ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -10

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 10

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

УДК 664.641.12:664.68

ХАРАКТЕРИСТИКА ГЛЮТЕНА И ЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ В ПРОИЗВОДСТВЕ МУЧНЫХ И БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

М.К. Кузиева
Бухарский государственный технический университет.
К.С. Рахмонов
Бухарский государственный технический университет.
E-mail: qaxa8004@mail.ru
Л.Н. Хайдар-Заде
Бухарский государственный технический университет.

Аннотация. В статье систематизированы современные сведения о составе, структуре и функционально-технологической роли глютена в производстве мучных изделий. Рассмотрены основные белковые фракции пшеничной муки — глиадины и глютенины, формирующие пространственную вязкоупругую сеть теста за счёт дисульфидных, водородных, гидрофобных и ионных взаимодействий. Показано, что соотношение данных фракций определяет пластичность, упругость, газоудерживающую способность, водопоглощение и термосвёртывание тестовой системы, а следовательно, объём, пористость и эластичность готового изделия. Особое внимание уделено сравнению традиционных пшеничных и безглютеновых мучных изделий, в которых отсутствие белковой матрицы вызывает снижение объёма, ухудшение структуры мякиша, крошливость и нестабильность технологических параметров. Обоснована необходимость комплексного применения гидроколлоидов, модифицированных крахмалов, белковых изолятов и местного растительного сырья для имитации функций глютена. В качестве перспективных компонентов для условий Узбекистана выделены нут, маш, сорго и амарант, способные повысить пищевую ценность и структурно-механические характеристики безглютеновых продуктов. Методологической основой работы послужили обобщение литературных данных, сравнительно-технологический анализ показателей качества и интерпретация реологических, физико-химических и функциональных характеристик сырья. Научная значимость исследования заключается в уточнении механизмов структурообразования теста и определении направлений целенаправленного конструирования рецептур. Представленный анализ может быть использован при разработке рецептур, оптимизации технологических режимов и создании научно обоснованных белково-полисахаридных систем для конкурентоспособных функциональных мучных изделий. Результаты особенно важны для

ISSN 3030-3907

предприятий, ориентированных на импортозамещение, расширение ассортимента, безопасность и доступное региональное питание населения в целом.

Ключевые слова: глютен; клейковина; глиадины; глютенины; реология теста; безглютеновая мука; гидроколлоиды; мучные изделия; белково-полисахаридные системы; хлебопекарное качество.

Abstract. The article systematizes modern information on the composition, structure, and functional-technological role of gluten in the production of flour-based products. The main protein fractions of wheat flour — gliadins and glutenins — are considered, which form a spatial viscoelastic dough network through disulfide, hydrogen, hydrophobic, and ionic interactions. It is shown that the ratio of these fractions determines the plasticity, elasticity, gas-retention capacity, water absorption, and thermal coagulation of the dough system, and consequently the volume, porosity, and elasticity of the finished product. Particular attention is paid to the comparison of traditional wheat-based and gluten-free flour products, in which the absence of a protein matrix leads to reduced volume, deterioration of crumb structure, crumbliness, and instability of technological parameters. The necessity of the integrated use of hydrocolloids, modified starches, protein isolates, and local plant raw materials to imitate the functions of gluten is substantiated. Chickpea, mung bean, sorghum, and amaranth are identified as promising components for the conditions of Uzbekistan, as they are capable of improving the nutritional value and structural-mechanical characteristics of gluten-free products. The methodological basis of the work consisted of the generalization of literature data, comparative-technological analysis of quality indicators, and interpretation of rheological, physicochemical, and functional characteristics of raw materials. The scientific significance of the study lies in clarifying the mechanisms of dough structure formation and identifying directions for the targeted design of formulations. The presented analysis can be used in recipe development, optimization of technological regimes, and creation of scientifically substantiated protein-polysaccharide systems for competitive functional flour-based products. The results are especially important for enterprises focused on import substitution, assortment expansion, safety, and accessible regional nutrition for the population as a whole.

Keywords: gluten; wheat gluten; gliadins; glutenins; dough rheology; gluten-free flour; hydrocolloids; flour-based products; protein-polysaccharide systems; baking quality.

Annotatsiya. Maqolada unli mahsulotlar ishlab chiqarishda glyutenning tarkibi, tuzilishi va funksional-texnologik roli bo‘yicha zamonaviy ma’lumotlar

tizimlashtirilgan. Bug‘doy unining asosiy oqsil fraksiyalari — gliadinlar va glyuteninlar ko‘rib chiqilib, ular disulfid, vodorod, gidrofob va ion bog‘lanishlar hisobiga xamirning fazoviy viskoelastik tarmog‘ini shakllantirishi yoritilgan. Ushbu fraksiyalar nisbatining xamir tizimining plastiklik, elastiklik, gazni ushlab turish qobiliyati, suv yutish xususiyati va termik ivish jarayonini, shuningdek, tayyor mahsulotning hajmi, g‘ovakligi va elastikligini belgilashi ko‘rsatib berilgan. An’anaviy bug‘doy unidan tayyorlangan va glyutensiz unli mahsulotlarni taqqoslashga alohida e’tibor qaratilgan bo‘lib, glyutensiz mahsulotlarda oqsil matritsasining mavjud emasligi hajmning kamayishi, mag‘iz tuzilishining yomonlashishi, uvalanuvchanlik va texnologik parametrlarning beqarorligiga olib kelishi asoslangan. Glyuten funksiyalarini taqlid qilish uchun gidrokolloidlar, modifikatsiyalangan kraxmallar, oqsil izolyatlari hamda mahalliy o‘simlik xomashyolaridan kompleks foydalanish zarurligi ilmiy jihatdan asoslab berilgan. O‘zbekiston sharoiti uchun no‘xat, mosh, sorgo va amarant istiqbolli komponentlar sifatida ajratib ko‘rsatilgan, chunki ular glyutensiz mahsulotlarning oziqaviy qiymati va strukturaviy-mexanik xususiyatlarini yaxshilash imkonini beradi. Ishning metodologik asosini adabiyot ma’lumotlarini umumlashtirish, sifat ko‘rsatkichlarini qiyosiy-texnologik tahlil qilish hamda xomashyoning reologik, fizik-kimyoviy va funksional xususiyatlarini talqin etish tashkil etadi. Tadqiqotning ilmiy ahamiyati xamir strukturasining shakllanish mexanizmlarini aniqlashtirish va retsepturalarni maqsadli loyihalash yo‘nalishlarini belgilashdan iborat. Taqdim etilgan tahlildan retsepturalarni ishlab chiqish, texnologik rejimlarni optimallashtirish va raqobatbardosh funksional unli mahsulotlar uchun ilmiy asoslangan oqsil-polisaxarid tizimlarini yaratishda foydalanish mumkin. Natijalar import o‘rnini bosish, assortimentni kengaytirish, xavfsizlikni ta’minlash va aholi uchun qulay hududiy oziqlanishni rivojlantirishga yo‘naltirilgan korxonalar uchun ayniqsa muhimdir.

Kalit so‘zlar: glyuten; kleykovina; gliadinlar; glyuteninlar; xamir reologiyasi; glyutensiz un; gidrokolloidlar; unli mahsulotlar; oqsil-polisaxarid tizimlari; nonvoylik sifati.

ВВЕДЕНИЕ.

Глютен (клейковина) является ключевым структурообразующим белковым комплексом пшеничной муки, который формируется при гидратации эндосперма зерна и определяет технологическую пригодность сырья для производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. В сухом веществе пшеничной муки доля белков обычно составляет 8–15 %, а около 80 % белковой части приходится на глютенообразующие фракции [1, с. 47; 2, с. 112].

ISSN 3030-3907

Актуальность темы усиливается расширением ассортимента безглютеновых продуктов, предназначенных для людей с непереносимостью глютена, целиакией, пищевой чувствительностью и потребителей функционального питания. Исключение глютена из рецептуры приводит к потере белковой матрицы, обеспечивающей эластичность, газоудержание, водосвязывание и формирование стабильной пористой структуры изделия. Поэтому разработка безглютеновых технологий требует не только подбора альтернативных видов муки, но и глубокого понимания нативных функций глютена.

Цель статьи — систематизировать сведения о составе, структуре и технологической роли глютена, а также определить научно обоснованные направления компенсации его функций при производстве безглютеновых мучных изделий.

Материалы и методы

Материалом для подготовки статьи послужили научные и учебные источники по технологии хлебопекарного производства, химии белков зерна, реологии теста и разработке безглютеновых мучных изделий. В анализ включены данные о белковом составе пшеничной муки, функционально-технологических свойствах глютена, реологических характеристиках теста, а также технологических особенностях альтернативных видов муки и функциональных добавок [1–24].

Методологическая база исследования включает сравнительно-аналитический метод, систематизацию литературных данных, структурно-функциональный анализ белковых фракций, интерпретацию табличных и графических показателей, а также технологическое обобщение способов замещения функций глютена в рецептурах мучных изделий. Поскольку статья имеет обзорно-аналитический характер, экспериментальные данные представлены на основе обобщённых литературных результатов и авторской систематизации.

Результаты

Состав и структурная организация глютена

Структурно глютен формируется двумя основными группами запасных белков эндосперма — глиадинами и глютенинами, объединяемыми под общим термином «проламины» [3, с. 115; 4, с. 28]. Глиадины преимущественно определяют вязкость и пластичность теста, тогда как глютенины формируют упругость, эластичность и прочность пространственной сети.

ISSN 3030-3907



Рисунок 1 – Состав белков пшеничной муки (по данным [2, с. 113; 5, с. 56])

Таблица 1

Содержание основных белковых фракций в пшеничной муке

Фракция белка	Содержание, % от общего белка	Молекулярная масса, кДа	Функциональная роль
Глиадины	40	28–55	Вязкость, пластичность теста
Глютенины (ВМГ)	20	65–90	Упругость, эластичность
Глютенины (НМГ)	20	30–50	Прочность сети
Альбумины	9	10–30	Ферментативная активность
Глобулины	7	20–60	Транспортная функция
Прочие белки	4	—	Запасные, структурные

Источник: составлено автором по [1, с. 48; 2, с. 113; 6, с. 84].

Глиадины являются мономерными белками с молекулярной массой 28–55 кДа и представлены α-, β-, γ- и ω-группами. Они характеризуются

ISSN 3030-3907

сравнительно слабыми межмолекулярными взаимодействиями и создают пластичность тестовой массы [7, с. 1; 8, с. 145]. Глютенины, напротив, представляют собой полимерные агрегаты, стабилизированные дисульфидными мостиками, и могут достигать молекулярной массы в несколько миллионов дальтон [4, с. 30; 9, с. 22].

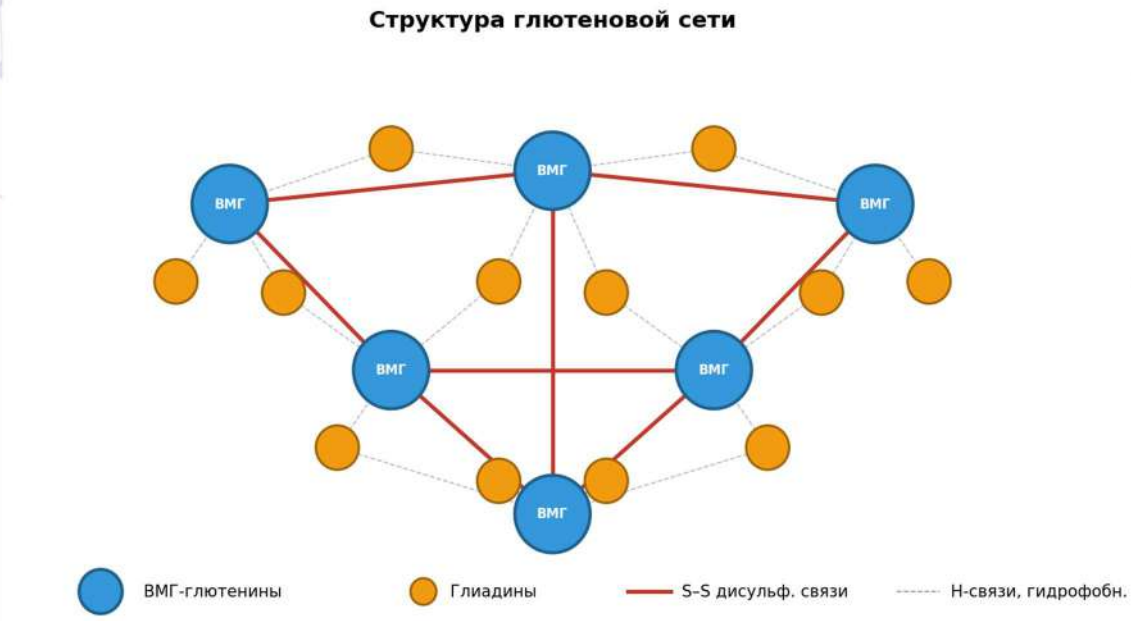


Рисунок 2 – Схема структуры глютеновой сети: пространственная организация глютенинов и глиадинов

Трёхмерная глютеновая сеть формируется за счёт ковалентных и нековалентных взаимодействий между белковыми цепями. Именно соотношение глиадиновой и глютениновой фракций определяет баланс между растяжимостью и упругостью теста. По данным исследований сортов пшеницы, выращиваемых в условиях Узбекистана, соотношение глиадинов и глютенинов может варьироваться в пределах 0,85–1,15, что важно для прогнозирования хлебопекарных свойств муки [11, с. 64; 12, с. 38].

Функционально-технологические свойства глютена

К технологически значимым свойствам глютена относятся водопоглотительная способность, газоудерживающая способность, вязкоупругость и термосвёртываемость. Эти свойства проявляются комплексно и определяют поведение теста при замесе, брожении, механической обработке и выпечке [6, с. 83; 13, с. 24].

Таблица 2

Функционально-технологические свойства глютена

Свойство	Диапазон значений	Технологическое значение

ISSN 3030-3907

Водопоглотительная способность	180–220 % к массе	Запуск процесса структурообразования при замесе
Газоудерживающая способность	85–95 % от выделившегося CO_2	Формирование объёма и пористости изделия
Упругость (G')	8–25 кПа	Эластичная деформация теста, сохранение формы
Вязкость (G")	2,5–8,0 кПа	Пластические свойства, обработка теста
Отношение G'/G"	2,5–3,5	Критерий хлебопекарного качества
Температура термосвёртывания	60–70 °C	Фиксация структуры мякиша при выпечке
Эластичность по альвеографу	70–110×10⁻⁴ Дж	Сила муки, прогноз качества готового изделия

Источник: составлено автором по [1, с. 52; 6, с. 84–87; 13, с. 25].

Водопоглотительная способность глютена достигает 180–220 % к его массе и является начальным условием формирования белковой сетки. Газоудерживающая способность обеспечивает сохранение CO_2, образующегося при брожении или действии химических разрыхлителей, что влияет на объём и пористость готового изделия [14, с. 29; 15, с. 42].



Рисунок 3 – Водопоглотительная способность различных видов муки (по данным [5, с. 71; 11, с. 87; 16, с. 24])

Сравнение водопоглотительной способности показывает, что отсутствие глютенообразующих белков изменяет характер гидратации

ISSN 3030-3907

безглютеновых видов муки. Это требует пересмотра дозировки воды, длительности замеса, времени стабилизации теста и выбора структурообразующих компонентов.

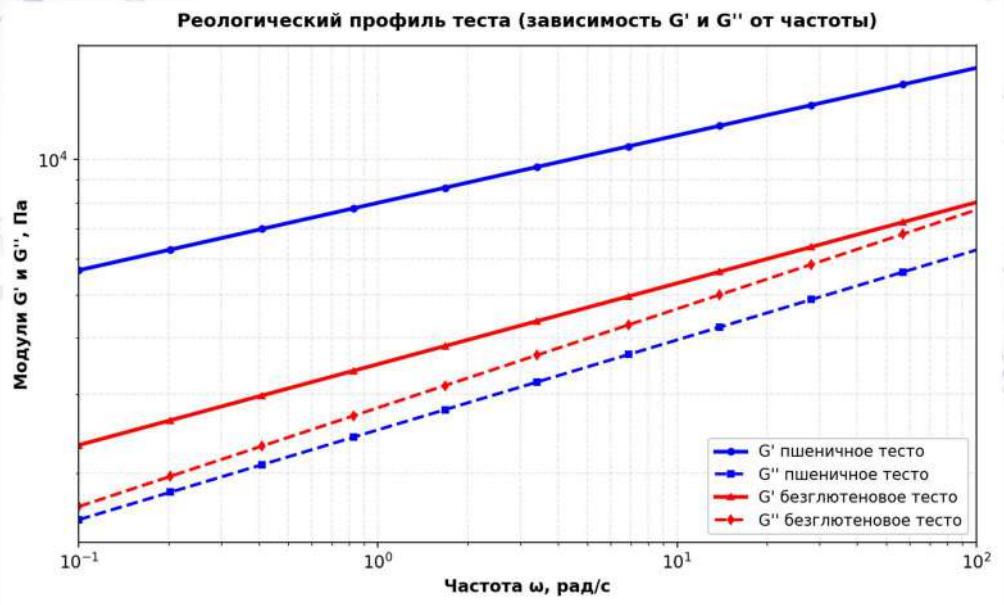


Рисунок 4 – Реологический профиль пшеничного и безглютенового теста

Пшеничное тесто демонстрирует более высокий модуль упругости G′ (8 000–25 000 Па) по сравнению с безглютеновым тестом (3 500–7 000 Па) во всём диапазоне частот. Это подтверждает, что пшеничная глютеновая система обладает развитой эластичной структурой, способной сохранять форму и обеспечивать стабильность пористого каркаса. Термосвёртывание глютена при 60–70 °C закрепляет структуру мякиша в процессе выпечки [1, с. 61; 18, с. 96].

Роль глютена в формировании тестовой структуры и проблемы безглютенового производства.

Процесс тестообразования включает гидратацию белков, механическое разворачивание полипептидных цепей при замесе, образование дисульфидных мостиков и формирование пространственной вязкоупругой сети [7, с. 4; 4, с. 32]. В этой сети диспергированы крахмальные гранулы, липиды, вода и газовые включения. Глютен также действует как эмульгатор и стабилизатор, удерживая воду и жиросодержащие компоненты в однородном состоянии.

Исключение глютена из рецептуры вызывает отсутствие полноценной белковой матрицы, способной одновременно выполнять структурообразующую, газоудерживающую и водосвязывающую функции [16, с. 23; 19, с. 75]. Поэтому безглютеновые изделия часто имеют меньший

ISSN 3030-3907

объём, крошливую структуру, неровную пористость и сниженные органолептические показатели.

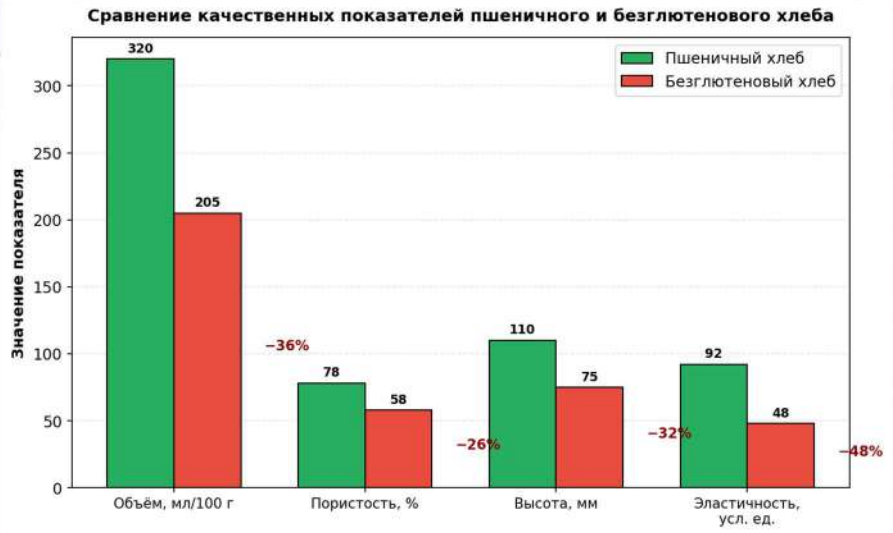


Рисунок 5 – Сравнительная характеристика качественных показателей пшеничного и безглютенового хлеба

Сравнительные данные показывают, что безглютеновые изделия уступают традиционным аналогам по объёму на 36 %, по пористости — на 26 %, по эластичности мякиша — на 48 %. Следовательно, создание качественных безглютеновых изделий требует комбинирования нескольких функциональных компонентов, каждый из которых компенсирует отдельную функцию глютена.

Таблица 3

Характеристика безглютеновых видов муки, применяемых в производстве мучных изделий

Вид муки	Белок, %	Крахмал, %	ВПС, %	Технологическая особенность
Рисовая	6,5–7,5	78–82	52–55	Низкая ВПС, нейтральный вкус
Кукурузная	8,0–9,5	72–76	55–60	Жёлтый цвет, песочная текстура
Гречневая	12,5–14,0	65–70	55–60	Специфический вкус, тёмный цвет
Амарантовая	14,0–17,0	60–65	62–68	Высокий лизин, функциональное сырьё
Нутовая	20,0–24,0	55–60	68–72	Высокобелковая, бобовый привкус
Сорговая	9,5–11,5	70–74	50–55	Произрастает в Узбекистане

ISSN 3030-3907

Маша (золотистой фасоли)	22,0–25,0	50–55	65–70	Традиционная культура Центральной Азии

Источник: составлено автором по [11, с. 95; 12, с. 42; 21, с. 152; 22, с. 58]. Примечание: ВПС — водопоглотительная способность.

ОБСУЖДЕНИЕ.

Полученные аналитические результаты подтверждают, что глютен выполняет не одну, а комплекс взаимосвязанных технологических функций. Поэтому его замена одним ингредиентом практически невозможна. Наиболее рациональный подход заключается в создании белково-полисахаридных систем, включающих гидроколлоиды, модифицированные крахмалы, растительные белки, яичные или молочные белки и технологически совместимые виды безглютеновой муки [16, с. 28; 21, с. 149; 23, с. 34].

Для условий Узбекистана особое значение имеют местные зерновые и бобовые культуры: нут, маш, чечевица, сорго и амарант. Их использование позволяет повысить белковую ценность изделий, снизить зависимость от импортных смесей и сформировать регионально адаптированный ассортимент функциональных продуктов. Данные о применении нутовой муки в количестве 15–25 % свидетельствуют о возможности улучшения пищевой ценности и структурно-механических показателей безглютеновых изделий [12, с. 43; 24, с. 28].

В то же время внедрение таких технологий требует учёта повышенной адгезивности безглютенового теста, пониженной когезии, нестабильной кинетики влагообмена и чувствительности к режимам замеса, формования, выпечки и хранения. Следовательно, дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию рецептур с применением математического моделирования, оценку реологических параметров, изучение сроков хранения и сенсорную валидацию готовых изделий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

1. Глютен является главным структурообразующим компонентом пшеничного теста, определяющим его вязкоупругость, газоудержание, водосвязывание и формоустойчивость.

2. Функциональные свойства глютена обусловлены взаимодействием глиадинов и глютенинов, а также формированием ковалентных и нековалентных связей в белковой сети.

3. Безглютеновые мучные изделия характеризуются снижением объёма, пористости и эластичности, что связано с отсутствием полноценной белковой матрицы.

ISSN 3030-3907

4. Компенсация функций глютена требует комплексного применения гидроколлоидов, крахмалов, белковых изолятов и альтернативных видов муки.

5. Перспективным направлением для Республики Узбекистан является разработка безглютеновых смесей на основе местного растительного сырья — нута, маша, сорго и амаранта — с последующей оптимизацией технологических параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства : учебник / под общ. ред. Л. И. Пучковой. — 9-е изд., перераб. и доп. — СПб. : Профессия, 2005. — 416 с.
2. Пучкова Л. И., Поландова Р. Д., Матвеева И. В. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Часть I. Технология хлеба. — СПб. : ГИОРД, 2005. — 559 с.
3. Wieser H. Chemistry of gluten proteins // Food Microbiology. — 2007. — Vol. 24, № 2. — P. 115–119.
4. Цыганова Т. Б. Технология и организация производства хлебобулочных изделий : учебник для студ. сред. проф. образования. — 4-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 432 с.
5. Скурихин И. М., Тутельян В. А. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания : справочник. — М. : ДеЛи принт, 2007. — 276 с.
6. Корячкина С. Я. Новые виды мучных и кондитерских изделий : научные основы, технологии, рецептуры. — Орёл : Труд, 2006. — 480 с.
7. Shewry P. R., Tatham A. S. The prolamin storage proteins of cereal seeds: structure and evolution // Biochemical Journal. — 1990. — Vol. 267, № 1. — P. 1–12.
8. Колпакова В. В., Юдина Т. А., Гайворонская И. С. Белки пшеницы: фракционный состав и функциональные свойства // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2018. — № 4. — С. 142–151.
9. Shewry P. R., Halford N. G., Tatham A. S. High molecular weight subunits of wheat glutenin // Journal of Cereal Science. — 1992. — Vol. 15, № 2. — P. 105–120.
10. Belton P. S. On the elasticity of wheat gluten // Journal of Cereal Science. — 1999. — Vol. 29, № 2. — P. 103–107.
11. Атамуратова Т. И., Кучкарова Д. Х. Биохимические особенности зерновых культур, выращиваемых в Узбекистане. — Ташкент : Фан, 2017. — 184 с.

ISSN 3030-3907

13. Додаев К. О., Хамидов А. К. Технология производства мучных изделий из нетрадиционного растительного сырья // Universum: технические науки : электрон. науч. журн. — 2020. — № 5 (74). — С. 38–44.
14. Дремучева Г. Ф., Карчевская О. Е., Селиванова Н. А. Реологические характеристики теста из безглютеновой муки // Хлебопечение России. — 2019. — № 4. — С. 22–28.
15. Матвеева И. В., Белявская И. Г. Пищевые добавки и хлебопекарные улучшители в производстве мучных изделий : учеб. пособие. — М. : Телер, 2001. — 116 с.
16. Кузнецова Л. И., Афанасьева О. В. Безглютеновые хлебобулочные изделия: проблемы и перспективы развития // Хлебопродукты. — 2017. — № 8. — С. 56–60.
17. Поландова Р. Д., Дремучева Г. Ф. Современные технологии безглютеновых хлебобулочных изделий // Хлебопекарное и кондитерское производство. — 2016. — № 11. — С. 22–28.
18. Санина Т. В., Пономарёва Е. И. Реологические свойства теста и качество хлебобулочных изделий : учеб. пособие. — Воронеж : Воронеж. гос. ун-т инж. технол., 2014. — 96 с.
19. Косован А. П., Поландова Р. Д., Дремучева Г. Ф. [и др.]. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий / под общ. ред. А. П. Косована. — М. : ГосНИИХП, 2008. — 268 с.
20. Гофман В. Ю. Влияние пищевых волокон на структурно-механические свойства теста // Хлебопродукты. — 2019. — № 6. — С. 72–76.
21. Юлдашев П. Х., Усманова С. Р. Технологические свойства зерновых культур, возделываемых в Республике Узбекистан. — Ташкент : ТашГТУ имени И. Каримова, 2019. — 156 с.
22. Arendt E. K., Zannini E. Cereal Grains for the Food and Beverage Industries. — Cambridge : Woodhead Publishing, 2013. — 548 p.
23. Gallagher E., Gormley T. R., Arendt E. K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products // Trends in Food Science & Technology. — 2004. — Vol. 15, № 3–4. — P. 143–152.
24. Дусчанов Б. А., Атаев А. А. Использование местного растительного сырья в технологии безглютеновых хлебобулочных изделий // Доклады Академии наук Республики Узбекистан. — 2021. — № 3. — С. 30–37.
25. Хамидов А. К., Махмудова З. А. Разработка рецептур безглютеновых мучных изделий с использованием муки нута и маша // Пищевая промышленность. — 2022. — № 4. — С. 26–32.

ISSN 3030-3907