ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ВЫСОКОГО СОДЕРЖАНИЯ И КАЧЕСТВА БЕЛКА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

С. В. ПОДГОРНЫЙ,
старший научный сотрудник,
А. П. САМОФАЛОВ,
кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
О. В. СКРИПКА,
кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией,
Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур им. И. Г. Калиненко
(347740, г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3; e-mail: vniizk30@mail.ru)

Ключевые слова: исходный материал, образец, озимая пшеница, качество зерна, содержание белка, содержание клейковины, седиментация, коллекция.

Качество зерна определяет его технологическую и потребительскую ценность, служит индикатором развития зернового хозяйства. Проблема стабильного производства качественного зерна в России имеет важное государственное и политическое значение. В последнее десятилетие наблюдается устойчивая тенденция к снижению качества товарного зерна пшеницы. В успешном решении этой задачи ведущая роль принадлежит научно обоснованному подбору исходного материала с последующим включением его в селекционный процесс. Выявление, подбор и создание нового исходного материала лежат в основе эффективной селекции растений. В 2010–2012 гг. изучены 275 образцов озимой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения по содержанию белка и клейковины, показателю SDS-седиментации и индексу качества белка. Исследования проведены с целью выделения образцов – генетических источников высокого содержания белка и клейковины в условиях юга Ростовской области для последующего использования в селекционных программах на высокое качество. В среднем за годы изучения повышенное содержание белка и клейковины в зерне формировали образцы: к-64092 (Турция), Carolus (Германия), Hoff (США), MV-BERES (Венгрия), Патриарх, 19578 (Россия). Выявлены образцы Carolus (Германия), Hoff, KS 96 WGRS 37 (США), 19578, Deya, Патриарх (Россия), которые сочетают высокие показатели белка и клейковины с высокой зерновой продуктивностью. Седиментационный осадок 64 мл и более в среднем показали образцы: Турунчук, Sluzhnytsya, Змина, Пошана, Biloboka (Украина); Арктис, Aron, Astron, Zentos (Германия). По индексу качества белка, характеризующему хлебопекарную силу пшеницы, выделены лучшие образцы: Турунчук, Sluzhnytsya, Змина, Пошана, Biloboka, Taiga (Украина), Раффи (Франция).

GENETIC SOURCES OF HIGH CONTENT AND QUALITY OF PROTEIN FOR SOFT WINTER WHEAT BREEDING

S. V. PODGORNY,
senior researcher,
A. P. SAMOFALOV,
candidate of agricultural sciences, leading researcher,
O. V. SKRIPKA,
candidate of agricultural sciences, head of the laboratory,
All-Russian Research Institute of Grain Crops of I. G. Kalinenko
(3 Nauchny gorodok Str., 347740, Zernograd; email: vniizk30@mail.ru)

Keywords: initial material, sample, winter wheat, grain quality, protein contents, gluten contents, sedimentation, collection.

Grain quality determines its technological and utility value and serves an indicator of the development of grain agriculture. The problem of the stable production of qualitative grain in Russia is of great governmental and political importance. For the last decades there has been a stable tendency of decrease of wheat grain quality. The scientifically substantiated selection of initial material and its further use in the breeding process can be of great significance in the solution of the problem. The identification, selection and development of the new initial material are the basis of the efficient plant breeding. During the years of 2010–2012 we studied 275 samples of soft winter wheat of different ecologic-geographical origin on the content of protein and gluten, the index of SDS-sedimentation and the index of protein quality. The study has been carried out to select the samples as genetic sources of high content of protein and gluten in the south of the Rostov region to use them in the further breeding programs. On average the samples к-64092 (Turkey), Carolus (Germany), Hoff (US), MV-BERES (Hungary), Patriarkh and 19578 (Russia) formed a higher content of protein and gluten in grain than others. The samples Carolus (Germany), Hoff, KS 96 WGRS 37 (US), 19578, Deya and Patriarkh (Russia) turned to be the best ones combining high indexes of protein and gluten with high grain productivity. During the years of study the samples Turunchuk, Sluzhnytsya, Zmina, Poshana, Biloboka (Ukraine) and Arktis, Aron, Astron, Zentos (Germany) showed the SDS-sedimentation of 64 ml and more on average. According to the study the samples Turunchuk, Sluzhnytsya, Zmina, Poshana, Biloboka and Taiga (Ukraine), Raffy (France) possess the best indexes of protein quality, characteristic to the best baking quality of wheat.

Положительная рецензия представлена П. И. Костылевым, доктором сельскохозяйственных наук, профессором Азово-Черноморского инженерного института Донского государственного аграрного университета в г. Зернограде.

Пшеница является основной продовольственной культурой в России и в мировом зерновом производстве [1]. Южный регион РФ, в том числе Ростовская область – наиболее благоприятная зона для получения высоких урожаев озимой пшеницы [2].

Проблема стабильного производства качественного зерна в России имеет большое государственное и политическое значение. В последнее десятилетие наблюдается устойчивая тенденция к снижению качества товарного зерна пшеницы. Поэтому важнейшим приоритетом в селекции пшеницы, наряду с увеличением потенциальной продуктивности и экологической устойчивости, является повышение белка, клейковины, хлебопекарных и макаронных свойств [3].

Одним из направлений решения этой задачи является целенаправленная селекция на создание сортов, отличающихся высоким качеством зерна, способных в различные по климатическим условиям годы формировать зерно, пригодное для производства хлебобулочных изделий и других зернопродуктов [4].

Использование различных модификаций седиментационного теста позволяет дать предварительную оценку качества зерна озимой пшеницы на первых этапах селекционного процесса, выделить лучшие по количеству и качеству клейковины в зерне генотипы и выбраковать низкокачественные формы [5]. Более точно качество белка можно выразить через соотношение показателя седиментации к его содержанию – индекс качества белка, который зависит прежде всего от величины показателя седиментации и отражает способность клейковинных белков к гидратации и набуханию в кислой среде [6, 7].

В успешном решении задачи повышения качества зерна ведущая роль принадлежит научно обоснованному подбору исходного материала с последующим включением его в селекционный процесс. Выявление, подбор и создание нового исходного материала лежат в основе эффективной селекции растений [8].

Цель и методика исследований. Исследования проводились в лаборатории селекции озимой мягкой пшеницы интенсивного типа ВНИИЗК им. И. Г. Калининко в 2010–2012 гг. Посевы располагались по предшественнику черный пар, повторность двукратная, учетная площадь делянки – 2,5 м². В качестве стандарта использовали сорт Зерноградка 10.

Материалом исследований послужили 275 образцов мягкой озимой пшеницы из мировой коллекции ВИР, коллекции СИММУТ (Турция), новые сорта отечественной и зарубежной селекции, сорта и константные селекционные линии собственной селекции.

Содержание белка и клейковины в зерне определяли с использованием инфракрасного анализатора Spectra Star 2200. Показатель SDS-седиментации определяли по методике М. М. Копуся [9].

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по методике Б. А. Доспехова с использованием программы Excel.

Климат зоны носит резко континентальный характер, годовое количество осадков составляет 450–500 мм. Характерно неравномерное распределение осадков в течение года.

В 2009–2010 сельскохозяйственном году условия вегетации были неблагоприятными для озимых зерновых культур. Теплая с небольшими дождями продолжительная осень, позднее установление снежного покрова, возвратные холода весной после схода снежного покрова отрицательно отразились на перезимовке озимой пшеницы. Весна отличалась обилием осадков – 209,9 мм (160 %) от средней многолетней нормы 131 мм, с повышенной среднемесячной температурой воздуха в мае (18,0 °С), в отдельные декады мая температура достигала до 29,2 °С, что привело к значительному проявлению болезней на посевах мягкой озимой пшеницы.

В 2010–2011 сельскохозяйственном году, несмотря на поздний посев, резкие похолодания в зимний период до –20–25 °С при отсутствии снежного покрова, погодные условия в целом оказались благоприятными для роста и развития озимой мягкой пшеницы, что способствовало формированию высокого урожая.

2011–2012 сельскохозяйственный год для вегетации растений озимой пшеницы сложился довольно жестко, что отразилось на продуктивности растений. Условия для посева в осенний период оказались неблагоприятными. Всходы были получены на 16–17-й день. Растения ушли в зиму не раскутившимися. Весна характеризовалась достаточно прохладным и дождливым мартом и повышенным температурным режимом в апреле. В первой декаде мая наблюдалась засушливая погода, растения находились в угнетенном состоянии. Однако выпавшие обильные осадки в третьей декаде мая (96,2 мм при среднемноголетней 66 мм) и постепенное увеличение температуры воздуха послужили интенсивному росту и развитию растений озимой пшеницы. Колошение наступило во второй декаде мая. Лето было засушливым и жарким. В целом погодные условия года сложились неблагоприятно для получения высокого урожая.

Результаты исследований. Среднее содержание белка в зерне в годы проведения исследований варьировало от 15,34 до 17,04 %. Наиболее высокое значение этого показателя было получено в 2010 г., в котором выделились образцы Deya – 19,00 %, Carolus, MV-BERES, к-64092 – 18,80 %. В 2011 г. максимальное содержание белка отмечено у образца Hoff – 17,34 %, в 2012 г. у образца Aron – 17,91 %.

Содержание клейковины по годам различалось незначительно от 26,4 % в 2010 г. до 27,9 % в 2012 г.

Таблица 1
Коллекционные образцы с высоким содержанием белка и клейковины в зерне, 2010–2012 гг.

Table 1

Collection samples with high content of protein and gluten in grain, 2010–2012

Образец <i>Sample</i>	Происхождение <i>Origin</i>	Содержание в зерне, % <i>Content in grain, %</i>		Урожайность, г/м ² <i>Productivity g/m²</i>
		белка <i>protein</i>	клейковины <i>gluten</i>	
Зерноградка 10, стандарт <i>Zernogradka 10, standard</i>	Россия <i>Russia</i>	15,81	27,3	654
MV-BERES	Венгрия <i>Hungary</i>	17,86	29,9	475
k-64092	Турция <i>Turkey</i>	17,84	30,0	461
Carolus	Германия <i>Germany</i>	17,71	30,8	618
Hoff	США <i>USA</i>	17,70	30,2	644
Aron	Германия <i>Germany</i>	17,41	27,4	541
Astron	Германия <i>Germany</i>	17,29	29,7	396
Deya	Россия <i>Russia</i>	17,23	29,6	634
Патриарх <i>Patriarkh</i>	Россия <i>Russia</i>	17,16	30,7	611
KS 96 WGRS 37	США <i>USA</i>	17,13	28,1	605
SERI	Мехико <i>Mexico</i>	17,12	27,7	513
Doskonala	Украина <i>Ukraine</i>	17,10	26,4	533
19578	Россия <i>Russia</i>	17,00	31,4	626
Среднее по опыту <i>Average on experience</i>		15,92	27,3	622
HCP ₀₅ SSD ₀₅		0,65	1,6	94

Максимальное значение этого показателя отмечено в 2010 г. у образца № 76 DBDI (31,7 %), в 2011 г. – 19578 (33,4 %) и в 2012 г. – Арктис (33,4 %).

В среднем за годы изучения повышенное содержание белка (17,00–17,86 %) и клейковины (29,9–31,4 %) в зерне формировали образцы: k-64092, Carolus, Hoff, MV-BERES, Патриарх, 19578 (табл. 1).

В среднем за три года урожайность в коллекционном питомнике варьировала от 314 г/м² до 793 г/м². Выявлены образцы Carolus, Hoff, Deya, Патриарх, KS 96 WGRS 37, 19578, которые сочетают высокие показатели белка и клейковины с высокой зерновой продуктивностью на уровне стандартного сорта Зерноградка 10. В наших исследованиях между урожайностью и содержанием белка отмечена средняя отрицательная взаимосвязь ($r = -0,32^*$). Между урожайностью и содержанием клейковины корреляция не выявлена. Сопряженность показателей белка и клейковины была более существенной – $r = 0,65^{**}$.

Седиментация является косвенным методом, с помощью которого судят о хлебопекарных свойствах муки. В соответствии с градацией показателя SDS-седиментации, разработанной во ВНИИЗК имени www.avu.usaca.ru

И. Г. Калиненко, образцы по качеству подразделяются на очень сильные – с величиной седиментационного осадка 66 мл и выше, сильные – 55–65 мл, средние – 45–54 мл, удовлетворительные – 40–44 мл и слабые – 39 мл и ниже [9].

В 2010, 2011 и 2012 гг. средние по опыту значения показателя SDS-седиментации отличались незначительно – 51, 55 и 57 мл соответственно. Минимальное значение этого показателя отмечено в 2010 г. у образца из Болгарии Svilena – 34 мл, максимальное (75 мл) в 2012 г. у образцов Риги (Германия) и Турунчук (Украина).

Седиментационный осадок более 55 мл в среднем за три года отмечен у 134 образцов. Образцы с максимальным значением SDS-седиментации представлены в табл. 2. Самые высокие показатели, соответствующие по качеству очень сильным, отмечены у двух сортов украинской селекции Турунчук и Sluzhnytsya.

Для того чтобы различное содержание белка у коллекционных образцов не портило картину «силы» пшеницы, целесообразно рассчитывать показатель набухаемости на единицу (%) белка – индекс качества белка [10].

Таблица 2
Источники высокого хлебопекарного качества муки, 2010–2012 гг.

Table 2

Sources of high baking quality of flour, 2010–2012

Образцы <i>Samples</i>	Происхождение <i>Origin</i>	SDS-седиментация, мл (S) <i>SDS-sedimentation, ml (S)</i>	Содержание белка, % (P) <i>Content of protein, % (P)</i>	Индекс качества белка (S:P) <i>Index of protein quality (S:P)</i>
Зерноградка 10, стандарт <i>Zernogradka 10, standard</i>	Россия <i>Russia</i>	57,0	15,81	3,6
Турунчук <i>Turunchuk</i>	Украина <i>Ukraine</i>	66,0	15,32	4,3
Sluzhnytsya	Украина <i>Ukraine</i>	66,0	15,16	4,4
Арктис <i>Arktis</i>	Германия <i>Germany</i>	65,0	16,89	3,8
Змина <i>Zmina</i>	Украина <i>Ukraine</i>	65,0	15,44	4,2
Aron	Германия <i>Germany</i>	65,0	17,41	3,7
Astron	Германия <i>Germany</i>	65,0	17,29	3,8
Пошана <i>Poshana</i>	Украина <i>Ukraine</i>	64,0	15,68	4,1
Biloboka	Украина <i>Ukraine</i>	64,0	15,65	4,1
Zentos	Германия <i>Germany</i>	64,0	17,01	3,8
Риги <i>Rigy</i>	Германия <i>Germany</i>	62,0	15,80	3,9
Taiga	Украина <i>Ukraine</i>	63,0	15,64	4,0
Раффи <i>Raffy</i>	Франция <i>France</i>	62,0	14,90	4,2

Сравнение коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы позволило выявить лучшие по индексу качества белка: Турунчук, Sluzhnytsya, Змина, Пошана, Biloboka, Taiga, Раффи. Наибольшие значения этого показателя отмечены у образцов Sluzhnytsya (4,4), Турунчук (4,3) и Раффи (4,2).

Выделенные генетические источники изучаемых признаков рекомендованы для включения в процесс гибридизации при создании новых сортов озимой мягкой пшеницы с высоким качеством зерна.

Выводы. В результате изучения коллекционных образцов различного эколого-географического происхождения в условиях юга Ростовской области выделены генетические источники высокого содержания белка и клейковины в зерне: к-64092, Carolus, Hoff, MV-BERES, Патриарх, 19578. Выявлены образцы, сочетающие стабильную урожайность с отличным качеством зерна. С использованием показателя «индекс качества белка» выделены источники высокого хлебопекарного качества белка: Турунчук, Sluzhnytsya, Змина, Пошана, Biloboka, Taiga, Раффи.

Литература

1. Кравченко Н. С., Подгорный С. В., Самофалов А. П. Оценка технологических качеств зерна сортов озимой мягкой пшеницы разного экологического происхождения // Аграрный вестник Урала. 2015. № 12. С. 12–17.
2. Скрипка О. В., Самофалов А. П., Подгорный С. В. Основные направления селекции мягкой озимой пшеницы интенсивного типа во ВНИИЗК им. И. Г. Калиненко // Зерновое хозяйство России. 2015. № 6. С. 50–54.
3. Алабушев А. В. Состояние и пути эффективности отрасли растениеводства. Ростов н/Д : Книга, 2012. 384 с.
4. Скрипка О. В., Самофалов А. П., Подгорный С. В. Новый сорт сильной озимой мягкой пшеницы Аксинья // Зерновое хозяйство России. 2014. № 3. С. 34–37.
5. Сухоруков А. Ф., Сухоруков А. А., Шаболкин Е. Н. Использование седиментационной оценки для выявления генетических источников высокого качества зерна озимой мягкой пшеницы в условиях среднего Поволжья // Известие Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 5. С. 1162–1165.
6. Фадеева И. Д., Тагиров М. Ш., Валиулина Г. Н., Кирилова Е. С. Исходный материал для селекции озимой пшеницы на содержание и качество белка // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 5. С. 18–19.
7. Конарев В. Г. Белки пшеницы. М. : Колос, 1988. 351 с.

8. Подгорный С. В., Самофалов А. П., Скрипка О. В. Образцы коллекции озимой мягкой пшеницы, устойчивые к бурой ржавчине и мучнистой росе // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 113. С. 1503–1512.
9. Самофалова Н. Е., Копусь М. М., Скрипка О. В., Марченко Д. М., Самофалов А. П. и др. SDS-седиментация в поэтапной оценке селекционного материала озимой пшеницы по качеству зерна. Ростов н/Д : Книга, 2014. 32 с.
10. Дорофеев В. Ф., Удачин Р. А., Семенов Л. В. Пшеницы мира. 2-е изд., перераб. и доп. Л. : Агропромиздат, 1989. 560 с.

References

1. Kravchenko N. S., Podgorny S. V., Samofalov A. P. Assessment of technological properties of soft winter wheat grain of different ecologic origin // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. № 12. P. 12–17.
2. Skripka O. V., Samofalov A. P., Podgorny S. V. The main trends of breeding of soft winter wheat of intensive type in All-Russian Research Institute of Grain Crops of I. G. Kalinenko // Grain Economy of Russia. 2015. № 6. P. 50–54.
3. Alabushev A.V. Condition and ways of efficiency of plant-growing. Rostov-on-Don : Kniga, 2012. 384 p.
4. Skripka O. V., Samofalov A. P., Podgorny S. V. The new variety of strong soft winter wheat Aksiniya // Grain Economy of Russia. 2014. № 3. P. 34–37.
5. Sukhorukov A. F., Sukhorukov A. A., Shabolkin E. N. The use of sedimentation assessment for revealing of genetic sources of high quality of soft winter wheat grain in the conditions of Middle Volga region // News of the Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences. 2014. Vol. 16. № 5. P. 1162–1165.
6. Fadeeva I. D., Tagirov M. Sh., Valiulina G. N., Kirilova E. S. Initial material for winter wheat breeding on protein contents and quality // Achievements of science and techniques of agro-industrial complex. 2015. Vol. 29. № 5. P. 18–19.
7. Konarev V. G. Wheat proteins. M. : Kolos, 1988. 351 p.
8. Podgorny S. V., Samofalov A. P., Skripka O. V. The samples of collection of soft winter wheat resistant to brown rust and powdery mildew // Polythematic e-journal of Kuban State Agrarian University. 2015. № 113. P. 1503–1512.
9. Samofalova N. E., Kopus' M. M., Skripka O. V., Marchenko D. M., Samofalov A. P. SDS-sedimentation in a phase assessment of the breeding material of winter wheat according to kernels quality. Rostov-on-Don : Kniga, 2014. 32 p.
10. Dorofeev V. F., Udachin R. A., Semenov L. V. World wheats. 2^d ed., revised and enlarged. L. : Agropromizdat, 1989. 560 p.