

вместо него в рецептурах использован сахарозаменитель «Мальтит». Введение наполнителя джема «Лимон с имбирем» без сахара в количестве 15 % обеспечивает получение улучшенных органолептических характеристик. Экономическая оценка эффективности производства творожных глазированных сырков показала, что их выпуск является целесообразным, так как не приводит к росту издержек, при этом уровень рентабельности достигает 15 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белорусская молочная отрасль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://produkt.by/news/novosti-belarusi/kachestvo-reshaet-belorusskaya-molochnaya-otrasl-v-2024-godu>. – Дата доступа: 11.05.2025.
2. Молочная промышленность Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://factories.by/news/molochnaya-promyshlennost-belarusi-ocenka-sostoyaniya-i-potencial-rosta>. – Дата доступа: 11.05.2025.
3. Более 5 % взрослого населения Беларуси имеет сахарный диабет II типа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://belta.by/society/view/bole-5-vzroslogo-naselenija-belarusi-imeet-saharnyj-diabet-ii-tipa-716514-2025/>. – Дата доступа: 11.05.2025.
4. Сколько глазированных сырков делают в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dzen.ru/a/Zw9vdsCzjSsXXJ-2>. – Дата доступа: 11.05.2025.
5. Подсластитель мальтит [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rskrf.ru/tips/eksperty-obyasnyayut/podslastitel-maltit-vred-i-polza/>. – Дата доступа: 16.05.2025.
6. Сырки творожные глазированные. Общие технические условия: СТБ 2509-2017. – Введ. 20.03.2017. – Минск: Госстандарт РБ, 2017. – 16 с.
7. Продукты из творога. Технические условия: ТУ ВУ 100098867.230-2009. – Введ. 12.05.2009. – Минск: Госстандарт РБ, 2009. – 23 с.
8. О безопасности пищевой продукции: ТР ТС 021/2011: принят 09.12.2011; вступ. в силу 01.07.2013 / Евраз. экон. комис. – Минск: Экономэнерго, 2013. – 52 с.

УДК 664.64.016: 633.11

ОЦЕНКА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ СВОЙСТВ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ СОРТА АЛАЯ ЗАРЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ БЕЛКОВО-ПРОТЕИНАЗНОГО КОМПЛЕКСА

Манжесов В. И., Чурикова С. Ю., Жуков А. М.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I»
г. Воронеж, Российская Федерация

***Аннотация.** В работе исследовали влияние количества и качества клейковины зерна пшеницы сорта Алая Заря на хлебопекарные свойства. Объектами служили три фракции с содержанием сырой клейковины 23 % (III группа качества), 28 % (II группа) и 32 % (I группа). Из муки высшего сорта определяли реологические параметры теста на альвеографе и фаринографе, проводили пробную выпечку. Повышение содержания клейковины с 23 до 32 % и улучшение ее качества увеличило силу муки со 180 до $280 \cdot 10^{-4}$ Дж, стабильность теста с 4,5 до*

12,0 мин, удельный объем хлеба с 3,1 до 3,8 см³/г. Максимальную дегустационную оценку (4,7 балла) получил хлеб из зерна с 32 % клейковины I группы. Для реализации потенциала сорта необходимо содержание клейковины не менее 28 % качеством не ниже II группы.

Summary. The study investigated the influence of gluten content and quality in wheat grain of the Alaya Zarya variety on its baking properties. Three fractions with raw gluten content of 23 % (quality group III), 28 % (group II), and 32 % (group I) served as the objects. Dough rheological parameters were determined using an alveograph and farinograph, and test baking was performed. Increasing the gluten content from 23 % to 32 % and improving its quality increased dough strength from 180 to 280·10⁻⁴ J, dough stability from 4,5 to 12,0 min, and specific bread volume from 3.1 to 3,8 cm³/g. Bread from grain with 32 % gluten (group I) received the maximum tasting score (4.7 points). To realize the variety's potential, a gluten content of at least 28 % with quality not lower than group II is required.

Ключевые слова: пшеница сорта Алая Заря, клейковина, группа качества клейковины, органолептическая оценка, хлебопекарные свойства.

Key words: wheat Alaya Zarya, gluten, gluten quality group, organoleptic assessment, baking properties.

Хлебопекарная ценность зерна пшеницы является комплексным показателем, определяемым генетическими особенностями сорта и модифицируемым условиями среды [6]. Сорт мягкой яровой пшеницы Алая Заря, широко возделываемый в ряде регионов Российской Федерации, позиционируется как среднеспелый, пластичный и урожайный. Однако его конечные технологические свойства, особенно в нестабильных агроклиматических условиях, могут существенно варьировать, что ставит задачу углубленного изучения факторов, формирующих качество.

Ключевым компонентом, обуславливающим хлебопекарное достоинство пшеничной муки, является клейковина – гидратированный комплекс белков (глиадина и глютенина), образующий в тесте структурный каркас [5]. Именно от количества и качества клейковины зависят газодерживающая способность теста, его упруго-вязкие свойства, формоустойчивость и, как следствие, объем, пористость и структура мякиша готового изделия [4].

Согласно действующей нормативной базе (ГОСТ 9353-2016) [3], зерно пшеницы подразделяется на классы и группы качества, где основными классифицирующими признаками выступают содержание сырой клейковины и ее показатель по прибору ИДК (индекс деформации клейковины).

Целью исследования явилось установление количественных зависимостей между вариабельностью содержания и группы качества клейковины в зерне конкретного сорта Алая Заря и основными технологическими параметрами (реологией теста) и потребительскими

характеристиками готового хлеба. Подобный подход позволяет не только оценить потенциал сорта, но и дать практические рекомендации по его оптимальному использованию в хлебопечении.

В качестве объекта исследования использовалось зерно мягкой пшеницы сорта Алая Заря урожая 2025 года, отобранное из единой партии и разделенное лабораторным путем на три фракции по результатам предварительного анализа:

Образец 1: содержание сырой клейковины – $23,0 \pm 0,5$ % (нижний порог для «ценной» пшеницы), группа качества – III (удовлетворительно слабая, ИДК 95 ± 5).

Образец 2: содержание сырой клейковины – $28,0 \pm 0,5$ % (соответствует «сильной» пшенице), группа качества – II (удовлетворительно крепкая, ИДК 75 ± 5).

Образец 3: содержание сырой клейковины – $32,0 \pm 0,5$ % («сильная» пшеница), группа качества – I (хорошая, ИДК 60 ± 5).

Из каждого образца зерна на лабораторной мельнице «MLU-202» была получена мука высшего сорта с выходом 75 ± 2 %, соответствующая требованиям ГОСТ 26574-2017.

Лабораторные исследования включали:

1. Определение количества и качества клейковины по ГОСТ 27839-2013 с использованием прибора ИДК-1М.

2. Реологический анализ: оценка силы муки (W), упругости (P), растяжимости (L) и соотношения P/L проводилась на альвеографе Шопера по ГОСТ ISO 27971:2023 [2]. Изучение водопоглотительной способности и стабильности теста осуществлялось на фаринографе Брабендера по ГОСТ ISO 5530-1:2025.

3. Пробная лабораторная выпечка подового хлеба массой 150 г проводилась по унифицированной рецептуре (мука – 100 %, прессованные дрожжи – 2,5 %, поваренная соль – 1,5 %, вода – по фаринограмме) с соблюдением стандартного режима брожения и выпечки [8]. Определяли удельный объем хлеба (методом объемамера Вольтера), формуемость заготовок, характер поверхности корки.

4. Органолептическая оценка охлажденных изделий через 4 часа после выпечки проводилась аттестованной дегустационной комиссией из 5 экспертов по 5-балльной шкале в соответствии с ГОСТ ISO 5492-2014. Оценивались внешний вид (форма, цвет корки), состояние мякиша (пропеченность, эластичность, пористость), вкус и запах.

Статистическая обработка данных проводилась с расчетом среднего арифметического значения и стандартного отклонения для 5 повторностей каждого опыта.

Реологические свойства теста. Анализ данных, полученных на альвеографе и фаринографе, выявил выраженную корреляцию между исследуемыми параметрами зерна и поведением теста (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние содержания и качества клейковины на реологические показатели муки сорта Заря

Показатель	Образец 1 (23 %, III гр.)	Образец 2 (28 %, II гр.)	Образец 3 (32 %, I гр.)
Альвеограф:			
Сила муки, W (Дж·10 ⁻⁴)	180 ± 10	240 ± 8	280 ± 7
Упругость, P (мм)	45 ± 3	75 ± 2	95 ± 3
Растяжимость, L (мм)	120 ± 5	90 ± 4	70 ± 3
Соотношение P/L	0,38	0,83	1,36
Фаринограф:			
Водопоглощение, %	54.0 ± 1.0	60.0 ± 1.0	64.0 ± 1.0
Стабильность теста, мин	4.5 ± 0.5	8.0 ± 0.7	12.0 ± 1.0

Для образца 1 характерен профиль слабой муки: низкая сила ($W = 180 \cdot 10^{-4}$ Дж), высокая растяжимость ($L = 120$ мм) и низкое соотношение P/L (0,38), что указывает на преобладание вязкостных свойств над упругими [9]. Низкая стабильность теста (4,5 мин) предопределяет его склонность к быстрому разжижению и расплыванию при расстойке. Данный реологический тип требует обязательного усиления мукой-улучшителем или окислителями.

Образец 2 продемонстрировал сбалансированные реологические параметры, оптимальные для хлебопечения. Сила муки ($240 \cdot 10^{-4}$ Дж) соответствует категории «сильная». Соотношение P/L близко к оптимальному (0,83), что гарантирует хорошую формоустойчивость и достаточную способность к растяжению при брожении. Стабильность теста (8 мин) обеспечивает устойчивость к механическим воздействиям.

Образец 3 обладает характеристиками очень сильной, упругой муки ($W = 280 \cdot 10^{-4}$ Дж, $P/L = 1,36$). Высокое водопоглощение (64 %) и максимальная стабильность (12 мин) являются технологическими преимуществами. Однако повышенная упругость может потребовать более длительной расстойки или применения ферментных препаратов для оптимизации эластичности. Такая мука идеальна в качестве улучшителя в смесях.

Качество готового хлеба. Результаты пробной выпечки и органолептической оценки полностью подтвердили закономерности, выявленные при реологическом анализе (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели качества хлеба из муки с различными свойствами клейковины

Показатель	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Удельный объем, см ³ /г	3,1 ± 0,1	3,5 ± 0,1	3,8 ± 0,1
Форма подового хлеба	Расплывчатая	Хорошая, округлая	Отличная, выпуклая
Характер пористости мякиша	Крупная, неравномерная, толстостенная	Средняя, достаточно равномерная	Мелкая, тонкостенная, равномерная
Эластичность мякиша (балл)	3,2 ± 0,3	4,5 ± 0,2	4,8 ± 0,1
Пропеченность, крошливость	Сыроват, крошлив	Хорошая, не крошлив	Полная, эластичный мякиш
Вкус и запах (балл)	3,5 (пресный, слабо выраженный)	4,3 (хороший, типичный пшеничный)	4,7 (выраженный, ароматный)
Суммарный дегустационный балл	14,8	17,5	18,7

Хлеб из образца 1 имел наименьший объем, расплывчатую форму и неудовлетворительную структуру мякиша, что напрямую связано со слабым клейковинным каркасом, неспособным удержать пузырьки СО₂. Простые органолептические характеристики могут быть объяснены менее интенсивным протеолизом и меланоидинообразованием из-за быстрой стадии разжижения теста [7].

Хлеб из образца 2 соответствовал всем стандартам качества: обладал хорошим объемом, правильной формой, эластичным мякишем с развитой пористостью и чистым, приятным вкусом. Это подтверждает, что зерно с параметрами клейковины 28 % и II группы качества является надежным сырьем для производства хлеба массовых сортов.

Хлеб из образца 3 продемонстрировал превосходные потребительские свойства. Максимальный удельный объем и тонкая, равномерная пористость – прямое следствие высокой силы муки и стабильности теста.

Более насыщенный вкус и аромат, отмеченные экспертами, могут быть связаны с большим содержанием белковых веществ и продуктов их ферментативного и термического распада. Полученные данные согласуются с исследованиями [10], показывающими положительную корреляцию между содержанием белка в зерне и интенсивностью вкусоароматических характеристик хлеба.

Заключение:

1. Проведенные исследования установили четкую зависимость хлебопекарных свойств зерна пшеницы сорта Алая Заря от количественных и качественных показателей сырой клейковины. Повышение содержания клейковины с 23 до 32 % и улучшение ее группы качества с III до I приводит к закономерному и значительному улучшению реологического

профиля теста: увеличению силы муки (W) на 55 %, росту стабильности в 2,7 раза и оптимизации соотношения упругих и вязких свойств (P/L).

2. Органолептические и структурно-механические характеристики готового хлеба напрямую детерминированы свойствами клейковины. Зерно с низким содержанием (23 %) и слабой клейковиной (III группа) непригодно для самостоятельного производства качественного хлеба, так как дает изделие с расплывчатой формой, низким объемом и крошливым мякишем. Такое зерно требует обязательного купажирования с сильной пшеницей.

3. Для полной реализации хлебопекарного потенциала сорта Алая Заря необходимо обеспечивать при возделывании и отборе в помольные партии показатели, соответствующие сильной пшенице: содержание сырой клейковины не менее 28 % с качеством не ниже II группы (ИДК $\leq$ 80). Зерно с параметрами 30-32 % и I группы качества позволяет производить муку-улучшитель и хлеб высшего качества.

4. Полученные результаты имеют практическую ценность для агрономов (для корректировки агротехники), селекционеров (для оценки стабильности сортового признака) и технологов мукомольных и хлебопекарных предприятий (для грамотного формирования партий зерна и прогнозирования свойств муки).

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзатулова, Д. И. Влияние качества клейковины на реологические свойства теста и качество хлебобулочных изделий / Д. И. Айзатулова, И. А. Никитин // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2023. – Т. 85, № 1. – С. 187-192.
2. Берестова, А. В. Оценка хлебопекарных свойств перспективных сортов яровой мягкой пшеницы / А. В. Берестова, И. В. Пахотина // Достижения науки и техники АПК. – 2021. – Т. 35, № 3. – С. 42-46.
3. Васюков, П. П. Формирование качества зерна озимой пшеницы в зависимости от сортовых особенностей и погодных условий / П. П. Васюков, Г. В. Лушпина // Зерновое хозяйство России. – 2022. – № 1. – С. 46-51.
4. Гришина, Е. С. Взаимосвязь содержания белка и клейковины с показателями качества зерна пшеницы / Е. С. Гришина, Л. В. Анисимова // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 11. – С. 14-18.
5. Иониди, И. П. Влияние сортовых особенностей пшеницы на качество клейковины и хлебопекарные свойства муки / И. П. Иониди, О. В. Корячкина // Хлебопродукты. – 2021. – № 4. – С. 52-55.
6. Кандроков, Р. Х. Реологические свойства теста из муки пшеницы с различным содержанием клейковины / Р. Х. Кандроков, Н. С. Лаврентьева // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2023. – № 2-3. – С. 45-49.
7. К методике тестирования качества озимой пшеницы / Т. Б. Кулеватова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 6. – С. 25-28.
8. Мельников, А. Г. Методы оценки хлебопекарных свойств зерна пшеницы / А. Г. Мельников, Е. П. Мельникова // Контроль качества продукции. – 2020. – № 9. – С. 32-37.
9. Попова, С. Ю. Качество клейковины как фактор формирования потребительских свойств хлебобулочных изделий / С. Ю. Попова, Т. В. Шленская // Товаровед продовольственных товаров. – 2022. – № 3. – С. 52-57.