,3	63,4	31,3	27,8
Мильтурум Ф14	-	14,2	-	61,4	-	23,3
В.Лис (Шумер)	14,1	14,9	63,4	62,6	25,5	25,7
(ГР х Л 57) х Бомбона	13,7	15,0	64,2	59,8	23,2	24,4
Ферругинеум Б5	13,5	14,1	65,5	64,6	21,0	24,2
(Гр х Л57) х Корнетто	13,7	15,4	65,4	60,6	23,5	26,5
В.Лис ферреинеум	-	14,6	-	63,1	-	25,4
НСР ₀₅	0,8	1,02	1,9	2,48	2,8	2,31

Следовательно, новые селекционные линии яровой мягкой пшеницы с окрашенным колосом, выращенные в условиях Орловской области, различаются по биохимическим показателям качества зерна, также они не уступают по урожайности и превосходят по качеству зерна сорт стандарт.

Кластерный анализ сортов и селекционных линий пшеницы мягкой яровой по показателям структурного анализа и качества зерна с учетом селекционных индексов позволил сформировать 9 кластеров. Заслуживают внимания кластер № 2, в котором представлены 2 новые селекционные линии разновидности ферругинеум с наиболее продуктивным, хорошо озерненным колосом (49, 4). Кластер № 3 образован линией Мильтурум Д10, уступающей по продуктивности колоса из-за низкой озерненности. Кластеры № 4, № 5 и № 6 близки по урожайности и содержанию белка, но в кластере №4 представлены, в основном, оригинальные линии с высокой продуктивностью колоса, оптимальные по высоте растений и селекционным индексам. В кластеры № 8 и № 9 вошли мелкозерные сортообразцы, не устойчивые к стрессовым факторам (табл. 4, рис. 1).

Средние значения анализируемых параметров сортов и селекционных линий пшеницы мягкой яровой, вошедшие в кластеры в 2023-2024 гг.

№ кластера	Варианты, вошедшие в кластер	Урожайность, т/га	Высота растения, см	Кустистость, шт,	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт,	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 семян, г	Содержание белка, %	Содержание крахмала, %
1	Арабелла, Ликамеро	4,755	74,8	2,2	6,7	35,2	1,21	34,3	13,7	66,5
2	Шумер фер ВЛис, Ферругинеум Б5	4,162	82,8	1,9	8,6	49,40	1,78	36,0	14,5	63,6
3	Мильтурум Д 10	4,025	73,2	1,8	7,1	25,9	0,89	34,1	14,8	62,4
4	Лютесценс ГрЛ, ЛютесценсЕ9, Мильтурум 970, Мильтурум Д22, Гранова	3,792	75,0	1,9	9,1	48,7	1,36	28,1	14,6	62,1
5	Одета, Шумер3, Мил А11 (бел) Л57, П.Коновалова, ПК*Л57, Гранни	3,739	77,8	1,6	8,0	33,8	1,13	33,8	14,7	63,1
6	Токката, Дарья, Д 22 лют, Мильтурум Ф 14, Бомбона, Корнетто, Эритро А10, Эритро Г4, Ферругинеум ВЛис	3,717	79,4	2,2	7,8	37,3	1,03	27,9	14,3	63,6
7	Ураликум Б2	3,500	72,5	2,1	7,1	32,2	0,63	19,5	18,0	57,0
8	ШУМЕР 7	3,396	70,2	1,5	7,8	33,6	0,77	23,0	14,3	60,8
9	Мильтурум Б5, Мильтурум Д13	3,223	68,5	3,0	8,6	42,3	1,13	26,8	15,2	60,5

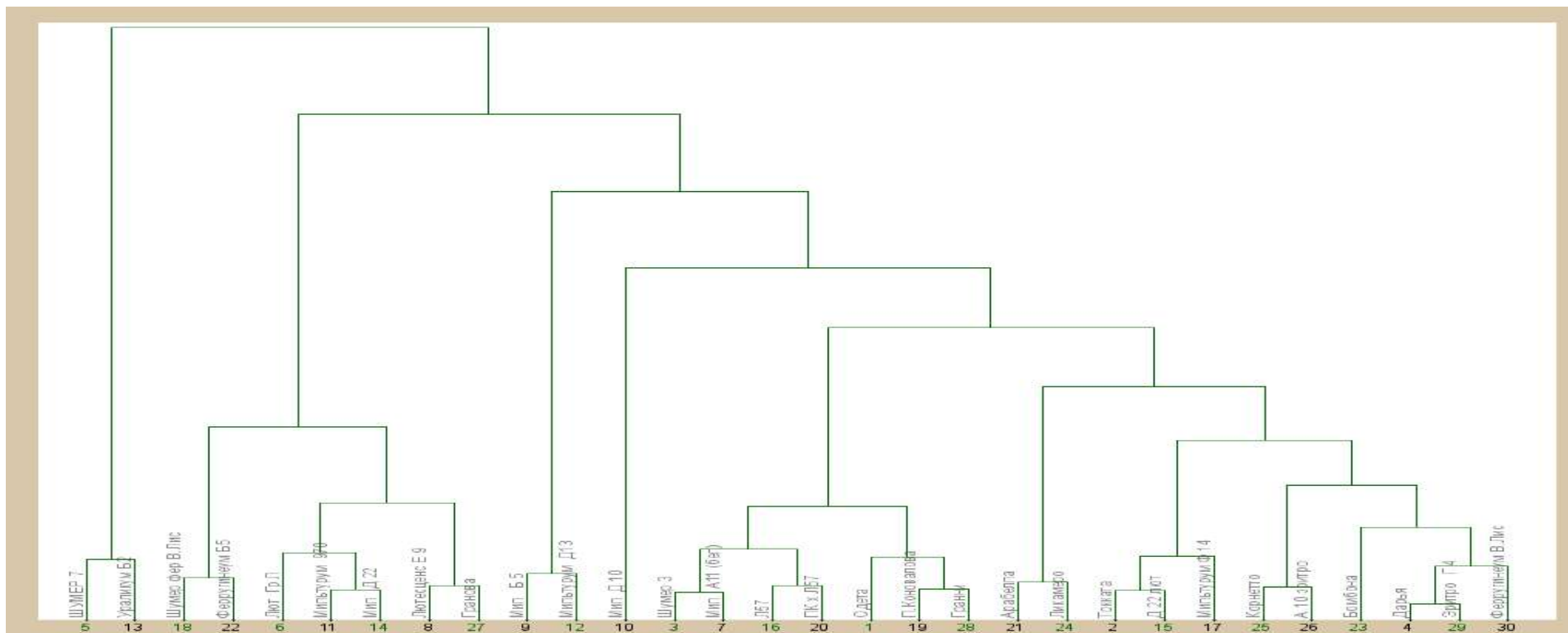


Рис. 1 Дендрограмма кластеризации селекционных образцов пшеницы мягкой яровой за 2023-2024 гг.

По результатам структурного анализа и показателям качества зерна впервые выявлены новые селекционные линии с высоким содержанием белка и клейковины: Мильтурум -Л57, Мильтурум 970, Мильтурум Б5, получен новый оригинальный материал с комплексом положительных признаков для селекции на высокую продуктивность в качестве исходного материала.

Заключение

Полученные данные за два года исследований показали, что селекционные линии с окрашенным колосом по урожайности незначительно уступали стандарту. У селекционных линий Мильтурум А 11 и Феррегенеум Б5 урожайность была выше, чем у стандарта Дарья. Красная окраска колоса положительно влияла на содержание белка, крахмала и клейковины. По показателям качества зерна стандарт уступал селекционным линиям с окрашенным колосом. Были выявлены новые селекционные линии с высоким содержанием белка (более 15%) и клейковины (более 28%): Мильтурум -Л57, Мильтурум 970, Мильтурум Б5.

Изучение селекционных линий пшеницы мягкой яровой с окрашенным колосом, позволяет с достаточной точностью определить роль данного признака в формировании урожайности и качества зерна. Полученные результаты можно использовать при создании моделей сорта и непосредственно в селекционном процессе.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FGZZ-2024-0003 Цифровое фенотипирование зерновых и крупяных культур в селекционном процессе на высокую продуктивность и качество).

Литература

1. Степанова Н.А., Сидоренко В.С., Яндубайкин Е.Е. Сравнительная оценка яровой мягкой пшеницы по показателям урожайности и качества зерна / Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума НАУКА И ИННОВАЦИИ – СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ – 2024. – Москва: Издательство Инфинити – 125 с. ISBN 978-5-905695-78-0
2. Сидоров А. В., Влияние окраски колоса на урожай и качество зерна яровой пшеницы. // Вестник Красноярского ГАУ. – 2014. – № 1(88). – С. 69-72. – EDN RXKRUH.
3. Хлесткина Е. К. Гены, детерминирующие окраску различных органов пшеницы. // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16. – № 1. – С. 202-216.
4. Никитина В. И., Громова Е.М. Влияние морфологических признаков колоса и зерна на урожайность яровой мягкой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи. // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2009. – № 3 (16). – С. 99-102. – EDN KYUFOL.
5. Степанова Н. А. Кластерный анализ сортов и селекционных линий яровой мягкой пшеницы по показателям структурного анализа и качества зерна. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2 (46). – С. 107-116. – DOI 10.24412/2309-348X-2023-2-107-116. – EDN WYBVMP.
6. Казарцева А.Т., Шеуджен А.Х., Нещадим Н.Н. Эколого-генетические и агрохимические основы повышения качества зерна. Майкоп – 2004. – 159 с.
7. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Павловская Н.Е., Мальчиков П.Н., Костромичева Е.В., Гагарина И.Н., Костромичева В.А. Перспективы выращивания новых сортов твёрдой пшеницы в условиях Орловской области. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 2 (14). – С. 52-58.

References

1. Stepanova N.A., Sidorenko V.S., Yandubaikin E.E. Comparative evaluation of spring soft wheat by indicators of yield and grain quality. Collection of scientific articles on the results of the International Scientific Forum SCIENCE AND INNOVATION - MODERN CONCEPTS, 2024, Moscow: Infiniti Publ., 125 p. ISBN 978-5-905695-78-0
2. Sidorov A.V. Influence of ear colour on yield and grain quality of spring wheat. *Vestnik Krasnoyarskii GAU*, 2014, no. 1(88), pp. 69-72. - EDN RXKRUH.

3. Khlestkina E.K. Genes determining the colouration of different organs of wheat. *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii*. 2012. Vol. 16, no. 1, pp. 202-216.
4. Nikitina V. I., Gromova E.M. Vliyanie morfologicheskikh priznakov kolosa i zerna na urozhainost' yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh Krasnoyarskoi lesostepi. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii im. V.R. Filippova*. 2009, no. 3(16), pp. 99-102, EDN KYUFOL.
5. Stepanova N. A. Cluster analysis of varieties and breeding lines of spring soft wheat in terms of structural analysis and grain quality indicators. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2023, no. 2(46), pp. 107-116. DOI 10.24412/2309-348X-2023-2-107-116. EDN WYBVMP
6. Kazartseva A.T., Sheudzhen A.Kh., Neshchadim N.N. Ecological, genetic and agrochemical bases for improving grain quality. Maikop, 2004, 159 p.
7. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Pavlovskaya N.E., Mal'chikov P.N., Kostromicheva E.V., Gagarina I.N., Kostromicheva V.A. Prospects of growing new varieties of durum wheat in the conditions of the Orel region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2015, no. 2 (14), pp. 52-58.