

Оригинальная статья / Original paper

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-1-92-102>
УДК 664.66:664.641.1



Технологические решения по улучшению качества хлеба на основе пшенично-льняной смеси

Н.В. Сокол✉, Н.А. Ревякина

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»;
г. Краснодар, Российская Федерация,
✉sokol_n.v@mail.ru*

Аннотация. Введение. В современном мире все больше внимания уделяется присутствию на потребительском рынке обогащенных продуктов питания, способных предупредить алиментарно-зависимые заболевания и улучшить состояние здоровья. Источником эссенциальных нутриентов могут стать продукты переработки семян льна, так как исследования последних лет выявили широкую гамму свойств, предопределяющих их использование в качестве нутрицевтика. С учетом этих данных было принято решение об обогащении хлеба путем замены части пшеничной муки на льняную муку. Такая замена приводит к снижению качества готовых изделий в связи, с чем для улучшения структурно – механические свойства теста были использованы пектиновые экстракты (ПЭ) из дикорастущего сырья. **Цель.** Целью исследования явилась разработка технологических решений по улучшению качества хлеба на основе пшенично-льняной мучной смеси. **Методы.** При проведении исследований применялись стандартные методики, используемые в пищевой промышленности. Образцы хлеба выпекались с использованием метода пробной лабораторной выпечки. **Результаты.** В статье приводятся экспериментальные данные по качеству пектиновых экстрактов из дикорастущего сырья, его влиянию на ход технологического процесса брожения теста. Показано их положительное влияние на качество хлеба из пшенично-льняной мучной смеси и на процесс черствения. **Заключение.** При выпечке хлеба из пшенично-льняной смеси целесообразно вносить в тесто пектиновые экстракты из нетрадиционного растительного сырья, такого как шиповник, боярышник, калина и Melissa в дозировке 15%. Внесение ПЭ из дикорастущего сырья способствует пролонгации хранения изделий и приданию профилактических свойств.

Ключевые слова: дикорастущее сырье, мука пшеничная, льняная, мучная смесь, пектиновые экстракты, хлеб, качество

Для цитирования: Сокол Н.В., Ревякина Н.А. Технологические решения по улучшению качества хлеба на основе пшенично-льняной смеси. *Новые технологии / New technologies*. 2026; 22 (1):92-102. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-1-92-102>

Technological solutions for improving bread quality using a wheat-flaxseed mixture

N.V. Sokol✉, N.A. Revyakina

*Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin;
Krasnodar, the Russian Federation,
✉sokol_n.v@mail.ru*

Abstract. Introduction. Nowadays increasing attention is being paid to the availability of fortified foods on the consumer market that can prevent nutrition-related diseases and improve health. Flaxseed products

can be a source of essential nutrients; as recent research has revealed a wide range of properties that make them suitable for use as a nutraceutical. Based on these data, a decision has been made to fortify bread by replacing some of the wheat flour with flaxseed flour. This substitution leads to a decrease in the quality of finished products. Therefore, pectin extracts (PE) from wild-growing raw materials have been used to improve the structural and mechanical properties of the dough. **The goal of the research** was to develop technological solutions for improving the quality of bread based on a wheat-flaxseed flour mixture. **The methods.** Standard methods employed in the food industry were used in the research. Bread samples were baked using the trial laboratory baking method. **The results.** The article presents experimental data on the quality of pectin extracts from wild-growing raw materials and their effect on the course of the dough fermentation process. Their positive effect on the quality of bread made from a wheat-flaxseed flour mixture and the staling process has been demonstrated. **Conclusion.** When baking bread from a wheat-flaxseed mixture, it is advisable to add pectin extracts from non-traditional plant materials, such as rose hips, hawthorn, viburnum, and lemon balm, to the dough at a dosage of 15%. The addition of PE from wild-grown raw materials helps extend the shelf life of products and impart preventative properties.

Keywords: wild-grown raw materials, wheat flour, flaxseed flour, flour mixture, pectin extracts, bread, quality

For citation: Sokol N.V., Revyakina N.A. Technological solutions for improving bread quality using a wheat-flaxseed mixture. *Novye tehnologii / New technologies*. 2026; 22 (1):92-102. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-1-92-102>

Введение. В настоящее время создание функциональных продуктов питания одно из приоритетных направлений в работе пищевых отраслей агропромышленного комплекса РФ. В связи, с чем ученые и специалисты активно работают над изучением новых функциональных ингредиентов и созданием продуктов на их основе, что способствует расширению ассортимента продуктов для здорового питания, созданию новых прогрессивных технологий, улучшению пищевой ценности и качества готовых изделий [5, 6, 14, 16].

Хлеб и хлебобулочные изделия являются незаменимым продуктом питания для основной части населения нашей страны и поэтому он рекомендован в качестве приоритетного продукта для обогащения эссенциальными нутриентами. В связи с этим в последнее время наблюдается использование различных видов муки из нетрадиционного сырья, такого как рис, амарант, гречиха, лен для улучшения пищевой ценности хлебобулочных изделий [10, 11,15]. Актуальными на данном этапе развития инновационных технологий в пищевой промышленности являются и разработки по применению не использованных расти-

тельных ресурсов для обогащения продукции и улучшения ее качества [1,2].

В исследованиях, проведенных нами ранее, показано, что замена части пшеничной муки на льняную муку имеет технологические риски, такие как снижение структурно-механических свойств теста и качественных показателей хлеба. При проведении исследований структурно-механических свойств теста из пшеничной муки и пшенично-льняной смеси с дозировкой 5,0% льняной муки на приборе фаринограф были получены данные по времени образования теста, устойчивости теста, разжижению и валориметрической оценке. Показатели прибора при замесе теста из пшенично-льняной смеси были значительно ниже по сравнению с образцом из пшеничной муки и, как следствие, более низкие показатели, характеризующие качество хлеба [4,13].

На основании имеющихся данных, полученных ранее другими исследователями, для устранения вышеперечисленных факторов было принято технологическое решение о внесении пектиновых экстрактов из дикорастущего сырья при замесе теста из пшенично-льняной смеси для улучшения его реологических характеристик [7, 8, 9].

Цель исследования. Целью исследования стала разработка технологических решений по улучшению качества хлеба из мучной пшенично-льняной смеси.

Методы исследования. Исследования проводились в Кубанском ГАУ, в лабораториях, кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции. При проведении исследований использовались стандартные методики, используемые в пищевой промышленности. Пектиновые экстракты получали в лабораторных условиях методом гидролиза экстрагирования 0,3% раствором лимонной кислоты в течение 2,5 часов на водяной бане, при температуре 80-85°C. Пектиновые вещества в опытных экстрактах определяли методом спиртоосаждения. Для выпечки опытных образцов хлеба использовали методику пробной лабораторной выпечки.

Органолептическая оценка хлеба проводилась с определением внешнего вида изделий, формы, состояния поверхности, цвета корки хлеба. Удельный объем, показатель формоустойчивости хлеба (Н/Д) определяли по ГОСТ 27669–88. О свежести хлеба судили по изменению показателя влажности мякиша хлеба в процессе хранения. Опытные образцы хлеба хранились в закрытых контейнерах в холодильнике в течение 72 ч. Показатель влажности в мякише хлеба проверялся через каждые 24 часа.

Результаты исследований. Из дикорастущего растительного сырья плодов шиповника, боярышника, калины и листьев Melissa были получены пектиновые экстракты. Оценка качества экстрактов проводили по показателям качества, таким как количество сухих веществ, содержание

пектиновых веществ, кислотность, комплексообразующая способность.

Содержание сухих веществ в экстрактах, в соответствии с технологическими инструкциями, определяли рефрактометрическим методом. Полученные данные в эксперименте представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Содержание сухих веществ в пектиновых экстрактах
Fig. 1. Dry matter content of pectin extracts

Как видно из рисунка 1, по количеству сухих веществ исследуемые образцы распределились следующим образом: экстракт из листьев Melissa с содержанием сухих веществ 6,3%, экстракт из плодов калины 4,1%, экстракт из плодов боярышника 3,7%, экстракт из плодов шиповника 3,4%.

Пектиновые вещества в экстрактах определяли методом спиртоосаждения. В экстрактах определяли количество растворимого пектина (РП), протопектина (ПП) и общее содержание пектиновых веществ Σ ПВ. Полученные данные по содержанию пектиновых веществ в экстрактах из дикорастущего сырья приведены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание пектиновых веществ в объектах исследования
Table 1. Content of pectin substances in the studied objects

Экстракты	Растворимый пектин (РП), %	Протопектин (ПП), %	Σ Сумма ПВ, %
Боярышник	1,150	1,820	2,970
Шиповник	1,522	1,090	2,612
Калина	1,323	2,117	3,440
Мелисса	0,422	0,648	1,090

Установлено, что наибольшее содержание пектиновых веществ имеет ПЭ калины 3,440%, следующими, согласно ранжированию, по содержанию ПВ идут экстракты боярышника 2,970%, шиповника 2,612%, мелиссы 1,090%. При исследовании установлено, что у пектиновых экстрактов из плодов боярышника, калины и листьев мелиссы протопектиновая фракция (ПП) преобладает над растворимой фракцией пектина (РП). У пектинового экстракта из плодов шиповника растворимая фракция пектина преобладала над протопектиновой фракцией (ПП).

При производстве хлеба большое значение имеет показатель кислотности теста, который нормируется ГОСТ Р 58233-2018. Поэтому в полученных пектиновых экстрактах, которые будут использованы для выпечки опытных образцов хлеба, определялся показатель титруемой кислотности. Данные, полученные при определении показателя, приведены на рисунке 2.



Рис. 2. Кислотность пектиновых экстрактов исследуемого сырья

Fig. 2. Acidity of pectin extracts of the studied raw materials

Из рисунка 2 видно, что высокую кислотность имеют экстракты калины (3,2) и шиповника (3,9). Экстракты из плодов боярышника и листьев мелиссы имели показатель кислотности 4,7 и 5,7 град. Н соответственно.

Учитывая определенные показатели пектиновых экстрактов из дикорастущего сырья, можно сделать вывод, что наличие пектиновых веществ позволяет рассматривать ПЭ как поверхностно активные вещества, способствующие улучшению структурно-механических свойств теста. Кис-

лотность экстрактов позволяет говорить об увеличении начальной кислотности теста при замесе и дает основание о принятии решения об использовании ускоренного способа приготовления теста.

Важным свойством пектиновых веществ является их комплексообразующая способность, основанная на взаимодействии молекулы пектина с ионами тяжелых и радиоактивных металлов. Это свойство дает основание рекомендовать пектин для включения в рацион питания лиц, находящихся в среде, загрязненной радионуклидами и имеющих контакт с тяжелыми металлами. Такое свойство пектиновых веществ приобретает особую актуальность в современном мире. Поэтому в пектиновых экстрактах из дикорастущего растительного сырья была определена комплексообразующая способность (КС). Данные КС по видам используемого сырья для получения пектиновых экстрактов представлены на рисунке 3.

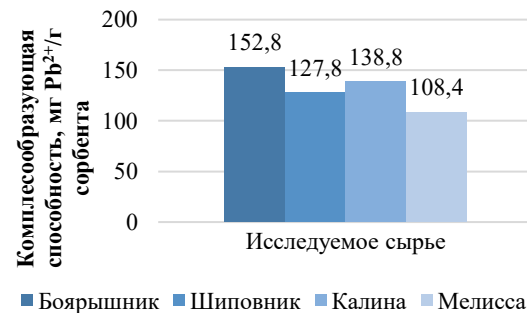


Рис. 3. Комплексообразующая способность пектиновых экстрактов

Fig. 3. Complexing capacity of pectin extracts

Определено, что большей КС обладали пектиновые экстракты калины (138,8 мгРb²⁺/г) и боярышника (152,8 мгРb²⁺/г), меньшей – экстракт шиповника (127,8 мгРb²⁺/г) и мелиссы (108,4 мгРb²⁺/г). Использование в рецептуре хлеба пектиновых экстрактов, обладающих комплексообразующей способностью, позволит придать хлебу дополнительные свойства. За счет комплексообразующей способности пектиновых веществ в рецептуре хлеба он может быть рекомендован как продукт для здорового питания.

В связи с этим в лабораторных условиях было изучено влияние пектиновых экстрактов из плодов шиповника, боярышника, калины и листьев мелиссы на процесс брожения теста и формирование кислотности теста, приготовленного из пшенично-льняной мучной смеси в соотношении 95 : 5. В качестве контроля использовался образец теста, приготовленный без внесения пектиновых экстрактов. Экстракты вносили в дозировках 10, 15, 20% при замесе теста. Данные динамики кислотонакопления в тесте при различных дозировках ПЭ представлены в таблице 2.

Анализ полученных результатов во всех вариантах эксперимента показал, что внесение пектиновых экстрактов влияет на процесс кислотонакопления в тесте. С увеличением дозировки пектинового экстракта при замесе теста наблюдалось увеличение показателя конечной кислотности теста во всех опытных образцах по сравнению с контрольным образцом без внесения ПЭ. Следует отметить, что наибольшее значение конечной кислотности при брожении теста отмечено при внесении пектинового экстракта из плодов калины – 4,8 град. Н. В варианте с ПЭ шиповника конечная кислот-

ность была – 4,6 град. Н, при внесении ПЭ из плодов боярышника – 4,4 град. Н и ПЭ из листьев мелиссы – 4,1 град. Н, что превышает показатель конечной кислотности по сравнению с контрольным образцом без внесения ПЭ, где он был – 3,1 град. Н. Введение пектиновых экстрактов в тесто приводит к увеличению его начальной кислотности и активизации процесса брожения, что обусловлено нутриентным составом пектиновых экстрактов, которые являются дополнительной питательной средой для размножения дрожжевых клеток.

Учитывая полученные результаты по кислотности теста при внесении ПЭ во время замеса, можно рекомендовать применение ускоренного способа приготовления теста для выпечки хлеба из смеси пшеничной и льняной муки. Поэтому при проведении пробных лабораторных выпечек хлеба из мучной пшенично-льняной смеси приготовление теста проводили ускоренным способом.

Контролем в эксперименте служил хлеб, приготовленный из пшенично-льняной мучной смеси, состоящей из 95% пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта и 5% льняной муки.

Таблица 2. Влияние пектиновых экстрактов на кислотность теста из пшенично-льняной мучной смеси

Table 2. Effect of pectin extracts on the acidity of dough from wheat-flaxseed flour mixture

Показатели	Контроль	Дозировка ПЭ, %		
		10	15	20
ПЭ из плодов шиповника				
Начальная кислотность, град. Н	2,5	2,7	3,1	3,5
Конечная кислотность, град. Н через 150 мин после брожения	3,1	3,4	3,7	4,6
ПЭ из плодов боярышника				
Начальная кислотность, град. Н	2,5	2,6	2,8	3,2
Конечная кислотность, град. Н через 150 мин после брожения	3,1	3,3	3,5	4,4
ПЭ из плодов калины				
Начальная кислотность, град. Н	2,5	2,8	3,3	3,6
Конечная кислотность, град. Н через 150 мин после брожения	3,1	3,6	3,8	4,8
ПЭ из листьев мелиссы				
Начальная кислотность, град. Н	2,5	2,6	3,0	3,2
Конечная кислотность, град. Н через 150 мин после брожения	3,1	3,2	3,5	4,1

Опытные образцы хлеба с внесением при замесе теста пектиновых экстрактов в различных дозировках представлены на рисунке 4.

В готовых образцах были проанализированы органолептические и физико-химические характеристики, определяющие качество продукции.

Оценка качества образцов хлеба показала, что при внесении в рецептуру пектиновых экстрактов из дикорастущих культур происходит значительное осветление мякиша хлеба по сравнению с контрольным образцом из пшенично-льняной мучной смеси. Осветление мякиша хлеба можно объяснить восстановлением пектиновых компонентов до бесцветных фенолов в кислой среде. Также отмечено, что повышение дозировки ПЭ приводит к улучшению поверхности готовых изделий и изменению цвета корки хлеба. При увеличении дозировки в тесто пектинового экстракта цвет корки изменялся от светло-серого оттенка, до коричневого и темно коричневого. Образцы с внесением пектиновых экстрактов отличались от контроля более упругим, рав-

номерно пропеченным мякишем, тонкой структурой, равномерной пористостью и отсутствием следов непромеса [9].

При дегустации опытных образцов было отмечено, что хлеб с ПЭ из дикорастущих культур отличался более насыщенными и привлекательными вкусовыми характеристиками по сравнению с контрольным образцом. Наилучшими вкусовыми характеристиками обладал образец с ПЭ из листьев Melissa [7,11].

Разработанные рецептуры хлеба получили названия «Боярушка» с ПЭ боярышника, «Калинка» с ПЭ калины, «Дикая роза» с ПЭ шиповника, «Мелиссовый» с ПЭ из листьев Melissa. На рисунке 5 представлена профилограмма бальной оценки органолептических показателей качества опытных образцов хлеба.

Согласно профилограмме рисунка 5 наилучшим по всем органолептическим показателям является хлеб «Калинка», затем «Дикая роза», «Боярушка» и хлеб «Мелиссовый». В таблице 3 приведены данные оценки опытных образцов по физико-химическим показателям.

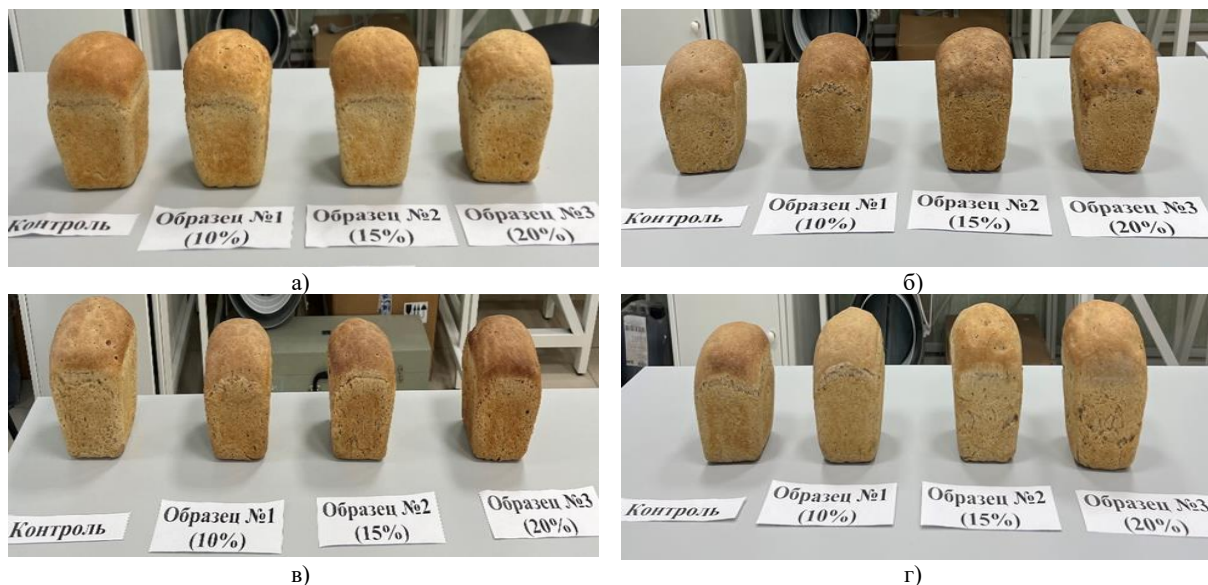


Рис 4. Результаты пробной лабораторной выпечки хлеба из пшенично- льняной мучной смеси с пектиновыми экстрактами: а) шиповник, б) калина в) мелисса г) боярышник

Fig. 4. The results of a laboratory test baking of bread from a wheat-flax flour mixture with pectin extracts: a) rose hips, b) viburnum, c) lemon balm, d) hawthorn

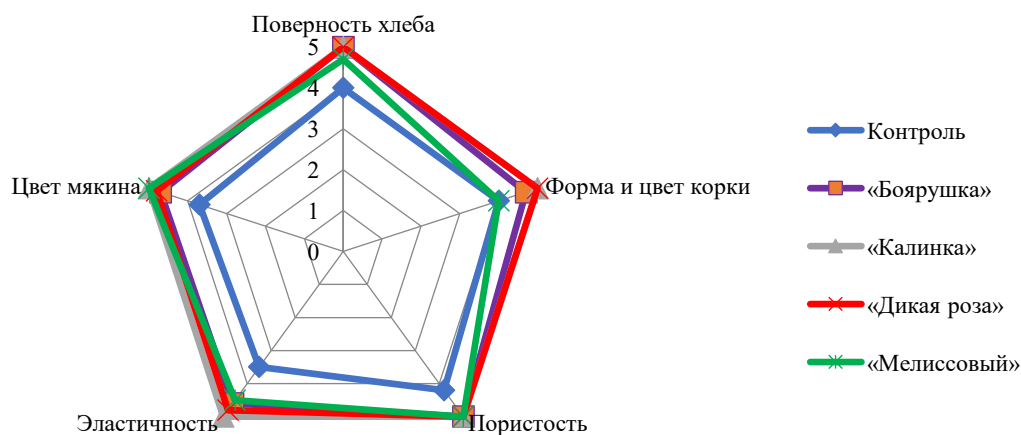


Рис. 5. Органолептические показатели образцов хлеба
Fig. 5. Organoleptic characteristics of bread samples

Таблица 3. Физико-химические показатели исследуемых образцов хлеба
Table 3. Physical and chemical indicators of bread samples

Показатель	Вид хлеба			
	«Боярушка»	«Дикая роза»	«Калинка»	«Мелиссовый»
Пористость мякиша, %	77	78	79	75
Влажность мякиша, %	42,6	42,0	42,2	42,8
Кислотность мякиша, град. Н	3,2	3,5	3,8	3,0
Объем хлеба, см ³	980	1000	1010	950

Из представленных данных в таблице 3 видно, что все образцы хлеба имеют высокие показатели качества.

Учитывая результаты, полученные при определении комплексообразующей способности пектиновых экстрактов, представляло интерес проверить сорбционную способность хлеба из пшенично-льняной смеси с пектиновыми экстрактами. В связи с этим в образцах хлеба по разработанным рецептурам была определена его сорбционная способность, рисунок 6.

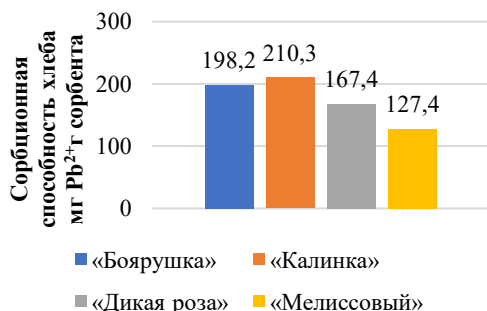


Рис. 6. Сорбционная способность исследуемых образцов хлеба

Fig. 6. Sorption capacity of the studied bread samples

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что внесение в рецептуру хлеба из пшенично-льняной смеси пектиновых экстрактов из дикорастущего сырья не только улучшает качество хлеба, но и придает ему лечебно-профилактические свойства за счет способности связывать ионы тяжелых металлов. Следовательно, такой хлеб можно рекомендовать людям, проживающим в неблагоприятных экологических районах РФ и работающим в отраслях химической и тяжелой промышленности.

В экспериментальных обогащенных образцах хлеба определялась пищевая ценность в 100 г продукта. Установлено, что при добавлении льняной муки и пектиновых экстрактов в рецептуру хлеба изменяется содержание пищевых веществ в 100 г хлеба по сравнению с хлебом из пшеничной хлебопекарной муки высшего сорта.

Полученные результаты показали, что содержание белков в хлебе «Боярушка» и «Мелиссовый» увеличилось по сравнению с контролем на 6,5 %, в хлебе «Дикая роза» и «Калинка» на 12,0 %, жиров в экспери-

ментальном хлебе было в 2-2,5 раза больше по сравнению с контролем, содержание углеводов и пищевых волокон у всех образцов было выше на 20 %.

Энергетическая ценность хлеба по разработанным рецептурам увеличилась по сравнению с контролем в среднем на 20%.

Установлено, что потребление хлеба «Боярушка» позволяет удовлетворить суточную потребность взрослого человека в белках на 36,3%, в пищевых волокнах – на 55,0%, витамина В₁ – на 50%, витамина В₉ – на 57%, витамина РР – на 40%, магния – на 23,6%, натрия – на 58,9%, фосфора – на 31,9%, железа – на 25%, селена – на 32,9%. Хлеб «Дикая роза» покрывает потребность в белках на 37,7%, в жирах – на 4,5%, углеводах – на 46,1%, в пищевых волокнах – на 52,7%, витамине А – на 34,0%, витамине В₉ – на 19,1%, витамине РР – на 42,5%, магний – на 25,0%, в натрии – на 59,1%, в фосфоре – на 32,2%, в селене – на 24,6%. Хлеб «Калинка» отличался самыми высокими показателями удовлетворения суточной потребности по белку на 37,1%, жиру – на 7,6%, в углеводах – на 39,0%, пищевых волокнах – на 66,7%, витамину А – на 36,3%, бета каротину – на 14,3%, витамину В₁ – на 50,0%, витамину В₉ – на 35,4%, витамину РР – на 49,0%. Потребность в калии при употреблении хлеба «Калинка» покрывается на 19,2%, магния – на 23,4%, натрия – на 59,3%, фосфора – на 35,6%, селена – на 17,3%. Хлеб «Мелиссовый» характеризовался содержанием в процентах от суточной нормы потребления белка на 36,3%, жира – на 4,2%, углеводов – на 36,7%, пищевых волокон – на 46,1%, витамина – В₉ на 19,1%, витамина РР – на 42,5%, калия – на 16,7%, магния – на 26,5%, натрия – на 59,5%, фосфора – на 31,9%, селена – на 24,6%. Полученные данные подтверждают обогащающий эффект хлеба, разработанного по разработанным рецептурам и принятым технологическим решениям в его производстве.

Учитывая то, что пектины обладают хорошей водоудерживающей способностью, на завершающем этапе исследования про-

дилось изучение влияния пектиновых экстрактов из дикорастущего сырья на изменение влажности хлеба в процессе хранения.

Образцы хлеба «Боярушка», «Мелиссовый», «Дикая роза» и «Калинка» хранили в закрытых контейнерах, в холодильнике, в течении 72 ч, показатели влажности проверяли через 24 часа.

Изменение влажности хлеба в процессе хранения опытных образцов хлеба представлены на рисунке 7.

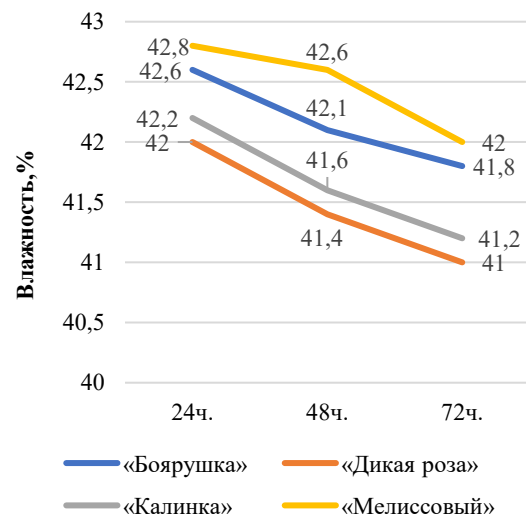


Рис. 7. Изменение влажности мякиша хлеба в процессе хранения

Fig. 7. Changes in bread crumb moisture during storage

Данные, представленные на рисунке 7, показывают, что снижение показателя влажности исследуемых образцов хлеба в течение 72 часов хранения происходит незначительно, что обусловлено свойствами пектиновых веществ удерживать влагу и с течением времени отдавать ее. Эта способность пектиновых веществ является важной с технологической точки зрения, так как использование пектиновых экстрактов снижает скорость черствения хлеба, а следовательно, способствует увеличению сроков хранения готовых изделий.

Заключение. Таким образом, в процессе исследования было установлено, что пектиновые экстракты из дикорастущего сырья могут использоваться для улучшения качества хлеба из пшенично-льняной мучной

смеси. Лучшие показатели качества хлеба были получены при дозировке пектинового экстракта 15% при замесе теста из пшенично-льняной мучной смеси. Пектиновые экстракты в производстве хлеба из пшенично-льняной мучной смеси выполняют функциональную роль улучшителя и обогащают его ценными нутриентами.

Проведенные исследования позволили разработать рецептуры обогащенного

хлеба с высокими качественными характеристиками и сорбционной способностью. Все опытные образцы хлеба имели высокие показатели пористости и удельного объема, показатели кислотности и влажности были в пределах требований соответствующего стандарта на данный вид продукции. Внесение пектиновых экстрактов из сухого дикорастущего сырья приводит к увеличению сроков хранения хлеба.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буракова Л.Н. Обоснование и разработка хлебобулочных изделий, обогащенных арктическим растительным сырьем // Индустрия питания. Food Industry. 2022. Т. 7, № 2. С. 44-51. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2022-7-2-5>.
2. Варданян Л.Р., Арутюнян С.А., Горосян Г.О. Исследование антиоксидантной активности растительного сырья как натурального стабилизатора пищевых продуктов // Техника и технология пищевых производств. 2025. Т. 55, № 3. С. 485-495. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-3-2586>.
3. Винницкая В.Ф., Палфитов В.Ф. Исследования содержания биологически-активных веществ в листьях плодовых культур и растительных экстрактах на их основе // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2020. № 2. С. 115-121. <https://doi.org/10.24411/2311-6447-2020-10050>.
4. Влияние льняной муки на реологические свойства теста из смеси пшеничной и льняной муки и качество хлеба / Конева С. И. [и др.] // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 1. С. 85-96. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-85-96>.
5. Вихрова Е.А. Возможность использования льняной муки при производстве хлебобулочных изделий // Вестник КрасГАУ. 2022. № 1. С. 197-203. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-1-197-203>.
6. Зубова Е. В. Биотехнологические аспекты производства традиционных и функциональных хлебобулочных изделий // Вестник Нижегородского государственного аграрного университета. 2025. № 1 (45). С. 97-108.
7. Перфилова О.В. Новый сорт хлеба с шиповником // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 8. С. 77-78.
8. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В. Плоды редких культур как источники антиоксидантов для разработки функциональных продуктов питания // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023. № 83 (5). С. 151-163. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2023-5-83-151-163>.
9. Ревякина Н.А., Сокол Н.В. Изучение качества плодов боярышника и шиповника, как сырьевого источника для пектиновых экстрактов // Актуальная биотехнология. 2022. № 1. С. 323.
10. Ревякина Н.А., Сокол Н.В. Комплексная оценка качества мучных композитных смесей из пшеничной и льняной муки для производства обогащенного хлеба // Новые технологии. 2023. Т. 19, № 3. С. 78-86. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-3-78-86>. EDN MUDRGR.
11. Санжаровская Н.С., Сокол Н.В. Целесообразность использования экстракта из плодов хеномелеса в технологии пшеничного хлеба // Ползуновский вестник. 2024. № 2. С. 19-26. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.003>.

12. Ущачковский В.И., Гончарова А.А., Миневич И.Э. Влияние способа введения льняной муки на свойства хлебобулочных изделий // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11. С. 183-191. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-11-183-191>.

13. Хатко З.Н., Наумова Е.В. Влияние пектиновых веществ на активацию заквасок для ржано-пшеничного мини-хлеба // Новые технологии. 2020. № 1. С. 75-86. <https://doi.org/10.24411/2072-0920-2020-10108>.

14. Хлопов А.А., Ефименко С.Г., Лыбенко Е.С. Влияние льняной муки на качество ржаного хлеба // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86, № 2. С. 74-80. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2024-2-74-80>.

15. Шалтумаев Т.Ш., Могильный М.П., Сигарева М.А. Использование продуктов переработки семян льна для производства изделий повышенной пищевой ценности // Известия вузов. Пищевая технология. 2015. № 5/6. С. 42-45.

16. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food / A. Goyal [et al.] // Journal Food Sci. Technol. 2016. Vol. 51, No. 9. P. 163-165.

REFERENCES

1. Burakova L.N. Justification and development of bakery products enriched with Arctic plant raw materials // Food Industry. 2022. Vol. 7, No. 2. P. 44-51. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2022-7-2-5>. [In Russ.]

2. Vardanyan L.R., Harutyunyan S.A., Torosyan G.O. Study of the antioxidant activity of plant raw materials as a natural stabilizer of food products // Equipment and technology of food production. 2025. Vol. 55, No. 3. P. 485-495. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2025-3-2586>. [In Russ.]

3. Vinnitskaya V.F., Palfitov V.F. Studies of the content of biologically active substances in the leaves of fruit crops and plant extracts based on them // Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products. 2020. No. 2. P. 115-121. <https://doi.org/10.24411/2311-6447-2020-10050>. [In Russ.]

4. The influence of flaxseed flour on the rheological properties of dough from a mixture of wheat and flaxseed flour and the quality of bread / Koneva S.I. [et al.] // Engineering and technology of food production. 2019. Vol. 49, No. 1. P. 85-96. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-85-96>. [In Russ.]

5. Vikhrova E.A. Possibility of Using Flaxseed Flour in the Production of Bakery Products // Bulletin of KrasSAU. 2022. No. 1. P. 197-203. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-1-197-203>. [In Russ.]

6. Zubova E.V. Biotechnological aspects of the production of traditional and functional bakery products // Bulletin of the Nizhny Novgorod State Agrotechnological University. 2025. No. 1 (45). P. 97-108. [In Russ.]

7. Perfilova O.V. New variety of bread with rose hips // Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex. 2010. No. 8. P. 77-78. [In Russ.]

8. Prichko T.G., Droficheva N.V. Fruits of rare crops as sources of antioxidants for the development of functional foods // Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2023. No. 83 (5). P. 151-163. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2023-5-83-151-163>. [In Russ.]

9. Revyakina N.A., Sokol N.V. Study of the quality of hawthorn and rose hips as a raw material source for pectin extracts // Actual biotechnology. 2022. No. 1. P. 323. [In Russ.]

10. Revyakina N.A., Sokol N.V. Comprehensive assessment of the quality of flour composite mixtures from wheat and flaxseed flour for the production of fortified bread // New technologies. 2023. Vol. 19, No. 3. P. 78-86. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-3-78-86>. EDN MUDRGR. [In Russ.]

11. Sanzharovskaya N.S., Sokol N.V. Feasibility of using chaenomeles fruit extract in wheat bread technology // Polzunovsky Vestnik. 2024. No. 2. P. 19-26. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.003>. [In Russ.]

12. Ushchapovsky V.I., Goncharova A.A., Minevich I.E. Influence of the method of adding flaxseed flour on the properties of bakery products // Vestnik of KrasSAU. 2022. No. 11. P. 183-191. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-11-183-191>. [In Russ.]

13. Khatko Z.N., Naumova E.V. Influence of pectin substances on the activation of starters for rye-wheat mini-bread // New technologies. 2020. No. 1. P. 75-86. <https://doi.org/10.24411/2072-0920-2020-10108>. [In Russ.]

14. Khlopov A.A., Efimenko S.G., Lybenko E.S. Influence of flaxseed flour on the quality of rye bread // Bulletin of VSUET. 2024. Vol. 86, No. 2. P. 74-80. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2024-2-74-80>. [In Russ.]

15. Shaltumaev T.Sh., Mogilny M.P., Sigareva M.A. Use of flax seed processing products for the production of products with increased nutritional value // News of universities. Food technology. 2015. No. 5/6. P. 42-45. [In Russ.]

16. Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food / A. Goyal [et al.] // Journal Food Sci. Technol. 2016. Vol. 51, No. 9. P. 163-165.

Информация об авторах / Information about the authors

Сокол Наталья Викторовна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. им. Калинина, дом 13, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9051-8190>, e-mail: sokol_n.v@mail.ru

Ревякина Нина Александровна, ассистент кафедры технологии хранения и переработки растениеводческой продукции, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; 350044, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. им. Калинина, дом 13, e-mail: nina-revyakina@inbox.ru.

Natalia V. Sokol, Dr Sci. (Eng.), Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinin St., ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9051-8190>, e-mail: sokol_n.v@mail.ru

Nina A. Revyakina, Assistant, the Department of Technology of Storage and Processing of Plant Products, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 350044, the Russian Federation, Krasnodar, 13 Kalinin St., e-mail nina-revyakina@inbox.ru

Заявленный вклад соавторов

Сокол Наталья Викторовна – разработка методики исследования, валидация данных, оформление статьи по требованиям журнала.

Ревякина Нина Александровна – подбор литературных источников, проведение эксперимента.

Claimed contribution of the authors

Natalia V. Sokol developed the research methodology, validated the data, and formatted the article according to the requirements of the Journal.

Nina A. Revyakina selected literary sources and conducted the experiment.

Поступила в редакцию 23.01.2026

Поступила после рецензирования 24.02.2026

Принята к публикации 26.02.2026

Received 23.01.2026

Revised 24.02.2026

Accepted 26.02.2026