

DOI 10.17516/2782-2214-0016
УДК 664.644

DEVELOPMENT OF NEW TYPES OF BAKERY PRODUCTS USING PRODUCTS OF PROCESSING OF COMMON BIRD CHERRY

Ekaterina P. Komissarova*, Tatyana N. Safronova
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Abstract. The article substantiates the necessity and relevance of increasing the nutritional value of bakery products, as well as the possibility of using dried ground bird cherry (bird cherry flour) for these purposes. The influence of various dosages of the introduced additive on the structural and mechanical properties of the sponge and dough during fermentation is considered. The evaluation of organoleptic and physico-chemical quality indicators and finished bakery products made using bird cherry flour was carried out. The optimal dosage of bird cherry in bakery products is determined based on the calculation of a complex quality indicator. The level of satisfaction of the daily human need for physiologically functional food ingredients at the expense of 100 g of the developed product is calculated.

Keywords: dried ground bird cherry, yeast dough, bakery products, quality indicators, increased nutritional value, dietary fiber.

Citation: Komissarova, E. P. & Safronova, T. N. (2021). Development of new types of bakery products using products of processing of common bird cherry. Trade, service, food industry. Vol. 1(2). Pp. 162-178.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ВИДОВ БУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЧЕРЕМУХИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Екатерина Павловна Комиссарова*, Татьяна Николаевна Сафронова
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»,
Красноярск, Российская Федерация

Аннотация. Обоснована необходимость и актуальность повышения пищевой ценности хлебобулочных изделий, а также возможность использования в данных целях сушеной молотой черемухи (черемуховой муки). Рассмотрено влияние различных дозировок вводимой добавки на структурно-механические свойства опары и теста при брожении. Проведена оценка органолептических и физико-химических показателей качества готовых булочных изделий, изготовленных с использованием черемуховой муки. Определена оптимальная дозировка черемухи в булочных изделиях на основе расчета комплексного показателя качества. Рассчитан уровень удовлетворения суточной потребности человека в физиологически функциональных пищевых ингредиентах за счет 100 г разработанного продукта.

Ключевые слова: черемуха сушеная молотая, дрожжевое тесто, булочные изделия, показатели качества, повышенная пищевая ценность, пищевые волокна.

Введение. Питание является одним из важнейших факторов, опосредующих связь человека с внешней средой и определяющих состояние здоровья населения.

© Siberian Federal University. All rights reserved

* Corresponding author E-mail address: selengen@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-9660-302X (Komissarova)

Рациональное питание создает условия для нормального физического и умственного развития организма, поддерживает высокую работоспособность, способствует профилактике заболеваний, оказывает существенное влияние на возможность противостоять воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды физической, химической и биологической природы.

Эффективный способ обеспечения населения питанием повышенной пищевой ценности – включение в рацион продуктов, дополнительно обогащенных необходимыми нутриентами до уровня, соответствующего физиологическим потребностям организма. Это позволит снизить риск возникновения наиболее распространенных заболеваний, оказать лечебное воздействие (в качестве диетических мероприятий) и существенно улучшить показатели здоровья людей в целом.

В соответствии с правилами пищевой комбинаторики обогащать следует продукты массового и ежедневного потребления, доступные всем группам населения. К таковым, несомненно, относятся хлебобулочные изделия. Анализ динамики потребления пищевых продуктов в России показывает, что хлебобулочные изделия составляют значительную долю в структуре рациона питания граждан (в 2019 г. – 116 кг/человека в год при норме, установленной Минздравом, 96 кг/человека в год) [1, 2]. Пищевая ценность традиционного дрожжевого хлеба не отвечает современным требованиям науки о питании, поэтому введение в рецептуру хлебобулочных изделий компонентов, придающих им диетические и профилактические свойства, позволит решить проблему дефицита необходимых пищевых веществ, а также сообщить готовой продукции заданный позитивный характер.

Современная наука о питании рассматривает плоды многих растений как жизненно необходимые функциональные добавки. Плоды черемухи обыкновенной давно известны как ценное пищевое и лекарственное средство. Они содержат в своем составе дубильные вещества, органические кислоты (яблочную, лимонную), сахара, фитонциды, аскорбиновую кислоту, флавоноиды, пектиновые вещества, минеральные элементы. В связи с этим черемуха признана сырьем для переработки и использования в различных отраслях пищевого производства с целью получения продуктов повышенной пищевой ценности. Наличие значительной сырьевой базы на территории Российской Федерации, в т.ч. и в Восточной Сибири, ставит черемуху в ряд самых перспективных объектов изучения.

Таким образом, разработка и научное обоснование технологии булочных изделий повышенной пищевой ценности с использованием ресурсов дикорастущего растительного сырья Восточной Сибири становится актуальной задачей.

Материалы и методы. В качестве объектов исследования были определены булочные изделия, сдобное дрожжевое опарное тесто, черемуха сушеная молотая (черемуховая мука), произведенная и упакованная ООО «Новосибирский пищевой комбинат» (ТУ 9164-016-49073982-2004).

Контрольные образцы булочных изделий готовили по рецептуре № 110 «Булочка дорожная» сборника рецептур мучных кондитерских и булочных изделий [3]. Для производства сдобных булочных изделий в ходе исследования использовали сырье, соответствующее санитарным нормам качества продовольственного сырья и пищевых продуктов [4, 5]: мука пшеничная хлебопекарная, сахар-песок, маргарин, соль поваренная пищевая, дрожжи хлебопекарные прессованные, вода питьевая, черемуха сушеная молотая.

Изучали влияние сухой молотой черемухи на процесс развития дрожжей. Черемуховую муку добавляли в количестве 5, 10, 15, 20 и 25 % к массе пшеничной муки в процессе тестоведения. В качестве контрольного образца принимали опару и тесто без замены части пшеничной муки на черемуховую. Процесс развития дрожжей

исследовали по интенсивности брожения опары и теста, которую определяли по изменению высоты (через каждые 0,5 часа после обминки).

Сдобные булочные изделия готовили в соответствии со схемой, разработанной с использованием современного технологического оборудования (пароконвекционного аппарата).

В ходе исследования проводили анализ органолептических и физико-химических показателей полуфабрикатов (дрожжевого теста) и готовых булочных изделий посредством комплекса стандартных и специальных методов: органолептических, лабораторных, измерительных и расчетных.

Оценку пищевой ценности готовых булочных изделий проводили для мужчин и женщин III группы физической активности и возрастной группы 30-39 лет в соответствии с МР 2.3.1.2432-08 [6].

Для определения оптимального рецептурного состава новых видов булочных изделий рассчитывали комплексные показатели качества посредством модифицированного стандартного квалитетического метода [7]. Комплексные показатели качества определяли как сумму стандартизированных коэффициентов. В качестве определяющих признаков принимали общую органолептическую оценку готовых изделий, кислотность, удельный объем, формоустойчивость, пористость, содержание Р-активных соединений и пищевых волокон (клетчатки). В качестве блокирующих критериев выступали органолептические и физико-химические показатели: образцы, получившие оценку ниже 4,5 балла, а также имевшие кислотность и влажность, не соответствующие ГОСТ 27844-88 «Изделия булочные. Технические условия», исключались.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0, применялись непараметрические критерии. При сравнении средних значений для двух выборок и множественном сравнении средних, разница считалась достоверной при 95%-ном уровне значимости ($p < 0,05$).

Обсуждение. В целях расширения и совершенствования ассортимента хлебобулочных изделий целесообразно применять добавки различного рода. Особое место здесь занимает растительное сырье и продукты его переработки.

Так, растительные белки бобовых культур (сои, фасоли, чечевицы) активно применяют для белкового обогащения хлебобулочных изделий [8-11]. В семенах сои содержится до 40 % полноценного белка (имеются все незаменимые аминокислоты). Вместе с тем незначительное количество углеводов делает сою незаменимым продуктом питания для больных сахарным диабетом и ожирением, а отсутствие холестерина – для людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями. В хлебопечении используют соевую муку, соевое молоко, соевый изолят и др. Установлено, что при выпечке подового и формового хлеба первого и второго сорта добавление до 10 % соевой муки повышает содержание белка в 1,5 раза, при этом улучшаются качественные характеристики хлеба – объемный выход, водопоглощительная способность клетчатки, эластичность мякиша, интенсивность окраски корки [7].

Высокоценным сырьем служат семена различных зерновых культур (просо, ячмень, кукуруза, овес, гречиха) и продукты их переработки; они повышают пищевую и биологическую ценность хлебобулочных изделий за счет увеличения содержания белка, пищевых волокон, минеральных веществ и прочих компонентов [12, 13]. Также существуют исследования по обогащению хлебобулочных изделий продуктами переработки пророщенного зерна пшеницы [7, 14, 15].

Использование в качестве обогатителей ягод, плодов и овощей не только традиционное, но и перспективное направление в хлебопекарной промышленности. Для данного сырья характерно высокое содержание пищевых волокон, органических

кислот, витаминов, минеральных веществ и других физиологически активных компонентов. Множество исследований доказывают, что плодово-ягодные и овощные добавки не только повышают пищевую и биологическую ценность хлебобулочных изделий, но и стабилизируют структуру различных видов теста, улучшают органолептические, физико-химические, структурно-механические показатели качества готовой продукции [15].

Наиболее интересным в последнее время стало применение при производстве хлебобулочных изделий вторичных сырьевых ресурсов и отходов переработки сельскохозяйственного сырья. Это позволяет не только получить продукты функционального назначения, но и способствует решению проблем рационального природопользования и создания дополнительного количества продовольственного сырья [16].

Существует ряд исследований по применению порошкообразных плодово-овощных добавок (например, порошка из тыквенного жмыха, из выжимок томата, яблок, винограда, из моркови, свеклы и др.) [7, 17-22]. В результате их применения в изделиях увеличивается содержание клетчатки, пектина, минеральных веществ. Высокая сорбционная способность пектина растительных порошков позволяет снизить содержание в организме человека ионов тяжелых металлов, что актуально для экологически неблагоприятных регионов страны, так как пектины выводят из организма радионуклиды, избыток холестерина и другие вредные вещества.

Следует отметить, что в состав хлебобулочных изделий вводят не только традиционные плодово-ягодные добавки, разрабатываются и исследуются добавки из дикорастущего сырья (например, рябины, шиповника и пр.), а также нетрадиционного для хлебопечения растительного сырья (льняной жмых, масло и шрот расторопши, мята перечная, листья земляники и пр.), что в значительной мере повышает пищевую и биологическую ценность готовых изделий [23-27].

Перспективно направление использования местного дикорастущего сырья. Одна из таких культур и есть черемуха обыкновенная (*Padus avium Mill*), которая содержит большое количество биологически активных веществ, определяющих возможности широкого ее применения в питании и пищевой промышленности. Для получения черемуховой муки высушенные ягоды после очистки совместно с косточками мелко размалывают до порошкообразного состояния. Химический состав высушенной черемухи отличается от свежей, поскольку при сушке теряется не только влага, но и часть витаминов, ароматических веществ, антоцианов, катехинов; увеличивается количество углеводов и других веществ. Так, черемуховая мука в своем составе содержит значительное количество углеводов, в т.ч. сахара и пищевые волокна. В ней присутствует ряд витаминов и минеральных веществ. Также черемуховая мука богата дубильными веществами и флавоноидами, что делает ее ценным сырьем для производства булочных изделий повышенной пищевой ценности.

Полученные результаты. На первом этапе исследовали влияние черемуховой муки на интенсивность брожения опары (рис. 1).

Согласно полученным результатам установлено, что рост опары во всех образцах с содержанием черемуховой муки происходит активнее, чем у контрольного образца. При добавлении черемухи максимальная высота опары наблюдалась при введении его в количестве 15% – на 24% больше, чем в контрольном образце. При этом время созревания опары сократилось на 0,5 часа по сравнению с контрольным образцом. Введение 5 и 10% черемуховой муки к массе пшеничной муки увеличило высоту опары соответственно на 9,5 и 21% по сравнению с контролем за один и тот же период времени. Введение 20 и 25% черемухи увеличило высоту опары на 7 и 17% соответственно и сократило время созревания на 1 час по сравнению с контрольным

образцом. Однако в последних двух образцах наблюдался интенсивно кислый запах опары.

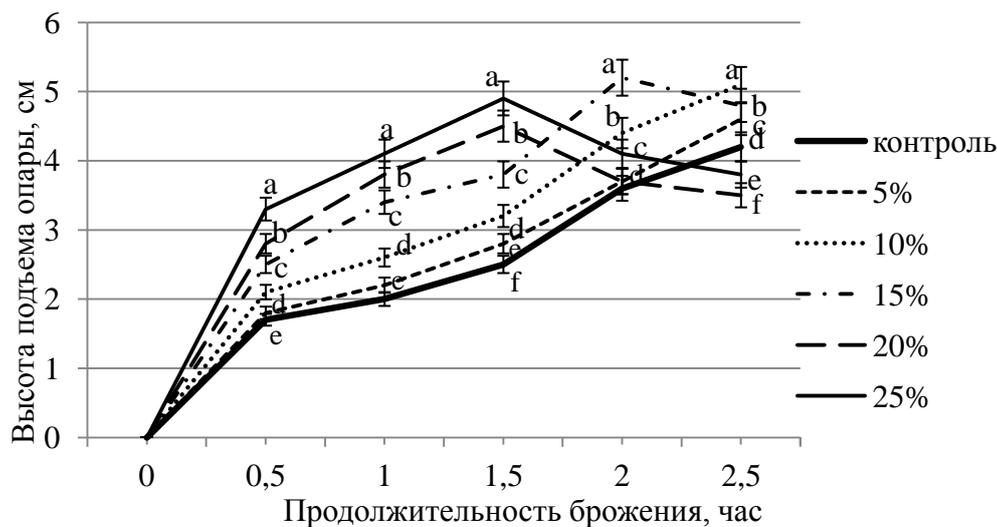


Рисунок 1. Влияние количества черемуховой муки на структурно-механические свойства опары при брожении; ($M \pm m$) ($n=6$) (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD тест, $p < 0,05$)

Figure 1. The effect of the amount of bird cherry flour on the structural and mechanical properties of the sourdough during fermentation; ($M \pm m$) ($n=6$) (different letters indicate intra-group differences, multiple comparison of averages, LSD test, $p < 0,05$)

С увеличением дозировки черемуховой муки повышается количество моно- и дисахаридов, которые являются дополнительной питательной средой для дрожжей. Дрожжи более активно развиваются, при этом значительно увеличивается объем и высота опары, а также сокращается срок созревания опары.

После окончания брожения опары замешивали тесто и анализировали процесс его брожения по высоте подъема теста; полученные результаты приведены на рис. 2.

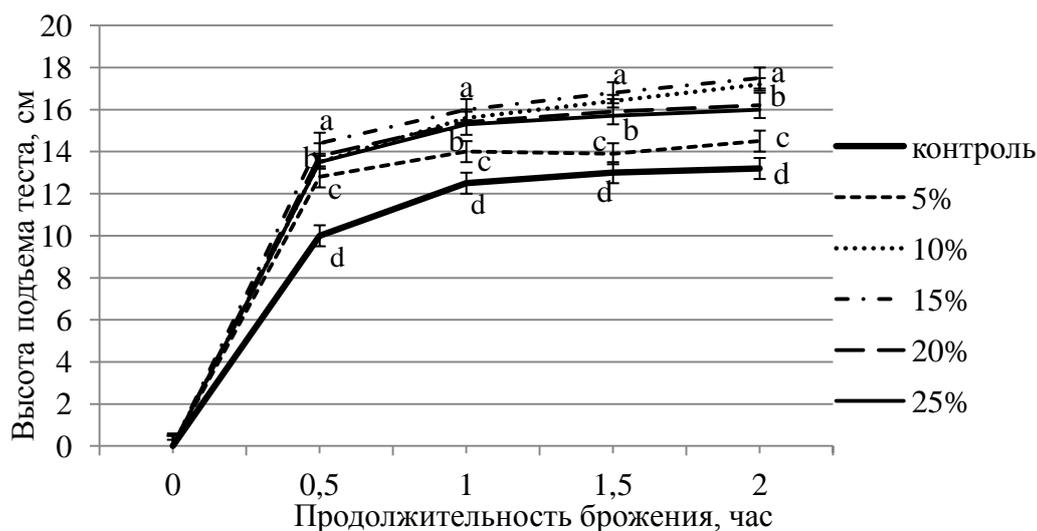


Рисунок 2. Влияние количества черемуховой муки на структурно-механические свойства теста при брожении; ($M \pm m$) ($n=6$) (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD тест, $p < 0,05$)

Figure 2. The effect of the amount of bird cherry flour on the structural and mechanical properties of the dough during fermentation; ($M \pm m$) ($n=6$) (different letters indicate intra-group differences, multiple comparison of averages, LSD test, $p < 0,05$)

Анализ результатов показал, что добавление черемуховой муки ускоряет не только процесс брожения опары, но и процесс брожения теста.

Так, максимальная высота теста наблюдается при введении черемуховой муки в количестве 15% к массе пшеничной муки, при этом высота теста увеличилась на 33% по сравнению с контрольным образцом за один и тот же период. При введении черемухи в количестве 5 и 10% высота теста увеличилась на 10 и 30% соответственно по сравнению с контрольным образцом за одинаковый период. В то же время введение черемуховой муки в количестве 20 и 25% способствовало увеличению высоты теста лишь на 23 и 21%. Полученные результаты можно объяснить продолжением активного развития дрожжей в тесте, возникновением дополнительных связей в местах контакта белков и полисахаридов.

Из органолептических показателей качества полученных мучных полуфабрикатов (опарного дрожжевого теста) оценивали состояние поверхности, консистенцию, структуру, цвет и запах.

Анализ полученных результатов позволяет заключить следующее: высокие органолептические свойства характерны для теста с содержанием черемуховой муки от 5 до 15% (присвоены баллы от 4,9 до 5,0), данным образцам свойственны приятный аромат, красивый цвет, глянцевая поверхность, хорошая консистенция и структура. У теста с содержанием черемухи 20 и 25% наблюдается кислый запах и недостаточный объем (поверхность менее выпуклая, чем у других образцов), за что им присвоены баллы 4,7 и 4,5 соответственно.

В табл. 2 представлены результаты определения физико-химических показателей качества мучных полуфабрикатов с различным содержанием черемухи.

Таблица 2. Физико-химические показатели качества опарного дрожжевого теста с черемуховой мукой; ($M \pm m$) ($n=6$)

Table 2. Physic-chemical quality indicators of sourdough yeast dough with bird cherry flour; ($M \pm m$) ($n=6$)

Содержание черемуховой муки, %	Значения показателей			
	Влажность, %	Титруемая кислотность, град	Активная кислотность, ед. рН	Коэффициент подъемной силы, 1/мин
Контроль	$36,00 \pm 0,01^a$	$2,50 \pm 0,02^d$	$5,43 \pm 0,01^a$	$0,023 \pm 0,011^d$
5 %	$35,43 \pm 0,01^b$	$2,60 \pm 0,01^c$	$4,75 \pm 0,02^b$	$0,028 \pm 0,013^d$
10 %	$35,17 \pm 0,02^b$	$2,67 \pm 0,03^c$	$4,64 \pm 0,01^c$	$0,040 \pm 0,010^c$
15 %	$34,74 \pm 0,01^b$	$2,74 \pm 0,01^b$	$4,62 \pm 0,01^c$	$0,048 \pm 0,011^b$
20 %	$34,11 \pm 0,02^c$	$2,83 \pm 0,01^b$	$4,58 \pm 0,01^c$	$0,050 \pm 0,010^b$
25 %	$33,51 \pm 0,03^c$	$2,94 \pm 0,02^a$	$4,50 \pm 0,02^d$	$0,054 \pm 0,010^a$

Примечание: различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, $p < 0,05$

На основании изучения данных таблицы можно сделать ряд выводов. Влажность мучных полуфабрикатов уменьшается с увеличением массовой доли внесенной черемуховой муки, т.е. минимальная влажность наблюдается в дрожжевом тесте с содержанием черемухи 25% (33,51%), максимальная (35,43%) – у теста с содержанием

черемуховой муки 5%. Это объясняется тем, что содержание сухих веществ в сушеной черемухе больше, чем в пшеничной муке.

Титруемая кислотность в полученных образцах дрожжевого теста повышается от 2,60 град (содержание черемухи в тесте – 5%) до 2,94 град (содержание черемухи в тесте – 25%). Повышение кислотности теста с увеличением дозировки черемуховой муки связано в т.ч. с тем, что в данной добавке содержание органических веществ выше, чем в пшеничной муке. Обратным образом коррелируется увеличение дозировки черемуховой муки и величина активной кислотности дрожжевого теста с добавлением черемухи.

Подъемная сила дрожжевого теста растет с увеличением содержания черемухи. Так, максимальный коэффициент подъемной силы зафиксирован у дрожжевого теста, в которое вносили 25% черемуховой муки к массе пшеничной муки, поскольку активность дрожжевых клеток возрастает с увеличением количества черемухи в тесте.

В целях обоснования рецептуры булочных изделий из дрожжевого опарного теста с использованием черемуховой муки выпекали опытные образцы (рис. 3), определяли их органолептические и физико-химические показатели.

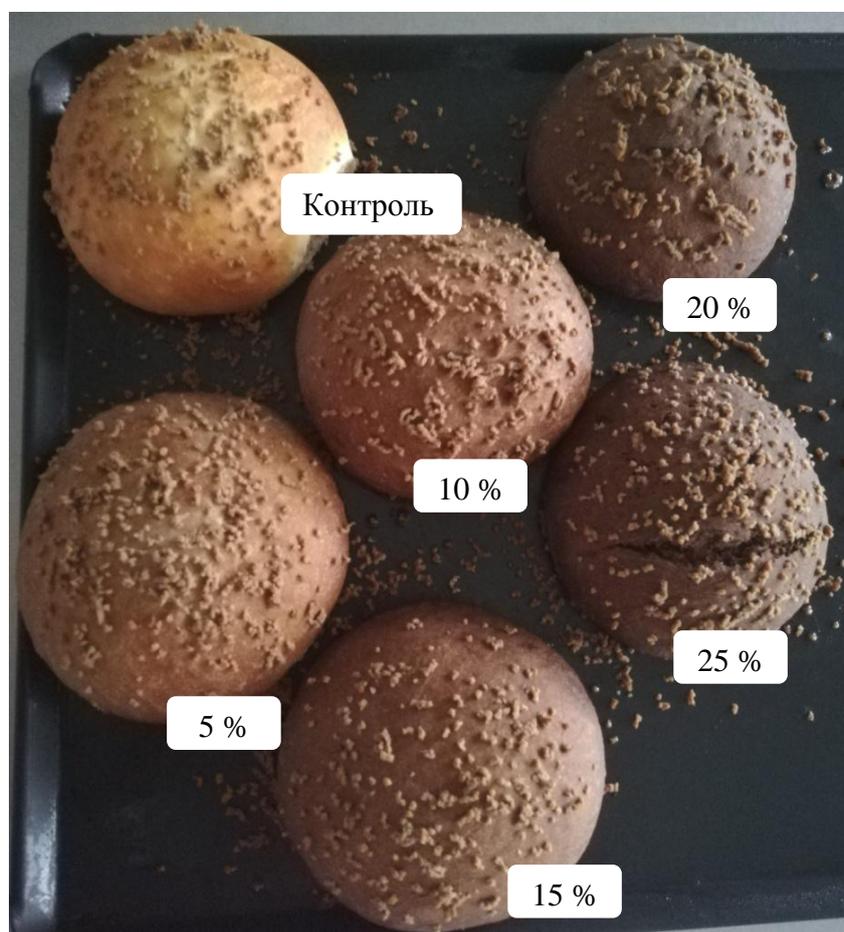


Рисунок 3. Внешний вид готовых булочных изделий с различным содержанием черемуховой муки

Figure 3. Appearance of finished bakery products with different content of bird cherry flour

Оценка органолептических показателей качества (внешний вид: форма, поверхность, цвет; состояние мякиша: пропеченность, пористость, промес; вкус и запах) показала, что наиболее высокими баллами (4,9 и 4,8) оценены булочные изделия

с дозировкой черемуховой муки 15 и 10% соответственно. Наиболее низкий балл (4,0) присвоен булочному изделию с содержанием черемухи 25 %.

Для всех исследованных булочных изделий характерна округлая, нерасплывчатая форма, гладкая глянцевитая поверхность с отделкой крошкой. У булочного изделия с содержанием 25% черемухи на поверхности имеются трещины. Мякиш у всех образцов пропеченный, не влажный на ощупь, эластичный, без комочков и следов непромеса, пористость развитая. У булочных изделий с дозировкой черемуховой муки 5 и 25% в мякише наблюдаются небольшие пустоты. Все изделия обладают сладковатым вкусом и сдобным запахом, за исключением образцов с содержанием черемуховой муки 20 и 25 %, имеющих кисловатый привкус и запах.

Необходимо отметить, что выпеченные булочные изделия с увеличением введения добавки черемухи приобрели красивый цвет от желтовато-коричневого до темно-коричневого с шоколадным оттенком; цвет мякиша также приобретал все более интенсивную коричневую окраску. Кроме того, с увеличением дозировки черемуховой муки наблюдается усиление интенсивности специфического аромата черемухи.

Данные о массе выпеченных булочных изделий с различной дозировкой черемуховой муки представлены в табл. 3.

Таблица 3. Масса готовых булочных изделий из дрожжевого теста с черемуховой мукой; ($M \pm m$) (n=6)

Table 3. Mass of finished bakery products made of yeast dough with bird cherry flour; ($M \pm m$) (n=6)

Содержание черемуховой муки, %	Масса готового изделия, г	Потери массы при выпекании, %
Контроль	100 ± 2^d	$17,8 \pm 0,2^a$
5	102 ± 1^b	$16,3 \pm 0,2^b$
10	101 ± 1^c	$16,1 \pm 0,2^b$
15	100 ± 2^d	$14,9 \pm 0,2^c$
20	103 ± 1^a	$13,8 \pm 0,2^d$
25	102 ± 1^b	$13,3 \pm 0,2^d$

Примечание: различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, $p < 0,05$

Таким образом, при увеличении дозировки черемуховой муки в булочных изделиях сохранность массы готовых изделий при выпекании возрастает на величину от 1,5% (при введении 5% черемухи к массе пшеничной муки) до 4,5% (при введении 25% черемухи к массе пшеничной муки).

Результаты исследования физико-химических показателей качества образцов представлены в табл. 4.

Таблица 4. Физико-химические показатели качества образцов булочных изделий из дрожжевого теста с использованием черемухи; ($M \pm m$) (n=6)

Table 4. Physic-chemical indicators of the quality of samples of bakery products from yeast dough using bird cherry; ($M \pm m$) (n=6)

Содержание черемуховой муки, %	Значения показателей			
	Влажность мякиша, %	Кислотность мякиша, град	Пористость, %	Активность воды, ед. a_w
Контроль	$22,34 \pm 0,01^a$	$2,53 \pm 0,02^d$	$70,03 \pm 0,01^e$	$0,79 \pm 0,01^a$
5	$21,96 \pm 0,01^b$	$2,62 \pm 0,01^c$	$71,12 \pm 0,01^d$	$0,78 \pm 0,02^b$

10	$21,21 \pm 0,02^b$	$2,69 \pm 0,02^c$	$73,05 \pm 0,02^c$	$0,75 \pm 0,01^c$
15	$19,35 \pm 0,01^c$	$2,89 \pm 0,01^b$	$74,18 \pm 0,01^a$	$0,73 \pm 0,01^c$
20	$18,85 \pm 0,02^c$	$2,94 \pm 0,02^b$	$73,85 \pm 0,02^b$	$0,72 \pm 0,02^c$
25	$17,98 \pm 0,02^d$	$3,11 \pm 0,02^a$	$71,64 \pm 0,01^d$	$0,70 \pm 0,01^d$

Примечание: различными буквами обозначены внутригрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD-тест, $p < 0,05$

Данные таблицы демонстрируют, что введение черемуховой муки в дрожжевое тесто уменьшает влажность готовых изделий: чем выше количество черемухи, тем ниже влажность готовых изделий. Так, влажность булочных изделий с дозировкой черемухи 5-25% уменьшается на 0,38-4,36 % соответственно относительно контрольного образца.

Кислотность мякиша возрастает с увеличением дозировки черемуховой муки в прямой последовательности. При содержании черемухи 5 и 10% кислотность готовых изделий повышается незначительно – на 0,09 и 0,16 град соответственно относительно контрольного образца. При введении 15 и 20% черемуховой муки кислотность увеличивается на 0,36 и 0,41 град соответственно. Дальнейшее увеличение дозировки черемухи (25%) приводит к увеличению кислотности до 3,11 град, что превышает допустимые значения требований ГОСТ 27844-88 (не более 3,0 град).

Наибольшая пористость наблюдается у булочных изделий с дозировкой черемухи 15% (74,18%), данный показатель выше, чем у контрольного образца, на 4,15%. Также высокие значения пористости наблюдаются у изделий с содержанием черемуховой муки 20 и 10 % (73,85 и 73,05 % соответственно).

При увеличении содержания черемуховой муки наблюдается снижение активности воды в готовых булочных изделиях. Так, в изделиях с содержанием черемухи 25 % активность воды снизилась на 11,4 % по сравнению с контрольным образцом.

Динамика изменения удельного объема и формоустойчивости готовых булочных изделий в зависимости от количества введенной черемуховой муки к массе пшеничной муки приведена на рис. 4 и 5.

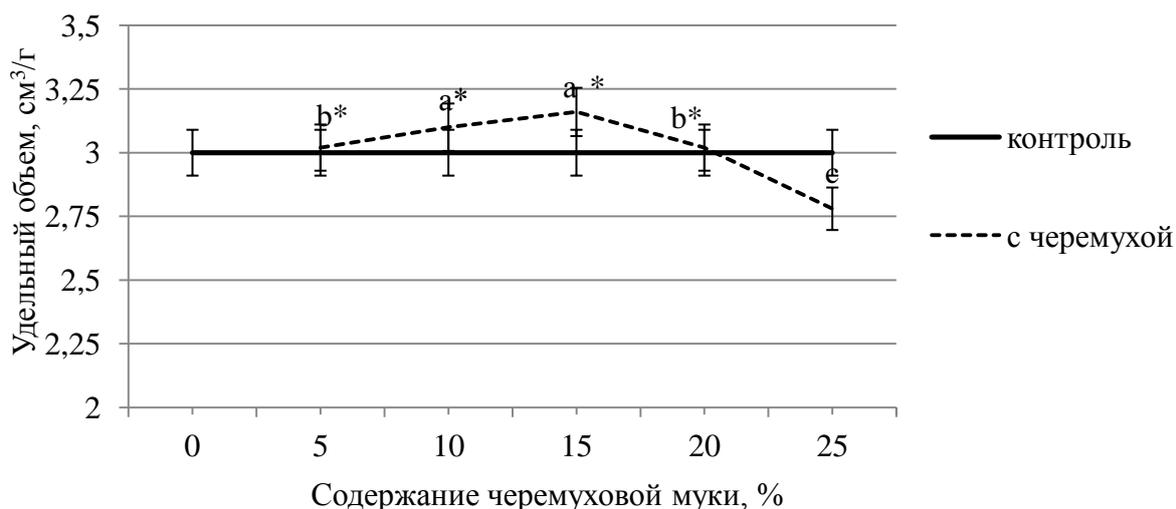


Рисунок 4. Изменение удельного объема изделий при введении черемуховой муки; ($M \pm m$) ($n=6$), (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, * - межгрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD, Манн-Уитни тесты, $p < 0,05$)

Figure 4. Change in the specific volume of products with the introduction of bird cherry flour; (M±m) (n=6) (different letters indicate intragroup differences, * - intergroup differences, multiple mean comparison, LSD, Mann-Whitney tests, p<0,05)

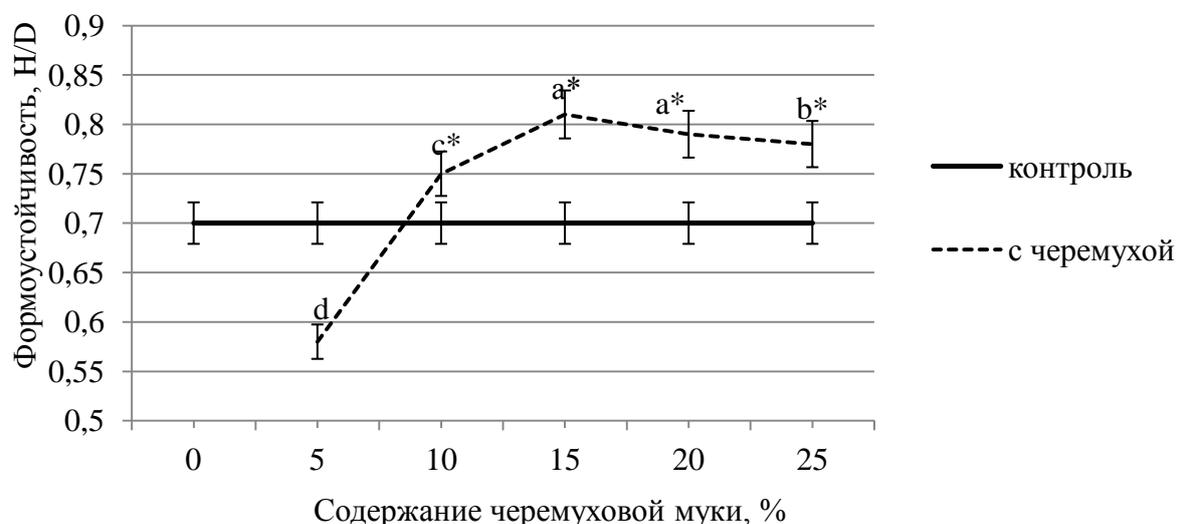


Рисунок 5. Изменение формоустойчивости изделий при введении черемуховой муки; (M±m) (n=6), (различными буквами обозначены внутригрупповые различия, * - межгрупповые различия, множественное сравнение средних, LSD, Манн-Уитни тесты, p<0,05)

Figure 5. Changing the shape stability of products with the introduction of bird cherry flour; (M±m) (n=6) (different letters indicate intragroup differences, * - intergroup differences, multiple mean comparison, LSD, Mann-Whitney tests, p<0,05)

Согласно полученным результатам при введении черемухи в количестве 5-15% от массы пшеничной муки удельный объем булочных изделий повышается на 0,67-5,33% по сравнению с контрольным образцом. Наиболее высокая формоустойчивость наблюдается у булочных изделий, в которые вводили черемуховую муку в количестве 15 и 20% к массе пшеничной муки (0,81 и 0,89 соответственно).

Для расчета комплексных показателей качества булочных изделий с черемуховой мукой расчетным путем определяли содержание в исследуемых образцах ряда функциональных пищевых ингредиентов (табл. 5). В расчет не принимали изделия с содержанием черемухи 25%, поскольку данный образец получил оценку органолептических показателей ниже 4,5 балла и имеет кислотность, не соответствующую требованиям стандарта (блокирующие критерии в комплексном показателе качества).

Таблица 5. Содержание в готовых булочных изделиях с добавлением черемуховой муки витаминов, микроэлементов, пищевых волокон

Table 5. The content of vitamins, trace elements, and dietary fibers in finished bakery products with the addition of bird cherry flour

Функциональные пищевые ингредиенты	Содержание черемуховой муки, %			
	5	10	15	20
Витамины, мг%:				
тиамин (B ₁)	0,12	0,13	0,14	0,15
рибофлавин (B ₂)	0,06	0,06	0,06	0,06

никотиновая кислота (PP)	0,92	0,91	0,90	0,89
токоферол (E)	0,05	0,11	0,16	0,21
P-активные соединения	0,13	0,25	0,38	0,50
Минеральные вещества, мг%:				
железо	0,87	0,84	0,80	0,77
магний	11,30	10,82	10,35	9,87
кобальт, мкг%	0,32	0,63	0,95	1,26
Пищевые волокна, %	0,96	1,83	2,70	3,57

Следовательно, для расчета комплексного показателя качества булочных изделий с различным содержанием черемуховой муки целесообразно принять такие признаки, как содержание P-активных соединений и пищевых волокон (клетчатки).

Таким образом, при расчете комплексных показателей качества булочных изделий определяющими признаками считали общую органолептическую оценку готовых изделий, кислотность, удельный объем готовых изделий, формоустойчивость, пористость, содержание P-активных соединений и пищевых волокон. Результаты представлены в табл.6.

Таблица 6. Расчет комплексных показателей качества готовых булочных изделий из дрожжевого теста с использованием черемухи

Table 6. Calculation of complex quality indicators of finished bakery products from yeast dough using bird cherry

Показатели	Содержание черемуховой муки, %				
	Контроль	5	10	15	20
	Значения стандартизированных коэффициентов (k_1-k_7)				
Общая органолептическая оценка (n_1)	1,00	0,96	0,98	1,00	0,92
Кислотность (n_2)	1,16	1,12	1,09	1,02	1,00
Удельный объем готовых изделий (n_3)	0,95	0,96	0,98	1,00	0,96
Формоустойчивость (n_4)	0,86	0,72	0,93	1,00	0,98
Пористость (n_5)	0,96	0,96	0,98	1,00	0,99
Содержание P-активных соединений (n_6)	0,00	0,26	0,50	0,76	1,00
Содержание пищевых волокон (n_7)	0,03	0,27	0,51	0,76	1,00
Комплексный показатель качества	4,96	5,24	5,98	6,53	6,84

Из таблицы видно, что максимальное значение комплексного показателя качества (6,84) наблюдается у булочных изделий с содержанием черемуховой муки 20%.

Пищевая и энергетическая ценность разработанного булочного изделия с использованием черемуховой муки (булочка «Черемушка») в сравнении с контрольным образцом представлена в табл. 7. Данные таблицы позволяют заключить, что введение черемуховой муки в количестве 20% к массе пшеничной муки при изготовлении сдобных булочных изделий повысило содержание в готовых изделиях сахаров на 24%, золы – на 53%, витамина B₁ (тиамина) – на 25%. Содержание пищевых волокон увеличилось в 40 раз. Кроме того, в разработанном изделии в отличие от контрольного присутствуют витамин E (токоферол), P-активные соединения и кобальт.

Таблица 7. Пищевая и энергетическая ценность разработанного и контрольного булочных изделий (на 100 г продукта)

Table 7. Nutritional and energy value of the developed and control bakery products (per 100 g of product)

Показатели	Булочка «Дорожная» (контроль)	Булочка «Черемушка»
Белки, г	6,72	6,38
Жиры, г	12,92	12,80
Углеводы, г, всего	59,00	56,84
в т.ч.:		
сахара	13,19	16,35
пектины	0,00	0,32
пищевые волокна (клетчатка)	0,09	3,57
Органические кислоты, г	0,00	0,25
Зола, г	1,00	1,53
Витамины, мг:		
тиамин (В ₁)	0,12	0,15
рибофлавин (В ₂)	0,06	0,06
никотиновая кислота (РР)	0,93	0,89
токоферол (Е)	0,00	0,21
Р-активные соединения	0,00	0,50
Минеральные вещества, мг:		
железо	0,90	0,77
магний	11,77	9,87
кобальт, мкг	0,00	1,26
Энергетическая ценность, ккал	364	357

Также определяли уровень удовлетворения суточной потребности человека в физиологически функциональных пищевых ингредиентах за счет 100 г разработанного изделия. Данные представлены в табл. 8.

Таблица 8. Оценка пищевой ценности булочки «Черемушка» (100 г)
Table 8. Assessment of the nutritional value of the «Cheryomushka» bun (100 g)

Пищевые вещества	Суточная потребность [7]	Булочка «Черемушка»	
		Содержание	% от суточной потребности
Тиамин, мг	1,5	0,15	10,0
Рибофлавин, мг	1,8	0,06	3,3
Ниацин (никотиновая кислота), мг	20	0,89	4,5
Токоферол, мг	15	0,21	1,4
Магний, мг	400	9,87	2,5
Железо, мг	18	0,77	4,3
Кобальт, мкг	10	1,26	12,6
Р-активные соединения	250	0,50	0,2

(флавоноиды), мг			
Пектин, г	2	0,32	16,0
Пищевые волокна, г	20	3,57	17,9

Из представленных в таблице результатов видно, что удовлетворение суточной потребности организма человека в физиологически функциональных пищевых ингредиентах за счет булочки «Черемушка» составляет: пищевых волокон – на 17,9%, пектина – на 16,0%, кобальта – на 12,6%, тиамина – на 10,0%.

Выводы и дискуссионные вопросы. В процессе экспериментальной работы установили зависимость между количеством вводимой в тесто в качестве добавки черемуховой муки и структурно-механическими свойствами опары и теста при брожении. Так, рост опары во всех образцах с содержанием черемуховой муки происходит активнее, чем у контрольного образца. При добавлении черемухи максимальная высота опары наблюдалась при введении его в количестве 15% – на 24% больше, чем в контрольном образце; при этом время созревания опары сократилось на 0,5 часа. Максимальная высота теста наблюдается при введении черемуховой муки в количестве 15% к массе пшеничной муки (на 33% больше, чем у контрольного образца за тот же период времени).

Изучали влияние различных дозировок черемухи на свойства и качество мучных полуфабрикатов. Определили, что высокие органолептические показатели характерны для теста с содержанием черемуховой муки от 5 до 15%. Также установили, что с увеличением массовой доли внесенной черемуховой муки влажность, активная кислотность и активность воды в мучных полуфабрикатах снижается, а титруемая кислотность и подъемная сила увеличиваются. Максимальный коэффициент подъемной силы зафиксирован у дрожжевого теста, в которое вносили 25% черемуховой муки к массе пшеничной муки.

Оценка органолептических показателей качества готовых булочных изделий (внешний вид: форма, поверхность, цвет; состояние мякиша: пропеченность, пористость, промес; вкус и запах) показала, что наиболее высокими баллами оценены булочные изделия с дозировкой черемуховой муки 15 и 10% соответственно. Установили, что при увеличении содержания черемуховой муки в булочных изделиях сохранность массы готовых изделий при выпекании возрастает на величину от 1,5% (при введении 5% черемухи к массе пшеничной муки) до 4,5% (при введении 25% черемухи).

Определено, что введение черемуховой муки в дрожжевое тесто уменьшает влажность готовых изделий и активность воды; в то же время кислотность мякиша возрастает с увеличением дозировки черемуховой муки в прямой последовательности. Наблюдение динамики изменения пористости, удельного объема и формоустойчивости готовых булочных изделий в зависимости от количества введенной черемуховой муки к массе пшеничной муки показало, что максимального значения данные показатели достигают при введении 15% черемухи, затем снижаются. На основании расчета комплексного показателя качества установили оптимальное количество введения черемуховой муки в тесто – 20 % к массе пшеничной муки.

Разработана рецептура нового вида булочных изделий из дрожжевого опарного теста с использованием сушеной молотой черемухи – булочки «Черемушка». Проведя анализ удовлетворения суточной потребности организма человека в физиологически функциональных пищевых ингредиентах за счет булочки «Черемушка», заключили, что разработанное булочное изделие имеет повышенную пищевую ценность.

Библиографический список

1. Балыхин, М.Г. Статистическое исследование потребления хлеба и развития хлебопекарной отрасли России [Текст] / М.Г. Балыхин, М.М. Шайлиева, А.П. Цыпин // Продовольственная политика и безопасность. – 2021. – Т. 8. – № 1. – С. 97-106. – doi: 10.18334/ppib.8.1.111813.
2. Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL : <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13278?print=1>.
3. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий [Текст] / сост. А. В. Павлов. – СПб.: Профи, 2010 – 295 с.
4. Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» [Электронный ресурс]: утв. решением Комиссии Таможенного союза Евразийского экономического сообщества от 09.12.2011 № 880 // Справочная правовая система «Гарант». – URL : <https://base.garant.ru/70106650/>.
5. СанПиН 2.3.2.1280-03. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Дополнения и изменения № 2 к СанПиН 2.3.2.1078-01 [Электронный ресурс]: утв. постановлением гл. гос. санитарного врача Рос. Федерации от 15.04.2003 № 41 // Справочная правовая система «Гарант». – URL : <https://base.garant.ru/4179284/>.
6. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации [Текст]: утв. рук. Федер. службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, гл. гос. врачом Рос. Федерации Г.Г. Онищенко 18.12.2008. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 36 с.
7. Способы повышения качества и пищевой ценности булочных изделий [Текст]: моногр. / Т.Н. Сафронова [и др.]; Сиб. федер. ун-т, Торг.-эконом. ин-т. – Красноярск: СФУ, 2016. – 172 с.
8. Алексеева, М.М. Применение дополнительного сырья при производстве хлебобулочных изделий функционального назначения [Текст] / М.М. Алексеева, А.В. Волкова, Ю.А. Ромадина // Пищевая индустрия. – 2016. – № 1(27). – С. 46-49.
9. Бушкарева, А.С. Обогащение хлебобулочных изделий белками растительного и животного происхождения [Текст] / А.С. Бушкарева, Т.Г. Зубарева // Вестник АПК Верхневолжья. – 2019. – № 4(48). – С. 58-64. – doi: 10.35694/YARCX.2019.48.4.012.
10. Типсина, Н.Н. Использование сои в производстве продуктов питания и перспективы развития применения соевых полуфабрикатов в производстве хлебобулочных изделий [Текст] / Н.Н. Типсина [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 1. – С. 163-168. – doi: 10.36718/1819-4036-2021-1-163-168.
11. Черемных, Д.А. Применение зеленой стручковой фасоли для обогащения пшеничной муки [Текст] / Д.А. Черемных, Л.В. Наймушина, И.Д. Зыкова // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 3. – С. 152-156.
12. Алехина, Н.Н. Обоснование выбора обогатителей растительного происхождения в технологии зернового хлеба [Текст] / Н.Н. Алехина, Е.И. Пономарева // Агрофорсайт. – 2017. – № 2(8). – С. 20-26.
13. Могильный, М.П. Обогащение булочных изделий для питания детей и подростков [Текст] / М.П. Могильный, Д.М. Мустафаева // Современная наука и инновации. – 2018. – № 1. – С. 113-120.
14. Рыбаков, Ю.С. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий за счет использования вторичных сырьевых ресурсов [Текст] / Ю.С. Рыбаков [и др.] // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 07(149). – С. 51-56.

15. Тамазова, С.Ю. Пищевые добавки на основе растительного сырья, применяемые в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [Текст] / С.Ю. Тамазова // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 122(08). – С. 5-18.
16. Смольянова, А.П. Применение вторичных сырьевых ресурсов в производстве хлебобулочных изделий [Текст] / А.П. Смольянова, Ю.В. Блинхватова // Инновационная техника и технология. – 2018. – № 4. – С. 25-28.
17. Брыксина, К.В. Расширение ассортимента хлебобулочных изделий с функциональной направленностью [Текст] / К.В. Брыксина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4. – С. 65-69.
18. Гулидова, В.А. Разработка булочных изделий с добавлением морковного сырья на базе предприятия ПАО «Лимак» города Ельца [Текст] / В.А. Гулидова, В.Л. Захаров // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2018. – № 8, вып. 2. – С. 29-37. – doi: 10.24888/2541-7835-2018-8-29-37.
19. Донченко, Л.В. Обогащение хлеба биологически активными веществами профилактического назначения [Текст] / Л.В. Донченко, Н.В. Сокол, Л.Г. Влащик // Индустрия хлебопечения. – 2018. – № 2. – С. 34-37.
20. Евсенина, М.В. Использование тыквенного жома в технологии производства пампушек [Текст] / М.В. Евсенина [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 10. – С. 123-131.
21. Ивлева, О.Е. Влияние жмыха плодов облепихи на технологические свойства булки сдобной [Текст] / О.Е. Ивлева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 7-1(97). – С. 156-159. – doi: 10.23670/IRJ.2020.97.7.025.
22. Казиминова, М.А. Разработка технологии и рецептуры сдобных булочных изделий, обогащенных пищевыми добавками [Текст] / М.А. Казиминова [и др.] // Новые технологии. – 2018. – № 1. – С. 37-42.
23. Белявская, И.Г. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием мяты перечной [Текст] / И.Г. Белявская [и др.] // Health, Food & Biotechnology. – 2019. – Т.1. – № 4. – С. 53-69.
24. Захаров, В.Л. Влияние добавок из плодов рябины, аронии и шиповника на физико-химические и микробиологические показатели пшеничного хлеба [Текст] / В.Л. Захаров, Т.В. Зубкова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2016. – № 1. – С. 94-98.
25. Рузанова, К.Ю. Разработка рецептуры булочного изделия с использованием плодов ежевики [Текст] / К.Ю. Рузанова, И.А. Токарева // Парадигма. – 2019. – № 2. – С. 170-177.
26. Стрельникова, Т.В. Влияние нетрадиционного растительного сырья на пищевую ценность хлебобулочных изделий [Текст] / Т.В. Стрельникова, Э.И. Черкасова // Инновационная наука. – 2016. – № 5. – С. 34-36.
27. Учасов, Д.С. Перспективы использования биологически активных веществ листьев земляники в создании хлебобулочных изделий для спортсменов [Текст] / Д.С. Учасов, Е.А. Кузнецова, О.В. Кузнецова // Наука-2020. – 2020. – № 1(37). – С. 50-54.

Reference

1. Balykhin, M.G., Shailiyeva, M.M. & Tsy-pin, A.P. (2021). Statistical study of bread consumption & the development of the baking industry in Russia. Food policy and security. 8(1). 97-106. doi: 10.18334/ppib.8.1.111813.
2. Consumption of basic food products by the population of the Russian Federation. Federal State Statistics Service. URL : <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13278?print=1>.

3. Collection of recipes for flour confectionery & bakery products (2010). St. Petersburg. Profi. 295 p.
4. Technical Regulations of the Customs Union "On food safety". Reference legal system "Garant". URL : <https://base.garant.ru/70106650/>.
5. Hygienic requirements for the safety & nutritional value of food products. Additions and amendments No. 2 to the SanPiN 2.3.2.1078-01 (SanPiN 2.3.2.1280-03) [Electronic resource]. Reference legal system "Garant". URL : <https://base.garant.ru/4179284/>.
6. Norms of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation (MR 2.3.1.2432-08) (2009). Moscow. Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor. 36 p.
7. Safronova, T.N., Ermosh, L.G., Evtukhova, O.M. & Kamoza, T.L. (2016). Ways to improve the quality & nutritional value of bakery products. Krasnoyarsk. Siberian Federal University. 172 p.
8. Alekseeva, M.M., Volkova, A.V. & Romadina, Yu. A. (2016) The use of additional raw materials in the production of functional bakery products. Food industry. 1(27). 46-49.
9. Bushkareva, A.S. & Zubareva, T.G. (2019). Enrichment of bakery products with proteins of vegetable & animal origin. Bulletin of the agro-industrial complex of Verkhnevolzhye. 4(48). 58-64. doi: 10.35694/YARCX. 2019.48.4.012.
10. Tipsina, N.N., Batura, N.G., Demidov E.L. & Beloshapkin M.S. (2021). The use of soy in food production & prospects for the development of the use of soy semi-finished products in the production of bakery products. Bulletin of KrasGAU. 1. 163-168. doi: 10.36718/1819-4036-2021-1-163-168.
11. Cheremnykh, D.A., Naimushina, L.V. & Zykova, I.D. (2018). The use of green string beans for enriching wheat flour. Bulletin of KrasGAU. 3. 152-156.
12. Alyokhina, N.N. & Ponomareva, E.I. (2017). Justification of the choice of plant-based fortifiers in the technology of grain bread. Agroforst. 2(8). 20-26.
13. Mogilny, M.P. & Mustafayeva, D.M. (2018). Enrichment of bakery products for the nutrition of children & adolescents. Modern science and innovation. 1. 113-120.
14. Rybakov, Yu. S., Lavrova, L.Yu., Bortsova, E.L. & Lesnikova, N.A. (2016). Expanding the range of bakery products through the use of secondary raw materials. Agrarian Bulletin of the Urals. 07(149). 51-56.
15. Tamazova, S.Yu. (2016). Food additives based on vegetable raw materials used in the production of bakery and flour confectionery products. Scientific Journal of KubGAU. 122(08). 5-18.
16. Smolyanova, A.P. & Blinkhatova, Yu. V. (2018). The use of secondary raw materials in the production of bakery products. Innovative equipment and technology. 4. 25-28.
17. Bryksina, K.V. (2017). Expanding the range of bakery products with a functional orientation. Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University. 4. 65-69.
18. Gulidova, V.A. & Zakharov, V.L. (2018). Development of bakery products with the addition of carrot raw materials on the basis of the enterprise of "Limak" of the city of Yelets. Agro-industrial technologies of Central Russia. 8(2). 29-37. doi: 10.24888/2541-7835-2018-8-29-37.
19. Donchenko, L.V., Sokol, N.V. & Vlaschik, L.G. (2018). Enrichment of bread with biologically active substances of preventive purpose. Industry of baking. 2. 34-37.
20. Evsenina, M.V., Lupova, E.I., Pityurina, I.S., Nikitov, S.V. & Akchurina, O.S. (2019) The use of pumpkin pulp in the production technology of pampushki. Vestnik KrasGAU. 10. 123-131.

21. Ivleva, O.E. (2020). The influence of sea buckthorn fruit cake on the technological properties of a pastry roll. *International Scientific Research Journal*. 7-1(97). – 156-159. doi: 10.23670/IRJ.2020.97.7.025.
22. Kazimirova, M.A., Pershakova, T.V., Matvienko, A.N., Shakhray, T.A. & Fedoseeva, O.V. (2018). Development of technology & recipes of pastry products enriched with food additives. *New technologies*. 1. 37-42.
23. Belyavskaya, I.G., Alekseenko, E.V., Kapustina, K.F. & Izabaev, I.B. (2019). Development of technology of bakery products using peppermint. *Healthcare, Nutrition & Biotechnology*. 1(4). 53-69.
24. Zakharov, V.L. & Zubkova, T.V. (2016). The effect of additives from rowan, aronia & rosehip fruits on the physico-chemical & microbiological parameters of wheat bread. *Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University*. 1. 94-98.
25. Ruzanova, K.Yu. & Tokareva, I.A. (2019). Development of a recipe for a bakery product using blackberry fruits. *Paradigm*. 2. 170-177.
26. Strelnikova, T.V. & Cherkasova, E.I. (2016). The influence of non-traditional vegetable raw materials on the nutritional value of bakery products. *Innovative science*. 5. 34-36.
27. Uchasov, D.S., Kuznetsova, E.A. & Kuznetsova, O.V. (2020). Prospects for the use of biologically active substances of strawberry leaves in the creation of bakery products for athletes. *Science-2020*. 1(37). 50-54.