

DOI 10.33952/2542-0720-2021-2-26-109-115

УДК 633.11 «324»:631.523.4

Косенко С. В.

ОЦЕНКА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ПРИЗНАКУ

«МАССОВАЯ ДОЛЯ БЕЛКА В ЗЕРНЕ»

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»

Реферат. Пензенская область характеризуется многообразием природно-климатических зон и большой изменчивостью метеорологических факторов. Поэтому создание высокоурожайных сортов озимой мягкой пшеницы с высоким содержанием белка в зерне является одной из важнейших проблем в селекции этой культуры. Цель исследований – оценка способности сортов озимой пшеницы формировать высокобелковое зерно в различных экологических условиях и выделение ценного исходного материала для селекции. Задача исследований – оценить сорта по признаку «массовая доля белка в зерне». Исследования проводили в 2008–2017 гг. в лесостепной зоне Пензенской области. Почва опытного участка – выщелоченный чернозём среднемогучный среднегумусный, мощность пахотного горизонта 35–40 см. Материалом для исследований служили 90 сортов озимой пшеницы из мировой коллекции. Предшественник – чистый пар. Опыты закладывали в трёхкратной повторности, площадь делянки 3 м². Норма высева – 5,5 млн всхожих семян/га. Стандарт – районированный сорт Фотинья. Массовая доля белка в зерне у сортов озимой пшеницы раннеспелой и среднеранней группы спелости достоверно отличались от величины этого показателя среднеспелых сортов. Среднеспелые сорта характеризовались высоким содержанием белка (в среднем 15,5 %), урожайностью (в среднем 3,8 т/га), сбором белка с единицы площади (в среднем 0,59 т/га). По уровню устойчивости к стрессу выделились сорта Фотинья и Московская 39 (0,7 и 0,6 соответственно). Высокой генетической гибкостью (15,3–16,2) обладали сорта: Фотинья (Пензенская область), Московская 39 (Московская область), Безенчукская 380 (Самарская область), Бадулинка (Волгоградская область), Еришовская 25 (Саратовская область), Зимородок, Победа 50 (Краснодарский край), Зерноградка 8, Конкурент (Ростовская область). У этих генотипов коэффициент вариации признака «массовая доля белка в зерне» по годам был незначительным и составил 3,2–9,7 %, что позволяет рекомендовать их для использования в качестве исходного материала в селекции.

Ключевые слова: озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.), селекция, сорт, урожайность, белок, устойчивость к стрессу.

Для цитирования: Косенко С. В. Оценка сортов озимой пшеницы по признаку «массовая доля белка в зерне» // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 2(26). С. 109–115. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-109-115.

For citation: Kosenko S. V. Evaluation of winter wheat varieties by such indicator as “mass fraction of protein in grain” // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 2 (26). P. 109–115. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-2-26-109-115.

Введение

Среднее Поволжье, в том числе и Пензенская область, характеризуются многообразием природно-климатических зон и большой изменчивостью метеорологических факторов по годам, но в целом благоприятны для получения высококачественного зерна. Однако роль генотипа в формировании качества зерна является определяющей, поэтому селекция на качество имеет первостепенное

значение [1]. Одним из важнейших признаков, положенного в основу классификации зерна в России и за рубежом, является содержание белка в зерне. Данный показатель чётко дифференцирует сорта по реакции на стрессовые условия в период налива. Увеличение производства зерна и выход белка с гектара остаётся наиболее актуальной проблемой растениеводческой отрасли народного хозяйства. Зерно является источником белка в рационе людей и ещё большее значение имеет в рационе животных. Значимость проблемы повышения белка зерновых культур становится особенно очевидной, если учесть, что включение минерального азота в состав органического вещества с образованием первичной аминокислоты и амидов может осуществляться только микроорганизмами и растениями. В дальнейшем продукты первичного биосинтеза (глутаминовая кислота, аспарагин и глутамин) могут использоваться в организме растений для синтеза всех остальных аминокислот, в том числе и тех, которые входят в состав белков. Причём человек и животные способны к биосинтезу только части аминокислот, а незаменимые аминокислоты должны получать только с пищей. Поэтому следует ещё раз подчеркнуть важную роль растений в биосинтезе аминокислот и, соответственно, белка в природе [2–5].

Среди растений основными создателями белка являются зерновые и зернобобовые культуры. Все другие жизненно важные вещества (крахмал, сахара и т.д.) можно получать, выращивая соответствующие, более урожайные по этим веществам культуры (картофель, свёклу и другие). С учётом этого основной задачей в селекции зерновых культур, вместе с повышением урожайности зерна, является повышение содержания белка.

Цель исследований – оценка способности сортов озимой пшеницы формировать высокобелковое зерно в различных экологических условиях и выделение ценного исходного материала для селекции.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2008–2017 гг. в лесостепной зоне Пензенской области. Климат зоны умеренно-континентальный. Почва опытного участка – выщелоченный чернозём среднемощный среднегумусный, мощность пахотного горизонта 35–40 см. Среднее содержание гумуса в пахотном слое 6,38 % (по Тюрину), легкогидролизуемых форм азота – 6,41 мг/100 г почвы (по Тюрину и Кононовой), P_2O_5 – 14,96, K_2O – 16,9 мг/100 г почвы (по Чирикову). Кислотность водной вытяжки составила 5,5 ед. рН.

Условия вегетации в годы исследований различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Засуху наблюдали в 2010, 2011, 2014, 2015 гг., ГТК = 0,19–0,70 (недостаточное водообеспечение – 23,9–105,9 мм, что ниже среднемноголетнего количества на 47,1–120,0 мм; повышенные среднесуточные температуры воздуха – 17,8–18,4 °С, что выше нормы на 2,6–3,2 °С). Вегетационные сезоны 2008 и 2009 гг. характеризовались избыточным увлажнением, ГТК = 1,71 и 1,47. Избыточное водообеспечение составило 200,3 и 260,9 мм, что выше среднемноголетней нормы на 50,3 и 92,0 мм соответственно; среднесуточные температуры воздуха составляли 14,6 и 14,8 °С, что ниже нормы на 1,4 и 1,1 °С соответственно. Условия 2012, 2013, 2016 и 2017 гг. были благоприятными в период формирования и налива зерна, за весь период выпало 151–171 мм осадков, что выше среднемноголетнего количества на 12,0–22,7 мм, показатели среднесуточной температуры воздуха находились на уровне среднемноголетней нормы и составили 15,1–17,1 °С, ГТК равен 1,10–1,18.

Объектом исследований служили 90 сортов озимой пшеницы из мировой коллекции. Предшественник – чистый пар. Опыты закладывали в трёхкратной

повторности, площадь делянки 3 м². Норма высева – 5,5 млн всхожих семян/га. В качестве стандарта использовали районированный сорт озимой мягкой пшеницы Фотинья.

Массовую долю белка в зерне определяли по методу Кьельдаля. Устойчивость сортов к стрессу по признаку «массовая доля белка в зерне» ($Y_2 - Y_1$) рассчитывали по уравнениям А.А. Rossielle и J. Hamblin в изложении А. А. Гончаренко [6]. Статистическую обработку полученных данных выполняли с использованием дисперсионного анализа [7].

Результаты и их обсуждение

По результатам наших исследований содержание белка у изучаемых сортов варьировало в широких пределах в зависимости от сорта и года. Содержание белка в зерне, одного из важных компонентов качества, зависит от степени реализации генетического потенциала в определённых условиях. Погодные условия 2008–2017 гг. оказали значительное влияние на качество зерна озимой пшеницы. Содержание белка в зерне озимой пшеницы раннеспелых, среднеранних и среднеспелых групп в засушливые годы повышалось до 14,1–17,0 %, а в условиях увлажнения – снижалось до 11,6–13,8 % (таблица 1). Снижение величины этого показателя объясняется недобором эффективных температур в период формирования зерновки. Наименьшей изменчивостью по годам характеризовались сорта из среднеспелой группы ($C_v = 8,8\%$), наибольшей – из раннеспелой и среднеранней групп ($C_v = 14,1$ и $12,2$ % соответственно). Средние значения содержания белка у большинства сортов были на уровне 14,0 %, что соответствует нормативам на ценную пшеницу. Самое высокое содержание белка отмечено у среднеспелых генотипов (в среднем 15,5 %).

Таблица 1 – Содержание (%) и сбор белка (т/га) в различных по скороспелости группах озимой пшеницы

Показатель	Год	Группа		
		раннеспелая	среднеранняя	среднеспелая
Содержание белка в зерне, %	2008	11,6	12,2	13,4
	2009	12,2	12,8	13,8
	2010	14,5	15,2	17,0
	2011	14,1	14,4	15,6
	2012	13,6	14,1	15,2
	2013	13,4	14,2	14,8
	2014	14,2	15,4	16,8
	2015	14,1	15,6	16,1
	2016	13,8	14,4	16,6
	2017	13,6	14,2	15,6
Среднее		13,4	14,2	15,5
Коэффициент вариации (C_v), %		14,1	12,2	8,8
Урожайность зерна, т/га		2,8	3,2	3,8
Сбор белка, т/га		0,37	0,45	0,59
Количество сортов в выборке, шт.		17	21	52

При одинаковых агроклиматических условиях выращивания сбор белка с единицы площади был выше у более урожайных сортов из среднеспелой группы (0,59 т/га).

Высокий коэффициент вариации содержания белка ($C_v = 21,3–30,2$ %) в зависимости от года исследований выявлен у сортов озимой пшеницы Виктория 95 (Саратовская область), Оренбургская 105 (Оренбургская область), Туровчанка

(Республика Беларусь), Хазарка (Краснодарский край), Дон 85 (Ростовская область) (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика сортов озимой пшеницы по содержанию белка в зерне (2008–2017 гг.)

Сорт	Массовая доля белка в зерне, %			Коэффициент вариации (C_v), %
	min	max	среднее	
Фотинья (St.)	15,5	16,2	15,8	3,8
образцы с не стабильным высоким содержанием белка в зерне				
Зерноградка 6	14,8	18,4	16,2	8,0
Донская юбилейная	14,2	17,8	16,0	12,2
Донской маяк	13,6	18,0	16,2	14,0
Станичная	13,8	17,6	16,4	6,8
Дея	14,0	18,2	17,1	7,4
образцы со стабильно высоким содержанием белка в зерне				
Безенчукская 380	15,4	17,0	15,9	6,2
Бадулинка	15,2	16,8	15,7	5,8
Ершовская 25	15,2	17,0	15,8	6,6
Зимородок	15,1	16,9	15,7	4,2
Победа 50	15,2	16,7	15,7	9,7
Зерноградка 8	15,4	16,9	15,9	5,5
Московская 39	15,0	15,6	15,2	3,1
Конкурент	15,3	17,0	15,9	8,6
образцы с высокой вариабельностью содержания белка в зерне				
Виктория 95	12,6	16,2	14,8	24,2
Туровчанка	11,6	15,0	13,8	26,4
Оренбургская 105	13,4	17,0	15,4	21,3
Хазарка	13,8	17,2	15,8	22,6
Дон 85	12,8	16,8	15,0	30,2
образцы с низкой вариабельностью содержания белка в зерне				
Century	9,6	13,8	13,2	9,9
Урожайная	11,4	14,6	13,8	8,6
Ершовская 10	10,8	14,2	13,6	9,2
Левобережная 3	12,6	14,8	14,1	5,6
Одесская остистая	11,8	14,4	14,0	7,8

Средний уровень содержания белка в зерне таких сортов может быть высоким, как у сорта Хазарка – 15,8 %, а может быть сравнительно низким, как у сорта Туровчанка – 13,8 %. Сорта Century (США), Урожайная (Волгоградская область), Ершовская 10, Левобережная 3 (Саратовская область), Одесская остистая (Украина) имеют стабильно низкое содержание белка в зерне (в среднем 13,2–14,1 %) во все годы исследований. Наибольшее содержание белка в зерне (более 16,0 %) в среднем за 10 лет выявлено у сортов: Зерноградка 6, Донская Юбилейная, Донской маяк, Станичная (Ростовская область), Дея (Краснодарский край). Причём часть сортов характеризуется стабильно высоким содержанием белка в зерне (15,2–15,9 %) в течение ряда лет: Фотинья (Пензенская область), Московская 39 (Московская область), Безенчукская 380 (Самарская область), Бадулинка (Волгоградская область), Ершовская 25 (Саратовская область), Зимородок, Победа 50 (Краснодарский край), Зерноградка 8, Конкурент (Ростовская область). У таких сортов, как Зерноградка 8 и Бадулинка, высокое содержание белка сочетается с высокой урожайностью.

В селекции и производстве более ценны генотипы с высоким средним уровнем признака и слабой реакцией на изменения условий выращивания [8–10].

В таблице 3 приведены основные статистические параметры, характеризующие адаптивный потенциал сортов по показателю «массовая доля

белка в зерне». Наименьшая разница между максимальной (Y_1) и минимальной (Y_2) величинами этого признака была у сортов Фотинья и Московская 39 (0,7 и 0,6 соответственно), что характеризует их повышенную стрессоустойчивость и более высокий диапазон адаптивных возможностей.

Таблица 3 – Адаптивный потенциал лучших сортов озимой пшеницы по признаку «массовая доля белка в зерне» (2008–2017 гг.)

Сорт	Массовая доля белка в зерне, %				
	Y_2 (min)	Y_1 (max)	$Y_2 - Y_1$	$(Y_1 + Y_2)/2$	C_v , %
Фотинья (St.)	15,5	16,2	-0,7	15,8	3,8
Безенчукская 380	15,4	17,0	-1,6	16,2	6,2
Бадулинка	15,2	16,8	-1,6	16,0	5,8
Ершовская 25	15,2	17,0	-1,8	16,1	6,6
Зимородок	15,1	16,9	-1,8	16,0	4,2
Победа 50	15,2	16,7	-1,5	16,0	9,7
Зерноградка 8	15,4	16,9	-1,5	16,2	5,5
Московская 39	15,0	15,6	-0,6	15,3	3,1
Конкурент	15,3	17,0	-1,7	16,1	8,6

Для расчёта генетической гибкости сорта по содержанию белка в зерне использовали формулу $(Y_1 + Y_2)/2$, где Y_x – средние величины этого показателя в контрастных условиях.

Чем выше степень соответствия между генотипом сорта и средой, тем выше этот показатель. Высокой генетической гибкостью (15,3–16,2) обладали сорта: Фотинья, Московская 39, Безенчукская 380, Бадулинка, Ершовская 25, Зимородок, Победа 50, Зерноградка 8, Конкурент. Все выделившиеся сорта обладают меньшей изменчивостью по годам, коэффициент вариации составил 3,2–9,7 % и рекомендуются для использования в качестве исходного материала для создания новых форм по признаку «массовая доля белка в зерне».

Выводы

Таким образом, среди изучаемых сортов озимой пшеницы особый интерес представляют сорта из среднеспелой группы, которые обладают высоким содержанием белка (в среднем 15,5 %), высокой урожайностью (в среднем 3,8 т/га), высоким сбором белка с 1 га (в среднем 0,59 т/га).

По уровню устойчивости к стрессу по содержанию белка в зерна выделились сорта Фотинья и Зерноградка 6 ($Y_2 - Y_1 = 0,7$ и 0,6 соответственно).

Высокой генетической гибкостью (15,3–16,2) массовой доли белка в зерне обладают следующие сорта: Фотинья, Московская 39, Безенчукская 380, Бадулинка, Ершовская 25, Зимородок, Победа 50, Зерноградка 8, Конкурент. Все выделившиеся сорта обладают меньшей изменчивостью по годам, коэффициент вариации признака «массовая доля белка в зерне» составил 3,2–9,7 %, что позволяет их рекомендовать для использования в качестве исходного материала для создания новых форм.

Литература

1. Митрофанова О. П., Хакимова А. Г. Новые генетические ресурсы в селекции пшеницы на увеличение содержания белка в зерне // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. № 20(4). С. 545–554. DOI: 10.18699/VJ16.177.
2. Кондратенко Е. П., Константинова О. Б., Соболева О. М., Ижмулкина Е. А., Вербицкая Н. В., Сухих А. С. Содержание белка и аминокислот в зерне озимых культур, произрастающих на территории лесостепи юго-востока Западной Сибири // Химия растительного сырья. 2015. № 3. С. 143–150. DOI: 10.14258/jcrpm.201503754.

3. Галушко Н. А., Комаров Н. М., Соколенко Н. И. Качество зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы селекции Северо-Кавказского ФНАЦ // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2019. № 2. С. 7–14. DOI: 10.31677/2072-6724-2019-51-2-7-14.
4. Зотиков В. И., Сидоренко В. С., Грядунова Н. В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 2(26). С. 4–9. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10008.
5. Yang X., Wang L., Zhou X., Shuang S., Zhu Z., Li N., Li Y., Liu F., Liu S., Lu P., Ren G., Dong C. Determination of protein, fat, starch, and amino acids in foxtail millet [*Setaria italica* (L.) Beauv.] by Fourier transform near-infrared reflectance spectroscopy // Food Science and Biotechnology. 2013. No. 22 (6). P. 1495–1500. DOI: 10.1007/s10068-013-0243-1.
6. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. 2005. № 6. С. 49–53.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
8. Жученко А. А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. Теория и практика. М.: Агрорус, 2004. 1009 с.
9. Некрасов Е. И., Марченко Д. М., Иванисов М. М., Рыбась И. А., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В., Копусь М. М. Оценка урожайности и качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 4(20). С. 79–85. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-4-20-79-85.
10. Храпко О. П., Сокол Н. В., Санжаровская Н. С., Колесников Ф. А. Исследование технологических свойств высокобелкового зерна пшеницы // Новые технологии. 2019. № 2. С. 137–148. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10213.

References

1. Mitrofanova O. P., Khakimova A. G. New genetic resources in wheat breeding for an increased grain protein content // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2016. No. 20 (4). P. 545–554. DOI: 10.18699/VJ16.177.
2. Kondratenko E. P., Konstantinova O. B., Soboleva O. M., Izhmulkina E. A., Verbitskaya N. V., Sukhikh A. S. The content of protein and amino acids in grain of winter crops growing on the territory of forest-steppe south-east of Western Siberia // Khimija rastitel'nogo syr'ja (Chemistry of plant raw material). 2015. No. 3. P. 143–150. DOI: 10.14258/jcprm.201503754.
3. Galushko N. A., Komarov N. M., Sokolenko N. I. Grain quality of new winter wheat varieties selected by North-Caucasus Research Agricultural Center // Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2019. No. 2. P. 7–14. DOI: 10.31677/2072-6724-2019-51-2-7-14.
4. Zotikov V. I., Sidorenko V. S., Gryadunova N. V. Development of production of leguminous crops in the Russian Federation // Legumes and great crops. 2018. No. 2 (26). P. 4–9. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-10008.
5. Yang X., Wang L., Zhou X., Shuang S., Zhu Z., Li N., Li Y., Liu F., Liu S., Lu P., Ren G., Dong C. Determination of protein, fat, starch, and amino acids in foxtail millet [*Setaria italica* (L.) Beauv.] by Fourier transform near-infrared reflectance spectroscopy // Food Science and Biotechnology. 2013. No. 22 (6). P. 1495–1500. DOI: 10.1007/s10068-013-0243-1.
6. Goncharenko A. A. On adaptivity and ecological resistance of grain crop varieties // Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2005. No. 6. P. 49–53.
7. Dospikhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alyans, 2014. 351 p.
8. Zhuchenko A. A. Resource potential of grain production in Russia. Theory and practice. Moscow: Agrorus, 2004. 1009 p.
9. Nekrasov E. I., Marchenko D. M., Ivanisov M. M., Rybas I. A., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V., Kopus M. M. Estimation of productivity and grain quality of winter soft wheat varieties in the Rostov region // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2019. No. 4 (20). P. 79–85. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-4-20-79-85.
10. Khrapko O. P., Sokol N. V., Sanzharovskaya N. S., Kolesnikov F. A. Investigation of processing characteristics of high-protein wheat grain // New technologies. 2019. No. 2. P. 137–148. DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10213.

UDC 633.11 "324": 631.523.4

Kosenko S. V.

**EVALUATION OF WINTER WHEAT VARIETIES BY SUCH INDICATOR AS
“MASS FRACTION OF PROTEIN IN GRAIN”**

Summary. *Penza region is characterized by a diversity of natural and climatic zones and considerable variability of meteorological factors over the years. Therefore, the creation of high-yielding winter soft wheat varieties with high protein content in grain is one of the most significant challenges in this crop breeding. The purposes of this research are twofold: assess the ability of winter wheat varieties to form high-protein grain in various environmental conditions and isolate a valuable source material for breeding. The research objective is to evaluate winter wheat varieties by such indicator as “mass fraction of protein in grain”. The research was carried out from 2008 to 2017 in a forest-steppe zone of the Penza region. The soils of the experimental field – medium-humus medium-thick leached chernozem with the 35–40 cm depth of the plowing horizon. Ninety varieties of winter wheat from the world collection were the material for the research. The forecrop is black fallow. Square of experimental fields is 3 m², triple replication. Seeding rate – 5.5 million germinating grains/ha. Standard – winter soft wheat variety ‘Fotinya’. Mass fraction of protein in grain in early ripening and mid-early varieties of winter wheat significantly differed from those of the mid-maturing group. Winter wheat varieties from the mid-ripening group were distinguished by a high protein content (on average 15.5 %), high yield (on average 3.8 t/ha), high yield of protein per hectare (on average 0.59 t/ha). According to the level of stress resistance, varieties ‘Fotinya’ and ‘Moskovskaya 39’ stood out (0.7 and 0.6, respectively). The following varieties are characterized by high genetic flexibility (15.3–16.2): ‘Fotinya’ (Penza region), ‘Moskovskaya 39’ (Moscow region), ‘Bezenchukskaya 380’ (Samara region), ‘Badulinka’ (Volgograd region), ‘Ershovskaya 25’ (Saratov region), ‘Zimorodok’, ‘Pobeda 50’ (Krasnodar Territory), ‘Zernogradka 8’, ‘Konkurent’ (Rostov Region). All the aforementioned varieties have less variability of a characteristic over the years (coefficient of variation – 3.2–9.7 %) and are recommended for use as a starting material for creating new forms.*

Keywords: *winter wheat (Triticum aestivum L.), breeding, variety, yield, protein, stress resistance.*

Косенко Светлана Валентиновна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»; 442731, Россия, Пензенская обл., р. п. Лунино, ул. Мичурина, 1 Б; e-mail: kosenkosv@mail.ru.

Kosenko Svetlana Valentinovna, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher of the FSBSI “Federal Research Center for Bast Fiber Crops”; 1 B, Michurina str., village of Lunino, Penza Region, 442731, Russia; e-mail: kosenkosv@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 25.02.2021.

Дата принятия к печати – 05.04.2021.