



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 78–86
Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Chemistry. Biology. Ecology, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 78–86

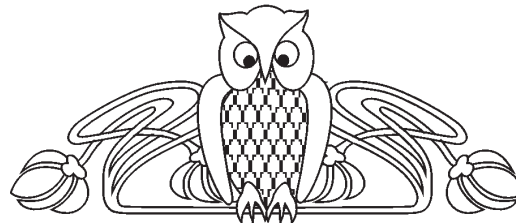
Научная статья

УДК 633.14.324:004:12

<https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-1-78-86>

К качеству зерна озимой пшеницы

Т. Б. Кулеватова¹✉, С. В. Лящева¹,
Л. Н. Злобина¹, Н. И. Старичкова²



¹Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока, Россия, 410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, д. 7

²Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Кулеватова Татьяна Борисовна, ведущий научный сотрудник лаборатории качества зерна, Rogozhkina2008@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9564-7127>

Лящева Светлана Витальевна, заведующая селекционным центром, lyaschevasveta@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6790-0770>

Злобина Людмила Николаевна, старший научный сотрудник лаборатории качества зерна, L9172193438@yandex.ru

Старичкова Наталия Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биохимии и биофизики, natstar-12@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5189-5260>

Аннотация. Под качеством зерна подразумевают совокупность технологико-биохимических, хлебопекарных и пищевых свойств, которая определяет хозяйственную ценность сорта. При выборе исходного материала для селекции учитывается не только генотипический потенциал урожайности и качества зерна, но и степень сохранения их в неблагоприятных условиях среды. Есть мнение, что в засушливых условиях Поволжья основной лимитирующий фактор формирования высококачественного зерна – количество осадков в период вегетации пшеницы и равномерность их распределения, поэтому ежегодно проводится оценка более 25 показателей качества зерна озимой пшеницы, в том числе анализируется количественная выраженность индексов, реологических свойств теста. Экспериментальные данные свидетельствуют о достаточной информативности для селекции таких индексов как водопоглощительная способность; энергия, поглощенная тестом во время замеса; стабильность теста, мин; разжижение теста; показатель ретроградации крахмала. Наименее перспективен показатель «время образования теста»: в 100% случаев проявились генотип-средовые взаимодействия по данному признаку. В процессе изучения шарозерных форм озимой мягкой пшеницы выяснилось, что они при высокой урожайности обладают отличным качеством зерна, а именно стабильностью теста, которая составляет соответственно 10,3; 9,9; 9,7; 8,4 мин у изучаемых образцов №№ 209–212. Также они превосходят Саратовскую 90 по показателю S_2 , характеризующему разжижение теста, имея значения 0,57; 0,52; 0,47 н·м, при этом обладая отличными хлебопекарными качествами. Пределы варьирования индекса белизны муки составили 60,5–71,9 ед. пр. у краснозерной группы озимой пшеницы и 57,5–69,6 – у белозерной. Среднее значение признака соответственно 66,3 и 57,5. Мука «экстра» может быть получена из сорта Смуглянка и линий с селекционными номерами 17-17, 34-17, 1081-17, 1096-17, 1093-17. Из всех остальных, без исключения, получаем муку сорта «высший». Корреляция между показателями «белизна шрота» и «белизна муки» у краснозерных форм озимой пшеницы составляет 0,7660 на 1%-ном уровне значимости и у белозерных – 0,9311 с той же достоверностью. Это означает, что выявлять белизну муки можно и по цвету цельнозернового зерна с высокой вероятностью.

Ключевые слова: озимая пшеница, шарозерная пшеница, адаптивность, реология, Миксолаб, качество зерна, белозерная пшеница

Благодарности: Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» за предоставленный для исследования материал.

Для цитирования: Кулеватова Т. Б., Лящева С. В., Злобина Л. Н., Старичкова Н. И. К качеству зерна озимой пшеницы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2021. Т. 21, вып. 1. С. 78–86. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-1-78-86>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

Article

<https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-1-78-86>

Features of selection of winter wheat on grain quality

Tatyana B. Kulevatova¹✉, Rogozhkina2008@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9564-7127>

Svetlana V. Lyashcheva¹, lyaschevasveta@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6790-0770>

Lyudmila N. Zlobina¹, L9172193438@yandex.ru

Natalia I. Starichkova², natstar-12@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5189-5260>

¹Scientific Research Institute of Agriculture of South-East, 7 Tulaykova St., Saratov 410010, Russia

²Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia



Abstract. The quality of grain means a set of technologico-biochemical, baking and food properties determining the economic value of a grain variety. When choosing source material for selection, the degree of grain preservation in adverse environmental conditions is taken into account as well as the genotypic potential of grain yield and quality. It is believed that in the arid conditions of the Volga region, the main limiting factor in the formation of high-quality grain is the amount of precipitation during the growing season of wheat and the uniformity of its distribution, so more than 25 indices of the winter wheat quality are evaluated annually, including the quantitative expression of indices of the rheological properties of dough. Experimental data indicate that such indices as water absorption capacity (WAC, %); energy absorbed by dough during mixing (W-h/kg); dough stability, (min); dough dilution (C_2 , N-m); and starch retrogradation index (C_5 , N-m) provide sufficient information for selection. The dough formation time seems the least promising indicator: genotype-environmental interactions on this index were manifested in 100% of cases. In the process of studying the ball-shaped forms of winter soft wheat it has been revealed that they have a high crop yield and excellent grain quality, namely the dough stability, which is 10.3, 9.9, 9.7, and 8.4 min in the studied samples Nos. 209–212, respectively. They also exceed the Saratov 90 variety by C_2 , which characterizes dough dilution, having values of 0.57, 0.52, and 0.47 N-m, while having excellent baking qualities. The variation limits of the index of flour whiteness were 60.5–71.9 in the red-grain group of winter wheat and 57.5–69.6 in the white-grain one. The average value of this index is 66.3 and 57.5, respectively. Extra-quality flour can be obtained from the Smuglianka variety and lines with breeding numbers 17-17, 34-17, 1081-17, 1096-17, and 1093-17. Of all the others, we can get highest-grade flour without exception. The correlation between the indicators of meal whiteness and flour whiteness in the red-grain and white-grain forms of winter wheat is 0.7660 at the 1% significance level and 0.9311, respectively. This means that it is possible to assess the whiteness of flour from the color of whole-milled grain with a high probability.

Keywords: winter wheat, sharozernaya wheat, adaptability, rheology, Mixolab, grain quality, wheat with white grain

Acknowledgments: The authors thank the staff of the laboratory of selection and seed production of winter wheat of the Research Institute of Agriculture of the South-East for the material provided for the study.

For citation: Kulevatova T. B., Lyasheva S. V., Zlobina L. N., Starichkova N. I. Features of selection of winter wheat on grain quality. *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Chemistry. Biology. Ecology*, 2021, vol. 21, iss. 1, pp. 78–86. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2021-21-1-78-86>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

Введение

Улучшение качества зерна пшеницы является одним из приоритетных направлений селекции, результативность которой во многом определяется исходным материалом. Качество зерна – совокупность технолого-биохимических, хлебопекарных и пищевых свойств, которая определяет хозяйственную ценность сорта. Понятие о качестве зерна в зависимости от направления его использования может быть различным. С точки зрения селекционера качество состоит из множества компонентов, наилучшим образом соответствующих генетической основе того сортового материала, с которым ведется селекционная работа. Признаки качества, являющиеся по своей генетической природе количественными, очень сильно подвержены влиянию условий внешней среды, поэтому при выборе исходного материала для селекции необходимо учитывать не только генотипический потенциал качества зерна, но и степень сохранения его в неблагоприятных условиях среды, реакцию на изменение условий в период формирования и налива, т. е. селекционные программы должны быть ориентированы на создание адаптивных форм, характеризующихся высокой степенью приспособленности к изменяющимся условиям среды [1]. По мнению многих исследователей, адаптивные свойства эволюционно обусловлены, видо- и сортоспецифичны и могут быть улучшены в процессе селекции [2, 3].

В засушливых условиях Поволжья основной лимитирующий фактор формирования высококачественного зерна – количество осадков в период вегетации пшеницы и равномерность их распределения, поэтому ежегодно в целях реализации селекционной программы по озимой пшенице в ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» проводится изучение более 25 показателей качества зерна данной культуры практически всех сортообразцов селекционных питомников и изучается связь с климатическими условиями произрастания. При постоянно возрастающем объеме работ по оценке качества зерна в селекционном процессе выражение множества показателей через меньшее их число очень важно в целях оптимизации работы.

Материалы и методы

В качестве исследуемого материала использовались линии озимой шарозерной пшеницы (*Triticum sphaerococcum* Pers.), а также сорта и линии озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), выращенные в селекционном севообороте ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Линии озимой шарозерной пшеницы были получены в результате пятикратного индивидуального отбора из скрещиваний: 209 – Жемчужина Поволжья/Шарада, 210 – Жемчужина Поволжья/Ш2293R13//Жемчужина Поволжья, 211 – Саратовская 17/Ш2293R17//Саратовская 17. Направленный отбор позволил повысить показатели зимостойкости и урожайности у данных линий по сравнению



с другими шарозерными формами. Для получения белозерных линий озимой пшеницы в скрещивания привлекали как классические сорта (Саратовская белозерная, Альбидум 114), так и более современные (Джангаль, Альбина), а также перспективные белозерные линии селекции ФГБНУ «Ершовская опытная станция орошаемого земледелия». Данный материал выбраковывался по высоте растений, устойчивости к полеганию, урожайности. Качество зерна оценивалось у пятидесяти белозерных линий, выделившихся по показателям: устойчивость к полеганию и повышенная урожайность. Качество зерна белозерных линий сравнивали с показателями краснозерных сортов саратовской селекции: Гостианум 237, Лютесценс 230, Саратовская 8, Виктория 95, Губерния, Саратовская 90, Жемчужина Поволжья, Калач 60, Созвездие, Эльвира, а также сортов других селекционных центров: Мироновская 808, Донская безостая, Левобережная 1.

Известно, что реологические свойства теста определяют качество хлебобулочных изделий. Изучение количественной выраженности таких индексов на приборе Миксолаб французской фирмы «Shopin» дает возможность изучить как белково-протеиназный, так и углеводно-амилазный комплексы зерна в одном образце в условиях одного эксперимента в различных протоколах в зависимости от поставленной цели и реализуемой научной задачи. Испытания на приборе стандартизированы под нормой ISO 17718:2013 Wholemeal and flour from wheat (*Triticum aestivum* L.) – Determination of rheological behavior as a function of mixing and temperature increase. В 2015 г. был утвержден ГОСТ ISO 17718-2015 «Зерно и мука из мягкой пшеницы. Определение реологических свойств теста в зависимости от условий замеса и повышения температуры». В настоящих исследованиях тесто анализировали в протоколах Chopin+ и ChopinS согласно данному нормативному документу. Изучали такие индексы, как водопоглотительная способность (ВПС, %); энергия, поглощенная тестом во время замеса (РА, Вт·ч/кг); стабильность теста (мин); разжижение теста (C_2 , н·м), показатель ретроградации крахмала (C_5 , н·м). Сформулированные нами ранее выводы [4] свидетельствуют о достаточной информативности для селекции вышеназванных индексов. Напомним, что под информативностью того или иного показателя в селекции понимают его количественную выраженность, лимитированность (пределы

варьирования по годам и в течение ряда лет); генотип-средовые взаимодействия; сортовую вариацию и технологическую ценность [5]. Наименее информативен показатель «время образования теста»: в 100% случаев проявились генотип-средовые взаимодействия по данному признаку. Показатели «белизна муки» и «коэффициент диффузного отражения» (КДО) измеряли на приборе «Тестер белизны муки РЗ-ТБМС-М»; показатель седиментации, содержание и качество клейковины – по общепринятым методикам в селекции.

Результаты и их обсуждение

В настоящее время одним из двух новых направлений селекции озимой пшеницы в ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» является работа с шарозерными формами данной культуры. Есть мнение, что они обладают повышенным выходом муки [6]. Были получены гибриды сортов озимой мягкой пшеницы саратовской селекции с шарозерной (*Triticum sphaerococcum* Pers.): сортом Шарада, линиями Ш2293R13, Ш2293R17. В течение 15 лет отбирался наиболее зимостойкий, засухоустойчивый и продуктивный материал. В результате получили линии в засушливых условиях, уступающих стандартному сорту по урожаю не более чем на 5%. В процессе изучения выяснилось, что они формируют высококачественное зерно, мука из которого отличается отличными реологическими характеристиками теста. Данные анализа показателей качества наиболее перспективных по урожайности шарозерных сортообразцов (№ 209, 210, 211) в сравнении с сортом Саратовская 90 (№ 212) представлены на рис. 1–4 и в табл. 1.

Ранее нами было показано, что отличными хлебопекарными качествами обладают образцы саратовской селекции, имеющие минимальное значение индекса по профайлеру Миксолаба 1-11-170, максимальное 7-78-999 [4]. Показатели миксолабограммы теста из муки изучаемых шарозерных форм и Саратовской 90 попадают в эти границы и, следовательно, имеют отличные хлебопекарные свойства (рис. 5–8). Кроме того, все изучаемые шарозерные формы отличаются исключительными свойствами клейковины по ИДК-1 и хорошей стабильностью теста, что позволяет рекомендовать их в скрещивания как ценный исходный материал на качество и использовать муку из них как улучшитель в производстве готовых продуктов (табл. 2).

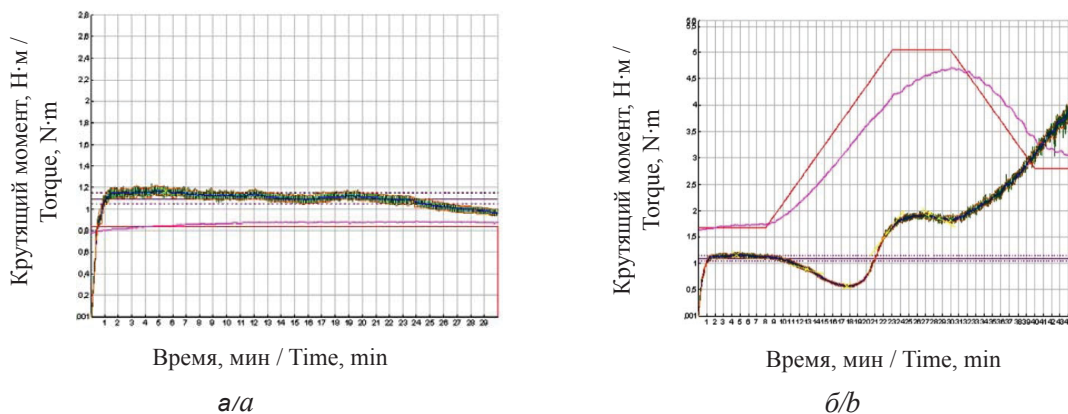


Рис. 1. Реологические кривые теста на основе муки из шаровидной озимой мягкой пшеницы (селекционный номер 209) в протоколах: а – Chopin S, б – Chopin+
 Fig. 1. Rheological curves of dough based on globular winter soft wheat flour (selection number 209) in the Chopin S (a) and Chopin+ (b) protocols

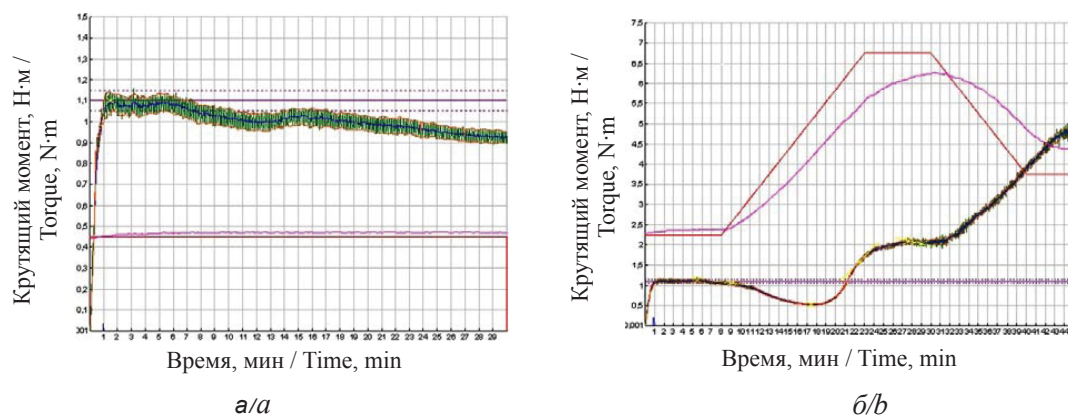


Рис. 2. Реологические кривые теста на основе муки из шаровидной озимой мягкой пшеницы (селекционный номер 210) в протоколах: а – Chopin S, б – Chopin+
 Fig. 2. Rheological curves of dough based on flour from globular winter soft wheat (selection number 210) in the Chopin S (a) and Chopin+ (b) protocols

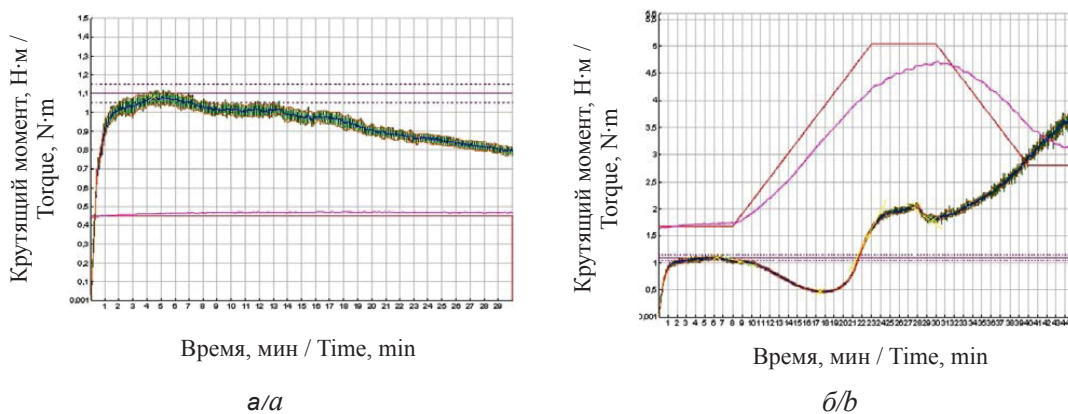


Рис. 3. Реологические кривые теста на основе муки из шаровидной озимой мягкой пшеницы (селекционный номер 211) в протоколах: а – Chopin S, б – Chopin+
 Fig. 3. Rheological curves of the dough based on globular winter soft wheat flour (selection number 211) in the Chopin S (a) and Chopin+ (b) protocols

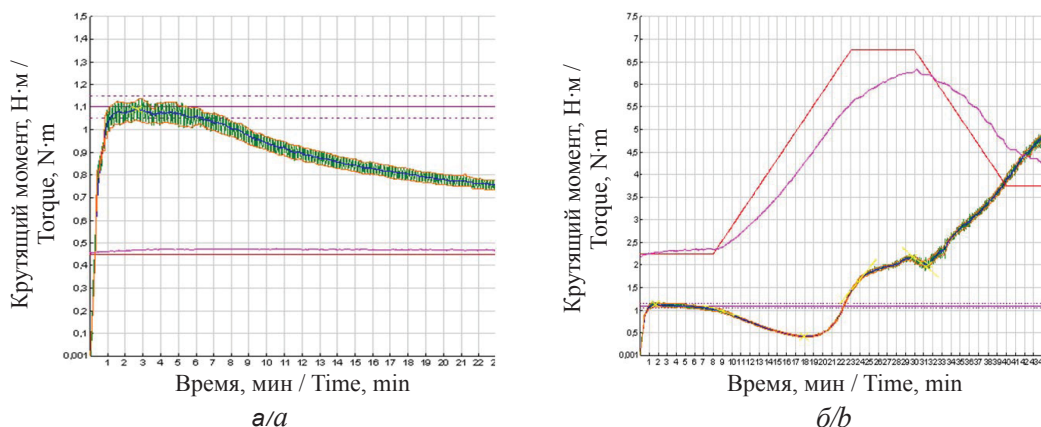


Рис. 4. Реологические кривые теста на основе муки из шаровидной озимой мягкой пшеницы (селекционный номер 212) в протоколах: а – Chopin S, б – Chopin+
 Fig. 4. Rheological curves of the dough based on flour from globular winter soft wheat (selection number 212) in the Chopin S (a) and Chopin+ (b) protocols

Таблица 1 / Table 1

Показатели реограммы пшеничного теста озимых шаровидных форм в сравнении с Саратовской 90 (№ 212)
Rheogram indicators of wheat dough of winter globular forms in comparison with Saratovskaya 90 (No. 212)

| № / No. | № селекционный / Selection number | Время образования теста, мин / The formation of the test, min. | Стабильность теста, мин / The stability test, min. / | C ₂ , н·м / C ₂ , n·m | C ₅ , н·м / C ₅ , n·m | РА, Вт·ч/кг / RA, W·h/kg |
|---------|-----------------------------------|--|--|---|---|--------------------------|
| 1 | 209 | 4,5 | 10,3 | 0,57 | 4,01 | 141,74 |
| 2 | 210 | 5,5 | 9,9 | 0,52 | 4,83 | 158,32 |
| 3 | 211 | 6,3 | 9,7 | 0,47 | 3,70 | 134,53 |
| 4 | 212 | 1,7 | 8,4 | 0,42 | 5,00 | 153,22 |

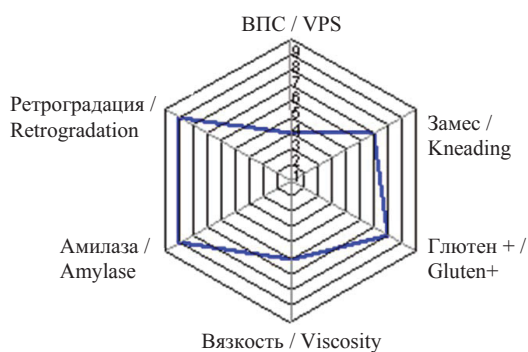


Рис. 5. Профайлер муки селекционного образца № 209. Индекс 3-67-588
 Fig. 5. Flour profiler of selection sample No. 209. Index 3-67-588

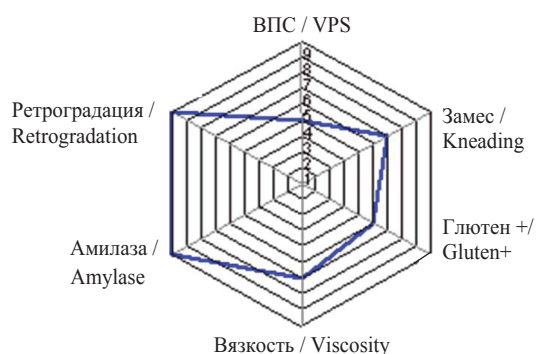


Рис. 6. Профайлер муки селекционного образца № 210. Индекс 4-65-699
 Fig. 6. Flour profiler of selection sample No. 210. Index 4-65-699

Среди различных методов оценки качества зерна седиментация с применением в качестве поверхностно-активного вещества додецил-сульфата натрия (ДСН) является одним из наиболее надежных приемов выявления генотипического потенциала пшеницы по качеству. Отличительными особенностями данного подхода, комплексно отражающего качество зерна, являются простота,

малочисленный набор необходимых химических реактивов, высокая производительность и небольшая навеска исследуемого образца [7]. Наиболее высокое значение данного показателя было выявлено у образца № 209 (см. табл. 2). Надо отметить, что все изучаемые шарозерные формы превзошли практически по всем признакам качества сорт Саратовская 90 (№ 212).

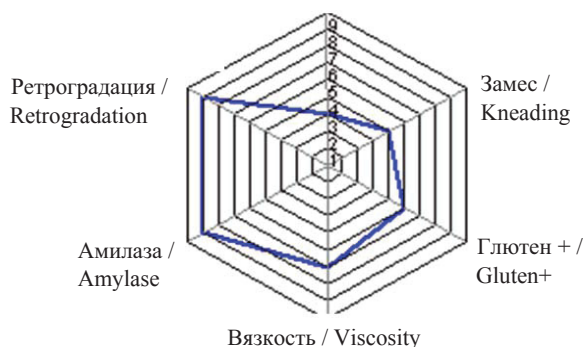


Рис. 7. Профайлер муки селекционного образца № 211. Индекс 3-45-688

Fig. 7. Flour profiler of selection sample No. 211. Index 3-45-688

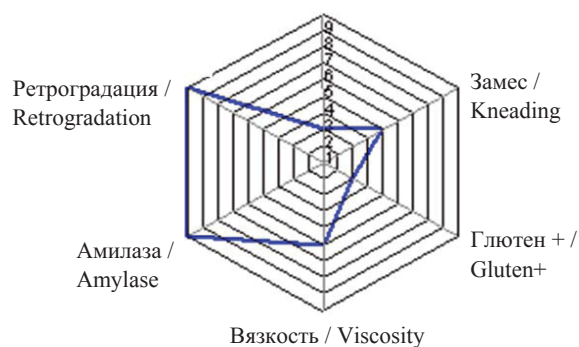


Рис. 8. Профайлер муки селекционного образца № 212. Индекс 2-42-599

Fig. 8. Flour profiler of selection sample No. 212. Index 2-42-599

Таблица 2 / Table 2

Показатели качества зерна шаровидных форм мягкой озимой пшеницы
Grain quality indicators of globular forms of soft winter wheat

| № / No. | Показатель качества зерна / Indicator of grain quality | Селекционный номер образца / Selection number of the sample | | | |
|---------|--|---|--------|--------|--------|
| | | 209 | 210 | 211 | 212 |
| 1 | Показатель седиментации, мл / The rate of sedimentation, ml | 113 | 84 | 97 | 72 |
| 2 | Содержание клейковины в муке, % / Gluten content in flour, % | 28,8 | 24,8 | 28,8 | 23,6 |
| 3 | Показатель ИДК-1, ед.пр. / Figure IDK-1, ed. PR. | 41,0 | 46,0 | 46,0 | 73,0 |
| 4 | Время образования теста, мин / The formation of the test, min. / | 4,50 | 5,45 | 6,25 | 1,67 |
| 5 | Стабильность теста, мин / The stability test, min. / | 10,28 | 9,87 | 9,67 | 8,38 |
| 6 | C ₂ , н·м / C ₂ , n·m | 0,57 | 0,52 | 0,47 | 0,42 |
| 7 | C ₅ , н·м / C ₅ , n·m | 4,01 | 4,83 | 3,70 | 4,99 |
| 8 | РА, Вт·ч/кг / RA, W·h/kg | 141,74 | 158,32 | 134,53 | 153,22 |
| 9 | Белизна муки, у.е. / Flour whiteness, cu. | 55,3 | 57,4 | 53,4 | 54,8 |

Второе новое перспективное направление селекции озимой пшеницы в ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» – это селекция белозерных форм. Известно, что одним из требований перерабатывающей отрасли к зерновому сырью является цвет муки и шрота, получаемых из него, и ранее нами была показана количественная выраженность показателя белизны шрота (цельносмолового зерна) у белозерных и краснозерных селекционных форм пшеницы [8]. Для получения селекционного материала с белой окраской зерна привлекались сорта Саратовская белозерная, Альбидум 114, Альбина, Джангаль, белозерные линии селекции ФГБНУ «Ершовская опытная станция орошаемого земледелия». Введение высокорослых сортов таких, как Саратовская белозерная, Альбидум 114, привело к необходимости отбора линий на устойчивость к полеганию. Полученный материал варьировал по оттенкам окраски зерна от светлых до более интенсивно окрашенных. Пределы варьирования индек-

са белизны шрота составили 5,9–14,6 ед. пр. у краснозерной группы пшениц и 14,3–28,1 ед. пр. – у белозерной. Пределы варьирования числа падения у белозерной группы: 92–428 секунд; среднее значение признака – 248 секунд. Пределы варьирования числа падения у краснозерных пшениц: 290–382 секунд; среднее значение показателя – 341 секунда. Доказанной взаимосвязи между числом падения и показателем белизны шрота не выявлено: коэффициент корреляции составил 0,3482.

Как известно, по цвету зерна нельзя точно прогнозировать цвет муки. В настоящей работе мы попытались количественно описать данный признак муки на приборе «Тестер белизны муки РЗ-ТБМС-М», полученной из краснозерных и белозерных форм озимой пшеницы. Исследуемые селекционные сортообразцы были разбиты на две группы визуально по цвету зерна: условно белозерные и условно краснозерные. Питомник краснозерных форм был представлен 13 сортами,



питомник белозерных форм – 15. Значимость различий по цвету муки между «краснозерными» формами озимой пшеницы представлена в табл. 3; между «белозерными» – в табл. 4. Пределы варьирования индекса белизны муки составили 60,5–71,9 ед. пр. у краснозерной группы и ед. пр. – 57,5–69,6 ед. пр. у белозерной группы. Среднее значение признака соответственно 66,3 и 57,5. Мука «экстра» может быть получена из сорта Смуглянка и линий с селекционными номерами 17-17, 34-17, 1081-17, 1096-17, 1093-17. Из всех остальных, без исключения, получаем муку сорта «высший».

По признакам белизна муки и коэффициенту диффузного отражения (КДО) наблюдаются значимые различия между селекционными формами озимой пшеницы, следовательно, показатели информативны для оценки селекционного материала и между ними выявлена корреляция на высоком – 1%-ном уровне значимости (0,999**)! Корреляция между показателями «белизна шрота» и «белизна муки» у краснозерных форм озимой пшеницы составляет 0,7660**; белозерных – 0,9311**. Это означает, что выявлять белизну муки можно с высокой вероятностью и по цвету цельносмолотого зерна.

Таблица 3 / Table 3

Коэффициент диффузного отражения и белизна муки у краснозерных форм озимой пшеницы
Diffuse reflection coefficient and whiteness of flour in red-grain form winter wheat

| № / No. | Название сорта / Name of the variety | КДО, % / DRC, % | | Показатель белизны муки, ед. пр. / Flour whiteness index, units, etc. | |
|---------|--|-----------------|-------|---|------|
| 1 | Гостианум 237 / Gostianum 237 | 91,5 | abcde | 61,4 | cdef |
| 2 | Лютесценс 230 / Lutescens 230 | 92,4 | ijk | 63,8 | jkl |
| 3 | Виктория / Viktoriya | 91,7 | ef | 61,8 | fg |
| 4 | Губерния / Guberniya | 91,4 | abcd | 61,0 | bcd |
| 5 | Мироновская 808 / Mironovskaya 808 | 91,6 | bcde | 61,5 | def |
| 6 | Донская безостая / Donskaya bezostaya | 91,3 | a | 60,5 | a |
| 7 | Саратовская 90 / Saratovskaya 90 | 91,4 | ab | 60,8 | abc |
| 8 | Левобережная / Levoberezhnaya | 92,0 | fgh | 62,5 | hi |
| 9 | Жемчужина Поволжья / Zhemchuzhina Povolzh'ya | 91,6 | abcde | 61,4 | ef |
| 10 | Смуглянка / Smuglyanka | 92,5 | jk | 64,1 | kl |
| 11 | Калач 60 / Kalach 60 | 91,3 | ab | 60,7 | ab |
| 12 | Созвездие / Sozvezdiye | 92,0 | h | 62,7 | i |
| 13 | Эльвира / El'vira | 92,0 | gh | 62,1 | gh |
| 14 | Линия 17-17 / Liniya 17-17 | 95,3 | l | 71,9 | m |
| 15 | Линия 18-17 / Liniya 18-17 | 91,5 | abcde | 61,2 | bcde |
| 16 | Линия 22-17 / Liniya 22-17 | 91,7 | cde | 61,6 | efg |
| 17 | Линия 34-17 / Liniya 34-17 | 92,6 | k | 64,3 | l |
| 18 | Линия 35-17 / Liniya 35-17 | 91,7 | de | 61,6 | efg |
| F | 218,8* | | | 127,0* | |
| НСР | 0,5 | | | 0,2 | |

Примечание. Одинаковой латинской буквой обозначены незначимо различающиеся значения по критерию множественных сравнений Дункана. * – Значимость критерия Фишера (F).

Note. The same Latin letter denotes slightly different values according to the Duncan multiple comparison criterion. * – Significance of the Fisher criterion (F).

Данные, приведенные в табл. 5, свидетельствуют о том, что значения показателя седиментации в зависимости от сорта варьировали от 35,0 до 56,0 мл. Максимальные значения признака выявлены у Левобережной, Созвездия и Жемчужины Поволжья, минимальные – у Губернии и Смуглянки.

Содержание клейковины в зерне колебалось от 18,0% у Левобережной до 25,0% у Лютесценс 230. Качество клейковины – один из важнейших признаков технологической ценности зерна мягкой пшеницы, улучшению которого в процессе селекции уделяется большое внимание. Качество



Таблица 4 / Table 4

Коэффициент диффузного отражения и белизна муки у белозерных форм озимой пшеницы
Diffuse reflection coefficient and whiteness of flour in white-grain forms of winter wheat

| № / No. | № селекционный / Selection number | КДО, % / DRC, % | | Показатель белизны муки, ед.пр. / Flour whiteness index, units, etc. | |
|---------|-----------------------------------|-----------------|----|--|-----|
| 1 | 967-17 | 90,17 | a | 57,5 | a |
| 2 | 993-17 | 91,07 | g | 59,9 | g |
| 3 | 1016-17 | 90,60 | e | 58,7 | e |
| 4 | 1039-17 | 90,47 | d | 58,3 | cd |
| 5 | 1060-17 | 90,17 | a | 57,5 | a |
| 6 | 1069-17 | 90,47 | cd | 58,3 | de |
| 7 | 1081-17 | 94,63 | m | 69,6 | m |
| 8 | 1083-17 | 90,47 | d | 58,3 | bcd |
| 9 | 1089-17 | 90,30 | b | 57,8 | gb |
| 10 | 1093-17 | 94,27 | l | 68,9 | l |
| 11 | 1094-17 | 92,37 | j | 63,4 | j |
| 12 | 1095-17 | 91,87 | i | 62,1 | i |
| 13 | 1096-17 | 92,87 | k | 65,1 | k |
| 14 | 1100-17 | 91,03 | f | 59,8 | fg |
| 15 | 1101-17 | 91,67 | h | 61,6 | h |
| F | | 262,1* | | 9,9* | |
| НСР | | 0,029 | | 0,424 | |

Примечание. Одинаковой латинской буквой обозначены незначимо различающиеся значения по критерию множественных сравнений Дункана. * – Значимость критерия Фишера (F).

Note. The same Latin letter denotes slightly different values according to the Duncan multiple comparison criterion. * – Significance of the Fisher criterion (F).

Таблица 5 / Table 5

Показатели качества зерна краснозерных форм озимой пшеницы
Grain quality indicators of red-grain forms of winter wheat

| № / No. | Название сорта / Name of the variety | Показатель SDS-седиментации, мл / SDS-sedimentation rate, ml | Содержание клейковины в муке, % / Gluten content in flour, % | Показатель ИДК-1, ед. прибора / IDK-1 indicator, unit of the device | Объем хлеба, см ³ / Bread volume, cm ³ |
|---------|--|--|--|---|--|
| 1 | Гостианум 237 / Gostianum 237 | 50,0 | 23,0 | 70 | 780 |
| 2 | Лютесценс 230 / Lyutestsens 230 | 40,0 | 25,0 | 79 | 640 |
| 3 | Виктория / Viktoriya | 37,0 | 23,0 | 80 | 750 |
| 4 | Губерния / Guberniya | 35,0 | 23,6 | 88 | 680 |
| 5 | Мироновская 808 / Mironovskaya 808 | 42,0 | 19,3 | 60 | 790 |
| 6 | Донская безостая / Donskaya bezostaya | 53,0 | 20,5 | 65 | 725 |
| 7 | Саратовская 90 / Saratovskaya 90 | 50,0 | 21,6 | 65 | 760 |
| 8 | Левобережная / Levoberezhnaya | 56,0 | 18,0 | 67 | 730 |
| 9 | Жемчужина Поволжья / Zhemchuzhina Povolzh'ya | 54,0 | 20,0 | 63 | 710 |
| 10 | Смуглянка / Smuglyanka | 35,0 | 18,6 | 63 | 780 |
| 11 | Калач 60 / Kalach 60 | 47,0 | 19,3 | 60 | 700 |
| 12 | Созвездие / Sozvezdiye | 55,0 | 20,0 | 64 | 750 |
| 13 | Эльвира / El'vira | 40,0 | 18,4 | 60 | 740 |

клейковины, оцениваемое на приборе ИДК-1, варьировало от 60 ед. пр. у Мироновской 808, Калач 60 и Эльвиры до 88 ед. пр. у Губернии. По объемному выходу хлеба выделились из

числа изученных Мироновская 808, Смуглянка и Гостианум 237.

Таким образом, в заключение можно констатировать, следующее:



- 1) изученные линии шарозерной пшеницы формируют высококачественное зерно, мука из которого отличается отличными реологическими характеристиками и хлебопекарными свойствами;
- 2) полученные результаты исследования шарозерных линий позволяют рекомендовать их в скрещивания как ценный исходный материал на качество;
- 3) показатели «белизна муки» и коэффициент диффузного отражения информативны для оценки селекционного материала;
- 4) выявлять белизну муки можно с высокой вероятностью и по цвету шрота (цельносмолотое зерно).

Список литературы

1. Бурдун А. М., Лопатина Л. М., Гуйда А. Н., Логинюв Ю. П., Максименко В. П. Оценка экологической адаптивности сортов на ранних этапах селекции // Теоретические и прикладные аспекты селекции и семеноводства пшеницы, ржи, ячменя и тритикале / отв. ред. Л. Сечняк. Одесса : ВСГИ, 1981. С. 52–64.
2. Жученко А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция). Пушкино : ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. 148 с.
3. Бебякин В. М., Рогожкина Т. Б. Пластичность и стабильность сортов яровой мягкой пшеницы по качеству зерна // Вестн. РАСХН. 1995. № 5. С. 40–43.
4. Кулеватова Т. Б., Злобина Л. Н., Ляцева С. В., Андреева Л. В. Информативность нетрадиционных критериев технологических свойств теста на основе зерна озимой мягкой пшеницы // Хлебопродукты. 2018. № 9. С. 46–50.
5. Сапега В. А. Взаимодействие генотип-среда в определении урожая пшеницы // Вестник с.-х. науки Казахстана. 1984. № 3. С. 33–35.
6. Боровик А. Н. Селекция и возвращение в культуру исчезающих и редких видов пшеницы: шарозёрной (*Triticum sphaerococcum* Perc.), полбы (*Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl.), твёрдой (*Triticum durum* Desf.) и создание тритикале шарозёрной (*Triticale sphaerococcum*) для диверсификации производства высококачественного зерна : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Краснодар, 2016. 48 с.
7. Бебякин В. М., Бунтина М. В. Эффективность оценки качества зерна яровой мягкой пшеницы по SDS-тесту // Вестник сельскохозяйственной науки. 1991. № 1. С. 67–70.
8. Кулеватова Т. Б., Злобина Л. Н., Осыка И. А., Андреева Л. В., Ляцева С. В. Особенности качества зерна белозерных и краснозерных форм озимой мягкой пшеницы // Инновационные процессы в пищевых технологиях : наука и практика : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки (ВНИИЗ) 19–20 февр. 2019 г. М. : ВНИИЗ, 2019. С. 217–219.

References

1. Burdun A. M., Lopatina L. M., Gujda A. N., Loginov Yu. P., Maksimenko V. P. Ocenka ekologicheskoy adaptivnosti sortov narannikh etapakh selektsii [Evaluation of ecological adaptability of varieties in the early stages of breeding]. In: *Teoreticheskie i prikladnye aspekty selektsii i semenovodstva pshenicy, rzi, yachmenya i tritikale*. Otv. red. L. Sechnyak [L. Sechnyak, ed. Theoretical and applied aspects of breeding and seed production of wheat, rye, barley and triticale]. Odessa, VSGI, 1981, pp. 52–64 (in Russian).
2. Zhuchenko A. A. *Strategiya adaptivnoy intensifikatsii sel'skogo hozyajstva (konceptiya)* [Strategy of adaptive intensification of agriculture (concept)]. Pushchino, ONTI PNC RAN, 1994. 148 p. (in Russian).
3. Bebyakin V. M., Rogozhkina T. B. Plasticity and stability of grades of summer soft wheat on quality of grain. *Vestnik RASKHN*, 1995, no. 5, pp. 40–43 (in Russian).
4. Kulevatova T. B., Zlobina L. N., Lyashcheva S. V., Andreeva L. V. Informativeness of non-traditional criteria of technological properties of the test on the basis of winter wheat. *Hleboprodukty*, 2018, no. 9, pp. 46–50 (in Russian).
5. Sapega V. A. Genotype-environment Interaction in wheat yield determination. *Vestnik Agricultural Sciences of Kazakhstan*, 1984, no. 3, pp. 33–35 (in Russian).
6. Borovik A. N. Seleksiya i vozvrashcheniye v kul'turu ischezayushchikh i redkikh vidov pshenitsy: sharozernoy (*Triticum sphaerococcum* Perc.), polby (*Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl.), tvrdoy (*Triticum durum* Desf.) i sozdaniye tritikale sharozernoy (*Triticale sphaerococcum*) dlya diversifikatsii proizvodstva vysokokachestvennogo zerna : avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk [Selection and return to the culture of endangered and rare species of wheat: serosurvey (*Triticum sphaerococcum* Perc.), spelt (*Triticum dicoccum* (Schrank.) Schuebl.), solid (*Triticum durum* Desf.) and the creation of triticale (*Triticale sphaerococcum*) to diversify the production of high-quality grain. Thesis Diss. Dr. Sci. (Agric. Cult.]. Krasnodar, 2016. 48 p. (in Russian).
7. Bebyakin V. M., Buntina M. V. The evaluation of grain quality of spring wheat by SDS-test. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 1991, no. 1, pp. 67–70 (in Russian).
8. Kulevatova T. B., Zlobina L. N., Osyka I. A., Andreeva L. V., Lyashcheva S. V. Osobennosti kachestva zerna belozernykh i krasnozernykh form ozimoy myagkoi pshenitsy [Features of grain quality of white and red winter soft wheat forms]. In: *Innovatsionnye protsessy v pishchevykh tekhnologiyakh: nauka i praktika: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj 90-letiyu Vserossiyskogo onauchno-issledovatel'skogo instituta zerna i produktov ego pererabotki (VNIIZ). 19–20 fevralya, 2019* [Innovative processes in food technologies: science and practice: materials of the international scientific and practical conference, dedicated to the 90th anniversary of the all-Russian research Institute of grain and products of its processing (VNIIZ). February 19–20, 2019]. Moscow, VNIIZ, 2019, pp. 217–219 (in Russian).

Поступила в редакцию 01.05.2020, после рецензирования 05.09.2020, принята к публикации 06.09.2020
Received 01.05.2020, revised 05.09.2020, accepted 06.09.2020