

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ
СЕЛЕКЦИИ ТАТАРСКОГО НИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН**

**Е.С. Кириллова, С.Н. Пономарев, Н.З. Василова, Дан. Ф. Асхадуллин,
Дам. Ф. Асхадуллин, Э.З. Багавиева**

Татарский НИИСХ – ОСП ФИЦ «Казанский НЦ РАН», e-mail: el.kir7777@gmail.com

***Аннотация.** Сорт мягкой яровой пшеницы Хазинэ по результатам 4-х летних испытаний показал очень высокие хлебопекарные качества. Общая хлебопекарная оценка, средняя по годам составила 4,84 балла, эластичность мякиша – 4,85 балла, пористость – 4,93 балла, объем хлеба – 579 мл. Сортной особенностью сорта Сакара является потенциальная способность накапливать высокое содержание белка (15,9-18,5%); высокая сила муки ($W=264-465$ е. а.) и высокая упругость теста, ($P/L = 2,09-3,96$). Качество зерна сорта Надира соответствует требованиям «филлера» и «ценной» пшеницы.*

***Ключевые слова:** пшеница мягкая, экологическое сортоиспытание, сила муки, качество, белок, клейковина, водопоглощение, валориметрическая оценка.*

**TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF SOFT SPRING WHEAT VARIETIES BREEDING
OF TATAR SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE**

**E.S. Kirillova, S.N. Ponomarev, N.Z. Vasilova, Dan. F. Askhadullin,
Dam. F. Askhadullin, E.Z. Bagavieva**

Tatar Scientific Research Institute of Agriculture, FRS Kazan Scientific Center RAS,
Kazan, Russia, e-mail: el.kir7777@gmail.com

***Abstract.** According to the results of 4-year tests, the Hazine soft spring wheat variety showed very high baking qualities. The overall baking score, the average for the years was 4,84 points, the elasticity of the crumb was 4,85 points, the porosity was 4,93 points, the volume of bread was 579 ml. The varietal feature of the Sakara variety is the potential ability to accumulate a high protein content (15,9-18,5%); high flour strength ($W=264-465$ e. a.) and high dough elasticity ($P/L = 2,09-3,96$). The quality of Nadir grain meets the requirements of filler and valuable wheat.*

***Keywords:** soft wheat, ecological variety testing, flour strength, quality, protein, gluten, water absorption, calorimetric assessment.*

Введение. При технологической оценке пшеницы учитывают требования, предъявляемые к зерну и продуктам его переработки мукомольной, хлебопекарной, макаронной и другими отраслями промышленности, сырьем для которых является пшеница или мука [5]. Особую важность для внутренних нужд страны, а также для экспорта представляет ценная пшеница с генетически детерминированными высокими хлебопекарными качествами, а также сильная пшеница, способная улучшать слабые в хлебопекарном отношении партии зерна.

Наиболее важными технологическими свойствами зерна мягкой пшеницы являются водопоглотительная способность муки, устойчивость теста к замесу, упругость и растяжимость теста и их соотношение, способность давать ароматный хлеб большого объема с хорошей структурой мякиша. Эти характеристики муки и теста оценивают прямым методом – лабораторной выпечкой хлеба и косвенными методами, среди которых наиболее распространены альвеография и фаринография.

На качество зерна большое влияние оказывают условия его формирования. Стабильно высокие физические свойства теста и показатели хлебопекарных качеств зерна в разнообразных условиях возделывания устойчиво сохраняют лишь немногие сорта пшеницы [4].

Цель исследования заключается в оценке биохимических и физических показателей качества зерна сортов мягкой яровой пшеницы, реологических свойств теста и хлебопекарных свойств муки в условиях Среднего Поволжья.

Материалы и методы исследования. Опыты проведены в питомнике экологического сортоиспытания на полях ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН в 2019-2022 гг. в Предкамской зоне Республики Татарстан. Объекты исследования – сорта яровой пшеницы: Надира- фиолетово-зерная мягкая пшеница с повышенным содержанием флаваноидов и антоцианов, Хазинэ – мягкая пшеница с повышенным содержанием каротиноидных пигментов, Сакара – шарозерная пшеница. В качестве стандарта использован сорт мягкой пшеницы Йолдыз.

Метеорологические условия в годы исследования в период формирования и налива зерна существенно различались. По влагообеспеченности и температурному режиму более благоприятными были 2019 и 2022 годы, 2020 – засушливый, 2021 – очень засушливый.

Анализ качества зерна и муки проводили по общепринятым методикам и ГОСТам: массовая доля сырой клейковины в зерне - по ГОСТ 54458-2011 (ручной метод); качество клейковины – по индексу деформации клейковины в единицах прибора ИДК-1; массовая доля белка в зерне – по ГОСТ 108460-91 (по методу Къельдаля); реологические свойства теста – на альвеографе по ГОСТ Р 51415-99 и фаринографе по ГОСТ Р 51404-99; стекловидность – ГОСТ 10987-76, натура – ГОСТ 10840-64, масса 1000 зерен- ГОСТ 10842-89. Хлебопекарное качество оценивали с помощью пробной лабораторной выпечки по ГОСТ 27669 - методом интенсивного замеса. Статистическую обработку результатов исследования проводили по методическому руководству Б.А. Доспехова (1985).

Результаты исследования и их обсуждение. Технологические качества зерна, имеющие важное значение при производстве пшеничного хлеба, обусловлены крупностью, натурой, ровностью зерна, количеством и качеством клейковины [11]. С точки зрения мукомольных достоинств зерна, наиболее важными показателями качества являются соотношение оболочек и эндосперма и стекловидность зерна. Чем крупнее зерно, тем больше в нем эндосперма, а, следовательно, и больше выход муки. Масса 1000 зерен является одним из признаков оценки его физических свойств, зависит от размера и плотности зерна, изменяется от сортовой принадлежности и определяется в основном продолжительностью периода налива зерна [8].

Условия выращивания повлияли на массу 1000 зерен (таблица 1). Более крупное зерно сформировалось в благоприятные по осадкам 2019 и 2022 годы, засушливые условия 2020 и 2021 годов привели к снижению значения данного показателя. В среднем за 4 года исследования сорта сформировали зерно с массой 1000 зерен от 26,8 (сорт Сакара), до 39,9 грамм (сорт Хазинэ), у сорта Йолдыз среднее значение показателя за 4 года составило 38,7.

Таблица 1. Технологические показатели зерна сортов мягкой яровой пшеницы, 2019-2022 гг.

Сорт	Масса 1000 зерен, г	Натурная масса, г/л	Стекловидность, %
	<i>Среднее/лимиты</i>	<i>Среднее/лимиты</i>	<i>Среднее/лимиты</i>
Йолдыз	<u>38,7</u> 31,4 -44,5	<u>794</u> 749-830	<u>51</u> 46-53
Надира	<u>36,7</u> 31,0-40,2	<u>802</u> 772-819	<u>48</u> 44-58
Хазинэ	<u>39,9</u> 34,6-43,9	<u>798</u> 762-820	<u>63</u> 53-71
Сакара	<u>26,8</u> 24,6-29,1	<u>780</u> 751-809	<u>56</u> 50-64

Показатель натурности зерна четко дифференцирует сорта по реакции на стрессовые условия в период летней вегетации [2]. Засухоустойчивость и жаростойкость, полегание растений, болезни и вредители оказывают влияние на налив зерна и на величину его натурности. Высоконатурное зерно имеет относительно наибольшее количество веществ с большим удельным весом (крахмал) и более плотную структуру. В соответствии с требованиями ГОСТа 34702 -2020 «Пшеница хлебопекарная. Технические условия» натурная масса зерна должна быть для сильной пшеницы - не менее 750 г/л, ценной – не менее 730 г/л [3]. Во все годы исследования сорта Надира, Хазинэ и Сакара сформировали зерно с высоким натурным весом, соответствующим требованиям сильной пшеницы (в среднем 802, 798 и 781 г/л соответственно). По показателю натурности сорт Йолдыз – в 2022 году – соответствует классификационным требованиям ценной пшеницы, в остальные годы – сильной.

Структура зерна (его стекловидность или мучнистость) зависят от характера обмена при наливе и созревании [7]. Высокая температура, недостаток влаги, короткий период налива и созревания зерна увеличивают стекловидность. Избыток фосфора уменьшает, а избыток азота, наоборот, увеличивает стекловидность. Стекловидность зерна мягкой пшеницы является сортовым признаком, однако, он в значительной степени изменяется в зависимости от условий выращивания, в частности, при неблагоприятных факторах, особенно в период уборки, может существенно снижаться. Из стекловидной пшеницы получают больше крупок и меньше муки низких сортов, наибольший производственный эффект достигается при стекловидности 50-60% [10]. Для пшеницы – улучшителя показатель стекловидности зерна должен быть не менее 60%, ценной по качеству – не менее 40%. В наших исследованиях стекловидность зерна в среднем по годам составляет 48% у сорта Надира, 63% у сорта Хазинэ и 56% у сорта Сакара. Сорт Йолдыз по показателю стекловидности зерна во все годы исследования соответствовал ценной пшенице, сорта Сакара и Хазинэ – сильной, сорт Надира - в зависимости от года - ценной, сильной или филлеру.

Содержание белка в зерне определяет его технологическую и пищевую ценность. Для выпечки дрожжевого хлеба предпочтительна мука с содержанием белка не менее 11%. Для получения муки с таким количеством белка, содержание его в зерне пшеницы должно быть не менее 12% [9]. В среднем за все годы исследования содержание белка в зерне пшеницы находилось в пределах от 12,5% (сорт Надира) до 17,1% (сорт Сакара), (таблица 2). Превышение содержания белка у сорта Надиры по отношению к сорту Йолдыз - 0,4%, Хазинэ – 2,4%, Сакары -8,0%. В годы исследования Хазинэ и Сакара по показателю содержания белка соответствовали сильной пшенице, Надира– филлеру и ценной. Сорт Йолдыз в 2022 году отнесен к сильной пшенице, в остальные годы – филлеру.

Таблица 2.Содержание белка и показатели клейковины сортов мягкой яровой пшеницы, 2019 – 2022 гг.

Сорт	Белок (% на сухое вещество)	Содержание сырой клейковины, %	Качество клейковины, ед.пр.ИДК	Гидратация, %
	<i>Среднее/лимиты</i>	<i>Среднее/лимиты</i>	<i>Среднее/лимиты</i>	<i>Среднее/лимиты</i>
Йолдыз	<u>12,1</u> 10,6-13,8	<u>22,9</u> 18,8-29,7	<u>74</u> 58-91	<u>163,9</u> 156,2-175,2
Надира	<u>12,5</u> 12,1-13,3	<u>25,3</u> 22,5-29,5	<u>83</u> 73-92	<u>171,0</u> 163,0-178,5
Хазинэ	<u>14,5</u> 13,8-15,0	<u>30,9</u> 28,4-33,7	<u>84</u> 78-93	<u>176,3</u> 166,9-184,7
Сакара	<u>17,1</u> 15,9-18,5	<u>34,4</u> 29,8-40,8	<u>68</u> 63-78	<u>167,0</u> 156,3-178,7

Накопление клейковины в значительной степени зависит от погодных условий и уровня агротехники. Качество клейковины больше связано с сортовыми особенностями, но и оно может меняться под влиянием условий выращивания. В соответствии с требованиями ГОСТа на пшеницу хлебопекарную содержание клейковины в зерне сильной пшеницы должно быть не

менее 28,0%, качество клейковины в ед. прибора ИДК – от 42 до 85 ед., для ценной пшеницы содержание клейковины – 25,0 % и качество от 40 до 90 ед. пр. ИДК [3]. Средние по годам значения содержания клейковины находились в пределах от 25,3% - сорт Надира до 34,4% - сорт Сакара, у стандарта сорта Йолдыз – 22,9%. Наиболее благоприятными условиями для накопления клейковины для всех изученных сортов были 2019 и 2022 г. Содержание клейковины в зерне пшеницы сорта Йолдыз в 2022 году составило 29,7%, Надиры – 29,5%, Хазинэ – 33,7%, Сакары - 40,8%. Сакара по количеству и качеству клейковины во все годы исследования – сильная пшеница-улучшитель, сорт Хазинэ – по количеству клейковины – сильная, по качеству – сильная, ценная и филлер (2022 год). Стандартный сорт Йолдыз по количеству клейковины – филлер, слабая, сильная, по качеству в 2019, 2020 и 2021 годах – сильная пшеница, в 2022 году – филлер. Сорт Надира в зависимости от года по показателям клейковины соответствует филлеру и ценной пшенице.

Сила муки определяет количество воды, необходимое для получения теста нормальной консистенции, а также изменение реологических свойств теста при брожении и поведение теста в процессе его механической разделки и расстойки [1]. Оценка реологических свойств теста представлена в таблице 3. В соответствии с требованиями ГОСТа на муку хлебопекарную к реологическим свойствам теста из муки 70%-ного выхода - сильной считается мука с показателем силы муки не менее 240 е. а. и соотношением упругости и растяжимости теста – 0,7 – 2,0; ценной – с показателем альвеографа – не менее 200 е. а и соотношение упругости и растяжимости от 0,5 – до 2,5.

Таблица 3. Реологические свойства теста сортов мягкой яровой пшеницы, 2019-2022 гг.

Сорт	Сила муки, ед. ал.	Показатель формы кривой, P/L	Валориметрическая оценка, ед. вал.	Степень разжижения теста, ед. фар.	Водопоглощение, %
	<i>Среднее/лимиты</i>	<i>Среднее/лимиты</i>	<i>Среднее/лимиты</i>	<i>Среднее/лимиты</i>	<i>Среднее/лимиты</i>
Йолдыз	<u>219</u> 192-288	<u>1,32</u> 0,67-1,62	<u>49</u> 50-59	<u>76</u> 28-70	<u>58,4</u> 54,6-58,8
Надира	<u>173</u> 131-259	<u>0,93</u> 0,55-1,12-	<u>54</u> 50-59	<u>53</u> 28-70	<u>57,3</u> 54,6-58,5
Хазинэ	<u>317</u> 217-497	<u>0,85</u> 0,76-0,93	<u>60</u> 58-63	<u>47</u> 35-58	<u>61,8</u> 58,0-67,2
Сакара	<u>347</u> 264-465	<u>2,55</u> 2,09-3,96	<u>79</u> 55-100	<u>31</u> 4-45	<u>63,2</u> 57,0-70,8

По данным альвеографии высоким показателем силы муки (W) и сбалансированностью упругости и растяжимости теста (P/L) отличился сорт Хазинэ, у которого средняя по годам исследования сила муки 317 е. а., (от 217 до 497), отношение упругости теста к растяжимости – от 0,76 до 0,93, что соответствует нормам ценной и сильной пшеницы. Сила муки у сорта Сакара варьировала от 264 е. а. в 2019 году до 465 е. а. в 2022 году, что соответствует нормам сильной пшеницы. Упругость теста (P) шарозерного сорта Сакара превысила растяжимость (L) и соотношение упругости теста к растяжимости находилось в пределах от 2,09 до 3,96, что соответствует классу ценной пшеницы. Показатель силы муки сорта Надира в зависимости от года изучения изменялся от 131 е. а. до 259 е. а., у стандартного сорта Йолдыз – от 190 е. а. до 264.

Для характеристики физических свойств теста, определяемых с помощью фаринографа, единым обобщающим показателем служит величина площади, занимаемая фаринограммой. Показания валориметра для пшениц различного качества колеблются от 20 до 100 е. в. [5,12]. Максимальная площадь фаринограммы, равная 100 е. в. характеризует муку сильной пшеницы, тесто которой обладает большой устойчивостью при замесе. Наименьшие величины получают при исследовании муки слабой пшеницы, тесто которой значительно разжижается. Сильные пшеницы поглощают до 75% воды, слабые около 55% [10]. Регламентом предусмот-

рено, что водопоглощение для сильной пшеницы должно быть не менее 63%, для ценной пшеницы - не менее 60 %. Установлено, что наименьшее значение водопоглощения, в среднем по годам у сортов Надира и Йолдыз - 54,6 и 58,4% соответственно, наибольшее – у сортов Сакара - 63,2% и Хазинэ – 61,8%. Значение показателя валориметрической оценки (в среднем за 2019-2022) варьировало от 54 е. в. (сорт Надира) до 79 е. в. (сорт Сакара), у стандарта Йолдыз - 49 е. в. (таблица 3). По показателю валориметра, в зависимости от года исследования, сорта Йолдыз и Надира – филлер и ценная пшеница, Хазинэ – ценная, Сакара – ценная и сильная. Как видно из данных таблицы 3, сорта Хазинэ и Сакара отличаются низкими показателями степени разжижения, в среднем - 31 и 47 ед. ф. при норме для сильной пшеницы – не более 70 ед. ф., тогда как Сакара и Хазинэ – сильные пшеницы, Надира и Йолдыз - филлер, ценная или сильная.

Пробная выпечка наиболее полно характеризует хлебопекарные свойства пшеницы. К основным показателям качества хлеба относятся объем, пористость и отношение высоты к диаметру. При обычном режиме процесса приготовления теста из муки с достаточной сахаро- и газообразующей способностью, объем хлеба возрастает по мере увеличения силы. Однако, из очень сильной муки объем хлеба может быть меньше, чем из муки средней силы. [1].

Таблица 4. Хлебопекарная оценка сортов мягкой яровой пшеницы, 2019-2022 гг.

Сорт	Пористость, балл	Эластичность мякиша, балл	Объем хлеба, см ³	Общая хлебопекарная оценка, балл
	<i>Среднее/лимиты</i>	<i>Среднее/лимиты</i>	<i>Среднее/лимиты</i>	<i>Среднее/лимиты</i>
Йолдыз	<u>4,3</u> 4,0-4,3	<u>4,25</u> 4,0-4,5	<u>518</u> 469-565	<u>4,46</u> 4,3-4,7
Надира	<u>4,2</u> 3,5-4,7	<u>4,4</u> 4,3-4,5	<u>514</u> 471-544	<u>4,4</u> 4,3-4,4
Хазинэ	<u>4,9</u> 4,8-4,5	<u>4,9</u> 4,6-5,0	<u>579</u> 576-594	<u>4,8</u> 4,75-4,9
Сакара	<u>4,2</u> 4,0-4,5	<u>4,5</u> 4,0-5,0	<u>439</u> 414-497	<u>4,2</u> 4,0-4,5

По показателям хлебопекарной оценки и по объему хлеба лучшим среди изучаемых сортов оказался сорт Хазинэ, (таблица 4). Общая хлебопекарная оценка, в среднем по годам составила 4,8 балла, объем хлеба - 579 мл. Пониженный объем хлеба сорта Сакара можно объяснить очень высокой упругостью теста ($P/L = 2,09 - 3,9$).

Заключение. За 4 года исследования сорта мягкой яровой пшеницы сформировали зерно высокого качества, соответствующее требованиям сильной и ценной пшеницы для сортов Сакара и Хазинэ, ценной и филлера для сорта Надира. Оценка биохимических, физических свойств зерна и реологических свойств теста и хлебопекарных свойств муки показала, что по мукомольным и хлебопекарным качествам зерна сорт Хазинэ значительно превосходит сорт Йолдыз. Особенностью шарозерного сорта Сакара является потенциальная способность накапливать высокое содержание белка, высокая сила муки и высокая упругость теста. Фиолетовозерный сорт Надира характеризуется средними хлебопекарными свойствами, обладает повышенной пищевой ценностью и может быть рекомендован для производства цельнозерновой муки.

Библиографический список

1. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопечения. / Л.Я. Ауэрман. - 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищепромиздат, 1956. – 467 с.
2. Гаврикова О.М. Связь между составом белков и технологическими свойствами зерна у сортов озимой мягкой пшеницы: диссертация кандидата биологических наук. – Москва, 2007. – 163 с.
3. ГОСТ 34702-2020. Пшеница хлебопекарная. Технические условия.

4. Конарев В. Г. Белки пшеницы. – М.: Колос, 1980. – 351 с.
5. Краснов И.Н., Кравченко И.А., Кравченко Н.С. Биохимические характеристики зерна и биотехнология получения продуктов его переработки. Современная техника и технологии. – 2016. – №10 [Электронный ресурс].
6. Мелешкина Е.П. О новых подходах к качеству пшеничной муки // Контроль качества продукции. – 2016. – №11. – С.13-18.
7. Оценка селекционного материала по качеству продукции. Метод. указания для практических занятий / Новосиб. гос. аграр. ун-т; сост. О.В. Паркина. – Новосибирск, 2012. – 30 с.
8. Поляндова, Р.Д., Дремучева Г.Ф., Карчевская О.Е. Хлебопекарные свойства пшеничной муки, состояние, методы регулирования качества в производстве хлебобулочных изделий // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2009. – №3. – С.8-10.
9. Пшеница и оценка ее качества. Пер. с англ. канд. биолог. наук Селивановой К.М. и Серебренного И.Н. Под ред. и с предисл. д-ра биол. наук проф. Козьминой Н.П. и засл. деятеля науки РСФСР проф. Любарского Л.Н. – М.: Колос, 1967. – 496 с.
10. Справочник по качеству зерна и продуктам его переработки / Б.М. Машков, В.Т. Тевосян. – М.: Колос, 1971. – 352 с.
11. Суднов П.Е. Повышение качества зерна пшеницы. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 96 с.
12. Туляков Д.Г., Мелешкина Е.П., Витол И.С. Биохимические и реологические свойства в оценке разных видов муки // Хлебопродукты. – 2017. – №6. – С.30-34.