

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПШЕНИЧНОГО ХЛЕБА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДОБАВКИ ИЗ ПЛОДОВО-ЯГОДНОГО СЫРЬЯ

¹Д.Б. АБДРАИМОВА¹ , ¹Д.А. ШАНШАРОВА¹ ,
²Г.А. УМИРЗАКОВА² , ²Ж.А. АСАНГАЛИЕВА² 

(¹Алматынский технологический университет, Республика Казахстан,
050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100

²Институт «Ветеринарии и агротехнологии», Западно-Казахстанский аграрно-технический
университет имени Жангир хана, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51)

Электронная почта автора-корреспондента: d.abdraimova@atu.edu.kz*

В статье представлены результаты исследования влияния функциональной добавки «Темтас», разработанной на основе порошка груши, черной смородины и облепихи, на интенсификацию технологического процесса пшеничного хлеба и на качественные показатели пшеничного хлеба. Целью исследования являлась оценка воздействия плодово-ягодного сырья, богатого витаминами, минеральными веществами и антиоксидантами, на процессы брожения, кислотонакопления, формирование структурно-механических свойств теста и пищевую ценность хлебобулочных изделий. Экспериментальные исследования проводились с использованием опарных и безопарного способов приготовления теста при внесении добавки в количестве 5-10 % к массе муки. Установлено, что функциональная добавка ускоряет процессы брожения и созревания теста, повышает кислотность полуфабрикатов и позволяет сократить продолжительность технологического процесса до 30 %, одновременно снижая расход дрожжей и температуру выпечки. Выявлено улучшение удельного объема, пористости и эластичности мякиша и комплексных органолептических характеристик хлеба. По результатам исследования разработана рецептура и технология хлеба «Керемет» обладающий профилактическим свойством железодефицитной анемии, так как имеет более повышенное содержания усвояемого натурального минерала железа, чем в контрольном образце хлеба. Учитывая удобство транспортировки и хранения функциональной добавки «Темтас» в виде порошка, удобен и экономически выгоден в промышленном применении для производства хлебобулочных изделий функционального назначения и который полностью соответствует принципам здорового питания и физиологическим потребностям человека.

Ключевые слова: функциональная добавка, пшеничный хлеб, порошок из груши, черной смородины и облепихи, технологические свойства, минеральный состав, профилактика железодефицитной анемии.

ЖЕМІС-ЖИДЕК ШИКІЗАТЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕ ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ҚОСПАНЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ БИДАЙ НАНЫН ӨНДІРУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІН ҚАРҚЫНДАУ

¹Д.Б. АБДРАИМОВА, ¹Д.А. ШАНШАРОВА,
²Г.А. УМИРЗАКОВА, ²Ж.А. АСАНГАЛИЕВА

(¹Алматы технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100

²Ветеринария және агротехнология институтыны, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық
техникалық университеті, Қазақстан Республикасы, Орал қ., Жәңгір хан көш., 51)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: d.abdraimova@atu.edu.kz*

Мақалада алмұрт, қара қарақат және облепиха ұнтақтары негізінде әзірленген «Темтас» функционалдық қоспасының бидай нанының технологиялық процесін қарқындау және сапалық көрсеткіштеріне әсерін зерттеу нәтижелері ұсынылған. Зерттеудің мақсаты дәрумендерге, минералдық заттарға және антиоксиданттарға бай жеміс-жидек шикізатының ашыту, қышқылдықтың жиналу үдерісіне, қамырдың құрылымдық-механикалық қасиеттерінің қалыптасуына және нан-тоқаш өнімдерінің

тағамдық құндылығына әсерін бағалау болды. Эксперименттік зерттеулер қоспаны ұн салмағына шаққанда 5-10 % мөлшерінде енгізу арқылы қамырды опаралы және опарасыз тәсілдерімен дайындау кезінде жүргізілді. Функционалдық қоспаның ашыту мен қамырдың жетілу үдерістерін жеделдететіні, жартылай фабрикаттардың қышқылдығын арттыратыны және технологиялық процестің ұзақтығын 30 %-ға дейін қысқартатыны, сонымен қатар ашытқы шығынын және пісіру температурасын төмендейтіні анықталды. Нанның меншікті көлемі, кеуектілігі, жұмсақ ортасының серпімділігі және кешенді органолептикалық көрсеткіштері жақсарғаны байқалды. Зерттеу нәтижелері бойынша темір тапшылығы анемиясының профилактикалық қасиеті бар «Керемет» нанының рецептурасы мен технологиясы жасалды, өйткені оның құрамында нанның бақылау үлгісіне қарағанда сіңімді табиғи темір минералы көп. «Темтас» функционалдық қоспасын ұнтақ түрінде тасымалдау және сақтау ыңғайлылығын ескере отырып, функционалдық мақсаттағы нан-тоқаш кнімдерін қндіру үшін өнеркісптік қолдануда ыңғайлы, үнемді және ол дұрыс тамақтану қағидаттарына, адамның физиологиялық қажеттіліктеріне толық сәйкес келеді.

Негізгі сөздер: функционалды қоспа, бидай наны, алмұрт, қара қарақат және облепиха ұнтағы, технологиялық қасиеттер, минералдық құрамы, темір тапшылығы анемиясының алдын алу.

INTENSIFICATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF WHEAT BREAD PRODUCTION USING A FUNCTIONAL ADDITIVE BASED ON FRUIT AND BERRY RAW MATERIALS

¹D.B. ABDRAIMOVA, ¹D.A. SHANSHAROVA,
²G.A. UMIRZAKOVA, ²ZH.A. ASSANGALIYEVA

(¹Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100

²Institute of Veterinary Medicine and Agrotechnology, Zhanger Khan West
Kazakhstan Agrarian Technical University, Republic of Kazakhstan, Uralsk, st. Zhanger Khan, 51)

Corresponding author's e-mail: d.abdraimova@atu.edu.kz*

The article presents the results of a study on the effect of the «Temtas» functional additive, developed on the pear, blackcurrant and sea buckthorn powders, on the intensification of the technological process of wheat bread production and its quality characteristics. The aim of the study was to evaluate the impact of fruit and berry raw materials rich in vitamins, minerals, and antioxidants on fermentation and acid accumulation process, the formation of structural and mechanical properties of dough, and the nutritional value of bakery products. Experimental studies were carried out using sponge and straight dough methods with addition of 5-10 % of the addition to the flour weight. The functional additive was found to accelerate fermentation and dough maturation, increase the acidity of semi-finished products, and reduce the duration of the technological process by up to 30 %, while simultaneously decreasing yeast consumption and baking temperature. Improvements in specific volume, crumb elasticity, and overall organoleptic of bread were observed. According to the results of the study, the formulation and technology of «Keremet» bread has been developed, which has the preventive property of iron deficiency anemia, as it has a higher content of the digestible natural iron mineral than in the control bread sample. Considering the convenience of transportation and storage of the functional additive «Temtas» in powder form, it is convenient and economically advantageous in industrial use for the production of bakery products for functional purposes and which fully complies with the principles of healthy nutrition and human physiological needs.

Keywords: functional additive, wheat bread, pear, black and sea buckthorn powder, technological properties, mineral composition, prevention of iron deficiency anemia.

Введение

Академик НАН РК, д.м.н. Шарманов Т.Ш. в своих трудах подчеркивал значимость питания в жизни человека на физиологическое состояние, сохранения высокой работоспособности, увеличения продолжительности жизни и в борьбе со многими неблагоприят-

ными факторами. [1].

Разработка и производство функциональных хлебобулочных изделий является эффективным способом в целях восполнения дефицита организма человека в микро- и макро- нутриентов, о чем представлены работы исследователей как отечественных, так и

зарубежных.

Хлебопекарные отрасли также активно продвигают глобализацию и развитие ассортимента ряда, сохранение и увеличение объемов по производству и потреблению хлебобулочных изделий функционального назначения. [2].

Федорова Р.А., Волков В.С. в статье представили описание одной из ценных ягодных культур такой как смородина красная. Указано, что данная культура имеет богатый витаминный состав, также отличается разнообразием и наличием редких веществ, что связано с высоким содержанием в ягодах биологически активных веществ. Ягодная культура красная смородина содержит существенное количество органических кислот, особенно высоко содержание лимонной и яблочной кислоты, минеральные вещества – железо, калий, кальций, фосфор, магний, и представлен ряд витаминов С, А, Н, В1, В2, В6, Е, К, РР. Красная смородина содержит внушительное количество пектинов, пищевых волокон, 3-активных веществ (катехинов, антоцианов). [3]. Янова М.А., Ермош Л.Г., Присухина А.В. и другие разработали замороженный полуфабрикат булочных изделий с внесением порошка черной смородины. Ягоды черной смородины взяты для производства булочных изделия в связи с тем, что отличаются особенностями положительно воздействовать на нервную систему, обладают антиоксидантными свойствами и предотвращают старение клеток, имеют свойство профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, отличаются обезболивающими и противовоспалительными качествами. Также одной из причин – это активное произрастание данного вида ягод и широкая область распространения [4].

В исследованиях И. А. Бакина представлены, введение порошка из ягод черной смородины в тесто для сдобного печенья придает продукту привлекательный цвет и аромат, не ухудшая при этом его физико-химические показатели [5].

Выявлены изменения химического состава ягод черной смородины при хранении, такие как увеличение содержания сухих растворимых веществ, что положительно влияют на диффузию при получении экстрактов. В связи с чем, целесообразно учитывать процесс переработки, варианты растворителя и характеристики. так как ягоды черной смородины и продукты ее переработки

содержат водорастворимые и спирторастворимые химические соединения, обладающие антиоксидантными свойствами. [6].

Большинство плодов и ягод характеризуются наличием одного или двух витаминов. К таким плодово-ягодным культурам принадлежат арония, ирга, малина, земляника, цветные смородины. Akimov M.Yu., Makarov V.N., Zhbanova E.V. представили витаминный состав моно витаминных плодов и ягод: малина – витамин Р и редко В9, арония – витамин Р, ирга – витамин Р; бивитаминные: цветные смородины и земляника – витамины С и Р. Шиповник отличается наличием трех витаминов С, Р и А, и тетравитанная культура это облепиха, содержит витамины С, Р, А и Е. Большинство плодов сортов яблони – моно – (содержан Р-активные катехины) или бивитаминные (содержан Р-активные вещества и витамин С) [7].

Бразильскими учеными использована мука из фруктово-овощных выжимок, полученного на основе отходов при производстве соков, в производстве обогащенных зерновых батончиков и печенья. Обогащение выполнялось с внесением муки из фруктово-овощных выжимок в количестве от 20 до 35 %. Фруктово-овощная мука содержит в своем составе муку в композиции из апельсина, маракуйи, арбуза, салата, кабачка, моркови, шпината, мяты, таро, огурца и рукколы. Были исследованы технологические характеристики фруктово-овощной муки на водоудерживающая способность, что была выше и составила 7,43 г/г, маслоудерживающая способность – ниже 1,91 г/г муки. Готовые изделия отличались высоким содержанием клетчатки от 57 % до 118 %, увеличение уровня минеральных веществ от 14 % до 37 % в печеньях, и 75 % волокон и количественный состав от 14 % до 37 % минералов в зерновых батончиках с заменой 35 % муки хлебопекарной на фруктово-овощную муку. Физико-химические, органолептические и микробиологические показатели готовых изделий свидетельствует о возможности применения вторичного сырья в производстве хлебобулочных и кондитерских мучных изделий. [8, 9]

Сушеная черная смородина и клюква в качестве новых видов сырья для производства кексов было предложено ученой С.П. Меренковой. Мучные кондитерские изделия с включением сушеных ягод черной смородины отличались от контрольных образцов повышенным содержанием витамина С на 18.6 %, пищевых волокон на 18,2 % и железа на 20,9-

26,1 %, с включением сушеных ягод клюквы повышенное содержание железа на 68,6 %, марганца на 91,3%. Органолептические характеристики соответствовали всем требованиям стандарта.

Общая антиоксидантная способность чёрной смородины, измеренная фотометрическим методом FRAP (Ferric Reducing/Antioxidant Power) с использованием фотометрического реагента – трипиридилтриазин, 1,10-фенантролин, 2,2'-дипиридила по интенсивности восстановления Fe^{3+} , составляет $51,6 \pm 1,2$ мкмоль Fe^{2+} /г, и является одной из самой высоких по сравнению с другими ягодами [14]. Плоды чёрной смородины содержат 116–342 мг/100 г аскорбиновой кислоты и 160–411 мг/100 г антоцианов, которые являются наиболее распространенными представителями полифенольных соединений в этом фрукте. [10].

Одним из широко распространенных ягод является облепиха, которая занимает большую область произрастания, который содержит в своем составе вещества, обладающие фитонцидными и консервирующими свойствами. В плодах облепихи есть витамины А, С, Р, В1, В2, В9, каротин и витамин Е, минеральные вещества К, Са, Mg, Na, Рb Fe, а также пищевые волокна. [11]. Содержание простых углеводов в облепихе составляет от 4 до 11 %, органических кислот – от 1,2 до 3 %. Содержание бета-каротина, рибофлавина и пантотеновой кислоты в 100 г покрывает норму в 2-3 раза.

Имеются исследования по использованию масла облепихи, его содержание в плодах около 9 % и 12,5 % в семенах. Источник биологически активных веществ облепиховое масло является очень ценным по содержанию полиненасыщенных жирных кислот, флавоноидов, фитонцидов. В облепиховом масле имеются все четыре омега-жирные кислоты – омега-3, омега-6, омега-7, омега-9, способствующие предупреждению старения, рака и болезней сердца. [12].

Кондитерские изделия отличаются высокой питательностью и усвояемостью. Недостатком мучных кондитерских изделий является высокое содержание сахара и жира и недостаточное содержание пищевых волокон, минеральных веществ и витаминов. Использование порошка из жома, полученного в качестве вторичного сырья при производстве сока из облепихи, содержащего целый комплекс эссенциальных веществ, является

перспективным, так как позволяет повысить не только пищевую ценность изделий, но и коэффициент использования сырьевых ресурсов. [11]. Ученым изучено внесение порошка из сублимированной облепихи в хлебобулочные изделия в количестве 7%, где выявлено увеличение пищевой ценности готовой продукции без снижения ее органолептических свойств и показателей качества. Оптимизированный состав хлебобулочных изделий отличался повышенным содержанием липидов (на 6,3 %), витамина Е (на 7,7 %), минеральных элементов - Cu^{2+} (на 9,5 %), Fe^{2+} (на 8,7 %), K^{+} (на 6,9 %), Zn^{2+} (на 4,8 %), Ca^{2+} (на 4,5 %) и присутствием каротиноидов ($16,9 \pm 0,5$ мг/кг) и витамина А ($0,32 \pm 0,03$ мг/кг). [13]. В исследовании рассматриваются подходы к снижению йодной недостаточности посредством обогащения социально значимого продукта массового потребления – пшеничного хлеба. Автором проведен анализ аминокислотного состава пшеничного хлеба с применением функциональной добавки, разработанной на основе элитных сортов фруктово-ягодного сырья. [14].

Исследование Викторовой Е.П. и др. показывает, что внесение грушевого порошка (из вторичных ресурсов) в пшеничную муку улучшает ее реологические свойства, повышает газообразующую способность и укрепляет клейковину, повышает водопоглотительную способность. Добавка повышает пищевую ценность, обогащая пищевыми волокнами, минералами и витаминами, при оптимальной дозировке 3-5 % к массе муки. Готовое изделие характеризуется повышенным содержанием калия, фосфора, меди, пектина, Р-активных веществ, микроэлементов – железо и марганец. [15, 16]. Применение порошков из черной смородины и груши позволяет целенаправленно улучшать органолептические, структурные функциональные свойства сахарного печенья, повышая его пищевую ценность и стабильность при хранении. [17].

Материалы и методы исследования

В исследованиях тесто готовили несколькими способами: опарным (на большой густой опаре, на густой опаре и на жидкой опаре) и безопарным способом для пшеничного хлеба, в соответствии с пособием.

Методы исследования органолептических и физико-химических показателей при выполнении работы использованы следующие:

-ГОСТ 26574-85. Мука пшеничная хлебопекарная;

-ГОСТ Р 51574-2000 Соль поваренная пищевая. Технические условия;

-ГОСТ 171-2015 Дрожжи хлебопекарные прессованные. Технические условия;

-контрольные образцы пшеничного хлеба;

-опытные образцы пшеничного хлеба функционального назначения.

Анализ качественных характеристик осуществлялся в соответствии с требованиями следующей нормативной документации: ГОСТ 5667—2022 Изделия хлебобулочные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий; ГОСТ 5670—96 Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности; ГОСТ 21094—2022 Изделия хлебобулочные. Методы определения влажности.

В соответствии с ГОСТ 5667—2022 Изделия хлебобулочные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий осуществлялся правильный отбор, обеспечивающий представительность выборки из партии. В рамках нормативного документа реализованы методики органолептического анализа, позволяющие объективно оценить внешний вид, состояние мякиша, вкус и запах изделий. Также стандарт устанавливает строгий порядок контроля массы, что необходимо для подтверждения соответствия продукции установленным рецептурным нормам и техническим условиям.

Определение кислотности опытных образцов осуществлялось по ГОСТ 5670-96, который устанавливает титриметрический метод анализа. Данная методика основана на нейтрализации содержащихся в продукте кислот раствором щелочи в присутствии индикатора или с использованием потенциометрического оборудования. Применение стандарта позволяет оценить правильность ведения технологического процесса и степень созревания теста, что особенно важно при внесении в рецептуру фруктово-ягодных порошков, влияющих на общий кислотный профиль готового изделия.

Оценка подъемной силы теста осуществлялась согласно ГОСТ 28483-90. Метод заключается в определении времени, необходимого для подъема теста до уровня 70 мм в стандартной форме при фиксированных температурных условиях. Данный показатель позволяет количественно оценить интенсивность спиртового брожения и газодержи-

вающую способность полуфабриката. Использование этой методики в исследовании позволило установить, как внесение функциональных добавок влияет на активность микрофлоры и формоудерживающую способность теста в процессе расстойки.

Определение массовой доли влаги в изделиях проводилось согласно ГОСТ 21094-2022. В основу стандарта положен метод высушивания навески измельченного продукта до постоянной массы при определенных температурных режимах. Данная процедура позволяет точно установить содержание гигроскопической влаги в продукте, что является критически важным параметром для оценки качества выпечки, соблюдения технологического регламента и прогнозирования сроков сохранения свежести изделий. Применение актуальной методики ГОСТа обеспечивает достоверность контроля влияния растительных добавок на водоудерживающую способность теста и итоговую влажность готовой продукции.

Были проведены опытно-промышленные испытания по приготовлению нового хлеба «Керемет» с добавлением обогатительной функциональной добавки «Керемет», содержащий в своем составе только натуральные ингредиенты.

Замешивание теста осуществлялось на тестомесильной машине UNIC (производство - Франция) периодического действия. В качестве разрыхлителя применяются прессованные дрожжи. Готовое тесто разделяют на тестоделительной машине типа полуавтоматическая тестоделительная, округлительная машина и квадратная гидравлическая тестоделительная машина с двойным делением (производство - Италия). Технологические режимы тестовых заготовок в расстойном шкафу: относительная влажность 65-75 %, температура 35-38 °С. Выпечка производилась на технологическом оборудовании Fiorini при температуре 215-225 °С с подачей пара в течение 7 секунд., продолжительность выпечки составляла 25-30 мин. Готовность выпечки хлеба осуществлялось измерением температуры в центре мякиша, температура составляла 93 °С.

Результаты и их обсуждение

Разработка технологии обогащённых хлебных изделий, позволяет получить продукты с повышенной пищевой и биологической ценностью с целью снижения дефицита незаменимых аминокислот, железа, пищевых волокон в питании человека. Эта продукция

нового поколения с функциональными свойствами. В том числе радиопротекторного, антиоксидантного действия.

Одним из перспективных способов восполнения дефицита необходимых компонентов является искусственное обогащение продуктов витаминами (БАВ). Однако исследования показывают, что минеральные вещества и синтетические витамины усваиваются организмом недостаточно эффективно. В связи с этим актуальной задачей является обогащение хлебобулочных изделий натуральным растительным, в частности плодово-ягодным сырьем.

При разработке рецептур новых видов функциональных хлебобулочных изделий был положен принцип профилактики железодефицитной анемии. В связи с ухудшением экологической обстановки актуальным является обогащение пшеничного хлеба как социального продукта макро-, микро- и ультра микроэлементами, незаменимыми аминокислотами и минеральными веществами, органическими кислотами (яблочной, лимонной, фумаровой, салициловая, хинная и др.), пектиновыми веществами, клетчаткой и моносахаридами (глюкозой и фруктозой). Для выбора сырья был проведен анализ литературных данных о химическом составе сырья, фармакологических

свойствах, также сделан акцент на отсутствие токсичных соединений, наличие ароматических веществ, компонентов с антиоксидантными, антимикробными и другими биологически активными эффектами.

Витамины, относящиеся к незаменимым микронутриентам, играют ключевую роль в процессах клеточного метаболизма, выступая биологическими катализаторами биохимических реакций, повышая устойчивость организма к инфекционным воздействиям и обеспечивая реализацию ряда жизненно важных функций. При разработке функциональных ингредиентов были отобраны элитные сорта плодово-ягодных культур, характеризующиеся высокой урожайностью и адаптацией к условиям произрастания на территории страны. С учетом химического состава плодов и ягод была создана функциональная добавка, ориентированная на профилактику железодефицитной анемии.

Для профилактики железодефицитной анемии при разработке функциональной добавки использованы плоды облепихи, черной смородины и груши, характеризующиеся высоким содержанием железа, что положено основой для разработки функциональной добавки «Темтас» в виде сухого порошка.

Таблица 1. Минеральный состав плодов и ягод, мг/ 100 г

Наименование	Груша	Черная смородина	Облепиха
Калий	155	350	193
Кальций	19	36	22
Магний	12	31	30
Натрий	14	32	4
Фосфор	16	33	9
Железо	2,3	1,3	1,4

Для исследования влияния способа приготовления теста на качество хлеба из пшеничной муки с внесением функциональной добавки выполнены исследования с пригото-

влением теста на большой густой, густой и жидкой опарах, а также безопарным способом, приведенным в таблице 2.

Таблица 2. Технология и рецептура приготовления теста

Способ производства теста		Количество муки пшеничной первого сорта	Количество вносимого функционального ингредиента	Количество дрожжей прессованных	Количество соли поваренной пищевой	Количество воды
Большая густая опара	опара	60-70	5-10	1,5	-	по расчету
	тесто	30	-	-	1,5	
Густая опара	опара	40-50	5-10	1,5	-	
	тесто	50	-	-	1,5	
Жидкая опара	опара	20-30	5-10	1,5	-	
	тесто	70	-	-	1,5	
Безопарный способ	тесто	100	5-10	1,5	1,5	

В опытных образцах с внесением функциональной добавки «Темтас» и в зависимости от способа приготовления теста изменялись структурно-механические и физико-химические свойства полуфабрикатов и готовой продукции. Функциональная добавка вносилась в количестве 5, 7 и 10 % к массе муки.

По причине наличия собственных сахаров плодов и ягод функциональной добавки процесс брожения проходил более интенсивно во всех способах приготовления теста.

Выявлено влияние добавки на процесс кислотонакопления, так кислотность теста повысилась на 4,54, 9,09 и 18,1 %, также процесс меланоидинообразования происходит интенсивнее, чем в контрольном образце и в зависимости от количества вносимой добавки, что позволяло ускорить процесс созревания теста. Органолептические показатели полуфабрикатов и хлеба соответствовали требуемым параметрам.

Таблица 3. Продолжительность брожения, расстойки тестовых заготовок и выпечки изделий

Наименование	τ брожения, мин	τ расстойки тестовых заготовок, мин	τ выпечки, мин	τ всего технологического процесса, мин	τ сокращение технологического процесса
Контроль	240	60-65	20-24	320-329	-
Хлеб с внесением ФД «Темтас»	180	45-55	20-22	245-247	72-75

С внесением продолжительность брожения составила 3 часа, вместо 4 часов, так как необходимая кислотность полуфабрикатов была достигнута 3,6-3,8 град., что ощутимо повлияло на увеличение производственной мощности. Сокращение продолжительности технологического процесса начиная от замеса теста до выпечки готовых изделий на 30 % при производстве теста опарным способом на большой густой, густой и жидкой опарах.

Произведены изменения в технологический процесс производства при выпечке хлеба, а именно снижение температуры в печи на 5⁰С. Данная технология отличается высокой

интенсивностью и в связи с чем определено уменьшение количества вносимых дрожжей на 15-17 %.

Результаты, полученных зависимостей показал, что в зависимости от способа приготовления пшеничного теста с внесением функциональной добавки оказывали существенное влияние на удельный объем и общую сжимаемость мякиша хлеба. По причине достаточно полного созревания полуфабриката лучшими результатами по качеству отличались хлеба, приготовленные на большой густой и густой опарах.



Рисунок 1. Содержание микроэлементов в готовых изделиях, %

На основании полученных результатов исследований были разработаны рецептуры и технологии производства пшеничного хлебо-булочного изделия «Керемет» массой 0,3 кг, а также технологические инструкции по их

изготовлению. Использование местного плодово-ягодного сырья позволяет расширить ассортимент продуктов питания, снизить их рыночную стоимость за счет включения в рецептурный состав функциональной добавки,

уменьшить количество продукции с рецептурным составом искусственных, химически синтезированных вкусовых добавок. Повышается экономическая эффективность производства и себестоимость социального продукта, такого как хлеб с функциональным назначением.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что использование функциональной добавки на основе плодово-ягодного сырья (груши, черной смородины и облепихи) оказывает комплексное положительное влияние на технологический процесс производства пшеничного хлеба и качество готовой продукции. Введение добавки в количестве 5-10 % к массе муки способствует интенсификации процессов брожения и кислотонакопления, что позволяет сократить продолжительность технологического цикла на 30 %, снизить температуру выпечки и уменьшить расход прессованных дрожжей без ухудшения качества изделий.

Выявлено улучшение структурно-механических свойств теста, увеличение удельного объема и формирование равномерной, эластичной структуры мякиша, особенно при опарных способах приготовления теста. Органолептические показатели хлеба с функциональной добавкой соответствуют требованиям нормативной документации и характеризуются улучшенными вкусоароматическими свойствами.

Разработана рецептура и технология производства пшеничного хлебобулочного изделия «Керемет», обогащенного минеральными веществами и биологически активными компонентами, способствующими профилактике железодефицитной анемии. Полученные результаты подтверждают целесообразность промышленного применения местного плодово-ягодного сырья при создании функциональных хлебобулочных изделий, соответствующих современным требованиям здорового и рационального питания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Т.Ш. Шарманов Питание – важнейший фактор здоровья человека. – Алматы: Алаш, 2010. – 11 с.
2. В.М. Зимняков Состояние производства хлеба и хлебобулочных изделий в России //Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. №4. С 87-92.
3. Р.А. Федорова, В.С. Волков. Перспективы использования дикорастущего растительного сырья в производстве функциональных кондитерских изделий//Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. - №43. – С. 49-52.
4. М.А. Янова, Л.Г. Ергош, А.В. Присухина, А.В. Ларькина, А.В. Оникенко, Е.Н. Олейникова Разработка технологии булочного изделия с черносмородиновым порошком как замороженного полуфабриката // Вестник КрасГАУ. – 2023. - №7. С. 228 – 234.
5. И.А. Бакин и др. Использование вторичных ресурсов ягодного сырья в технологии кондитерских и хлебобулочных изделий //Техника и технология пищевых производств. – 2017. – Т. 45. – №. 2. – С. 5-12.
6. И.А. Бакин, А.С. Мустафина, П.Н. Лукин Изучение химического состава ягод черной смородины в процессе переработки // Вестник КрасГУ. – 2015. - №6. – С.159-162.
7. M.Yu. Akimov, V.N. Makarov, E.V. Zhibanova Role of Fruits and Berries in Providing Human with Vital Biologically Active Substance. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019/ Vol. 33. No. 2. Pp. 56-60.
8. П.К. Гарькина, Д.С. Пшеницын Фруктовое и овощное сырье в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий //Инновационная техника и технология. – 2022. – Т. 9. – №. 3. – С. 12-18.
9. M.S.L. Ferreira, M.C.P. Santos, T.M.A. Moro et al. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. J Food Sci Technol. – 2015. – 52. – R.822-830.
10. В.М. Коденцова, Д.В. Рисник, Е.М. Серба, И.М. Абрамова, Е.Н. Соколова, Е.Р. Крючкова, Л.В. Римарева Перспективы комплексной переработки ягод черной смородины // Техника и технология пищевых производств. 2024. №3. URL: <https://cyber-leninka.ru/article/n/perspektivy-kompleksnoy-perera-botki-yagod-chernoy-smorodiny> (дата обращения: 25.12.2024).
11. Л.А. Махаева, Г.К. Селезнева Использование порошка облепихи в мучных кондитерских изделиях // Вестник КрасГАУ. – 2017. - №6. – С. 79-85.
12. Т.Л. Шевелева Влияние внесения продуктов переработки облепихи на качество пшеничного цельнозернового хлеба // Вестник КрасГАУ. – 2021. - №11. – С. 247-253.
13. С.С. Алексеева, С.В. Соломаха, Н.Л. Наумова Применение порошка из сублимированной облепихи в рецептуре хлебобулочных изделий // Вестник КамчатГТУ. – 2021. - №56. – С. 6-17
14. A. Khakimzhanov, D. Shansharova, D. Abduraimova, L. Hrivna, V. Sotnicova Developing an assortment of bakery products in Kazakhstan from the standpoint of healthy eating. 2014. 8(6); pages 6-10.
15. Е.П. Викторова и др. Исследование влияния пищевой добавки "Порошок грушевый" на качество и свойства пшеничной муки //Новые технологии. – 2018. – №. 2. – С. 18-23.
16. О.В. Федосеева, Е.П. Викторова, Т.А. Шахрай, О.Л. Вершинина, А.Н. Матвиенко Разработка рецептуры и технологии хлебобулочного изделия, обогащенного пищевой добавкой «Порошок гру-

шевый» // Научные труды КубГУ. – 2018. – №11. – С. 100-107.

17. М.Б. Султанкул, Д.Б. Абдраимова, Д.А. Шаншарова, Мулдабекова Б.Ж. Исследование влияния фруктово-ягодного сырья на технологические свойства мучных кондитерских изделий // Вестник АТУ. – 2025. – №4. – С. 165-175.

REFERENCES

1. T.Sh. Sharmanov Pitaniye – vazhneyshiy faktor zdorov'ya cheloveka [Nutrition – the Most Important Factor of Human Health]. – Almaty: Alash, 2010. – 11 p. (In Russian).

2. V.M. Zimnyakov Sostoyaniye proizvodstva khleba i khlebobulochnykh izdeliy v Rossii [State of Bread and Bakery Production in Russia] // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. – 2022. – Vol. 9, No. 4. – P. 87–92. (In Russian).

3. R.A. Fedorova, V.S. Volkov Perspektivy ispol'zovaniya dikorastushchego rastitel'nogo syr'ya v proizvodstve funktsional'nykh konditerskikh izdeliy [Prospects for the Use of Wild-Growing Plant Raw Materials in the Production of Functional Confectionery Products] // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 43. – P. 49–52. (In Russian).

4. M.A. Yanova, L.G. Yermosh, A.V. Priskhina, A.V. Lar'kina, A.V. Onikienko, E.N. Oleynikova Razrabotka tekhnologii bulochnogo izdeliya s chernosmorodinovym poroshkom kak zamorozhennogo polufabrikata [Development of a Technology for a Bakery Product with Blackcurrant Powder as a Frozen Semi-Finished Product] // Vestnik KrasGAU. – 2023. – No. 7. – P. 228–234. (In Russian).

5. I.A. Bakin et al. Ispol'zovanie vtorichnykh resursov yagodnogo syr'ya v tekhnologii konditerskikh i khlebobulochnykh izdeliy [Use of Secondary Resources of Berry Raw Materials in the Technology of Confectionery and Bakery Products] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2017. – Vol. 45, No. 2. – P. 5–12. (In Russian).

6. I.A. Bakin, A.S. Mustafina, P.N. Lunin Izuchenie khimicheskogo sostava yagod chernoy smorodiny v protsesse pererabotki [Study of the Chemical Composition of Blackcurrant Berries during Processing] // Vestnik KrasGU. – 2015. – No. 6. – P. 159–162. (In Russian).

7. M.Yu. Akimov, V.N. Makarov, E.V. Zhbanova Role of Fruits and Berries in Providing Human with Vital Biologically Active Substance // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2019. – Vol. 33, No. 2. – P. 56–60.

8. P.K. Gar'kina, D.S. Pshenitsyn Fruktovoe i ovoshchnoe syr'yo v tekhnologii khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdeliy [Fruit and Vegetable Raw Materials in the Technology of Bakery and Flour Confectionery Products] // Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya. – 2022. – Vol. 9, No. 3. – P. 12–18. (In Russian).

9. M.S.L. Ferreira, M.C.P. Santos, T.M.A. Moro et al. Formulation and Characterization of Functional Foods Based on Fruit and Vegetable Residue Flour // J Food Sci Technol. – 2015. – Vol. 52. – P. 822–830.

10. V.M. Kodentsova, D.V. Risnik, E.M. Serba, I.M. Abramova, E.N. Sokolova, E.R. Kryuchkova, L.V. Rimareva Perspektivy kompleksnoy pererabotki yagod chernoy smorodiny [Prospects for Comprehensive Processing of Blackcurrant Berries] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. – 2024. – No. 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-kompleksnoy-pererabotki-yagod-chernoy-smorodiny> (date of access: 25.12.2024). (In Russian).

11. L.A. Makhaeva, G.K. Selezneva Ispol'zovanie poroshka oblepikhi v muchnykh konditerskikh izdeliyakh [Use of Sea Buckthorn Powder in Flour Confectionery Products] // Vestnik KrasGAU. – 2017. – No. 6. – P. 79–85. (In Russian).

12. T.L. Sheveleva Vliyaniye vneseniya produktov pererabotki oblepikhi na kachestvo pshenichnogo tselnozernovogo khleba [Effect of Adding Sea Buckthorn Processing Products on the Quality of Whole-Wheat Bread] // Vestnik KrasGAU. – 2021. – No. 11. – P. 247–253. (In Russian).

13. S.S. Alekseeva, S.V. Solomakha, N.L. Naumova Primeneniye poroshka iz sublimirovannoy oblepikhi v retsepe ture khlebobulochnykh izdeliy [Application of Freeze-Dried Sea Buckthorn Powder in the Formulation of Bakery Products] // Vestnik KamchatGTU. – 2021. – No. 56. – P. 6–17. (In Russian).

14. A. Khakimzhanov, D. Shansharova, D. Abdaimova, Hrivna L., Sottnicova V. Developing an Assortment of Bakery Products in Kazakhstan from the Standpoint of Healthy Eating. – 2014. – Vol. 8, No. 6. – P. 6–10.

15. E.P. Viktorova et al. Issledovanie vliyaniya pishchevoy dobavki «Poroshok grushevyy» na kachestvo i svoystva pshenichnoy muki [Study of the Effect of the Food Additive "Pear Powder" on the Quality and Properties of Wheat Flour] // Novye tekhnologii. – 2018. – No. 2. – P. 18–23. (In Russian).

16. O.V. Fedoseeva, E.P. Viktorova, T.A. Shakh ray, O.L. Vershinina, A.N. Matvienko Razrabotka retseptury i tekhnologii khlebobulochnogo izdeliya, obogashchennogo pishchevoy dobavkoy «Poroshok grushevyy» [Development of the Formulation and Technology of a Bakery Product Enriched with the Food Additive "Pear Powder"] // Nauchnye trudy KubGU. – 2018. – No. 11. – P. 100–107. (In Russian).

17. M.B. Sultankul, D.B. Abdaimova, D.A. Shansharova, B.Zh. Muldabekova Issledovanie vliyaniya fruktovo-yagodnogo syr'ya na tekhnologicheskie svoystva muchnykh konditerskikh izdeliy [Study of the Effect of Fruit and Berry Raw Materials on the Technological Properties of Flour Confectionery Products] // Vestnik ATU. – 2025. – No. 4. – P. 165–175. (In Russian).