



Научная статья
4.3.3. – Пищевые системы (технические науки)
УДК 573.6.086

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2026.01.014

EDN: UVHXDU

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНОПЛЯНОЙ МУКИ НА КАЧЕСТВО РЖАНОГО ХЛЕБА НА ЗАКВАСКЕ

Дарья Евгеньевна Колпакова ¹, Юлия Ренатовна Серазетдинова ²,
Иван Игоревич Плешивцев ³, Татьяна Владиславовна Тамарзина ⁴,
Людмила Константиновна Асякина ⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, Россия

¹ kolpakova1205@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8508-3372>

² serazetdinova2000@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3044-3529>

³ ivanpleshivsev@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-4085-4045>

⁴ tamarazina@mail.ru

⁵ alk_kem@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4988-8197>

Аннотация. В связи с растущим интересом потребителей к здоровому питанию и поиску новых нетрадиционных ингредиентов разработка хлеба, обогащенного биологически ценными веществами, является актуальной задачей современной пищевой промышленности. Конопляная мука, являющаяся источником полноценного белка, клетчатки, полиненасыщенных жирных кислот, витаминов и минералов, представляет собой перспективную добавку для функционального хлебопечения. Однако введение нетрадиционных ингредиентов способно оказывать негативное влияние на технологические и реологические свойства теста, а также на качество готового продукта. В данной работе изучено влияние конопляной муки на качество ржаного хлеба, приготовленного на закваске. Оценили возможность введения конопляной муки в рецептуру ржаного хлеба в различных концентрациях (0 % (контроль), 5 %, 10 %, 15 % и 20 % от массы муки). Для оценки влияния добавки проведен анализ реологических свойств теста, включая определение предельного напряжения сдвига, вязкости и релаксации. Качество готового хлеба оценено по органолептическим показателям (вкус, аромат, цвет, консистенция мякиша и внешний вид) и физико-химическим характеристикам (влажность, пористость, кислотность). Установлено, что добавление конопляной муки в количестве до 15 % не оказывает значительного негативного влияния на сенсорные и физико-химические свойства хлеба, позволяя обогатить его ценными нутриентами. Повышение концентрации конопляной муки до 20 % приводит к снижению реологических свойств теста, уменьшению объема и ухудшению сенсорных характеристик готового продукта, таких как вкус, аромат и текстура. Полученные результаты позволяют оптимизировать рецептуру ржаного хлеба с добавлением конопляной муки для достижения оптимального баланса между пищевой ценностью и потребительскими свойствами.

Ключевые слова: здоровое питание, нетрадиционное сырье, рецептура, реологические свойства, органолептические показатели, физико-химические показатели, технология хлебопечения, пищевая ценность, биологическая ценность.

Благодарности: Исследование проводилось на базе ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» с использованием ЦКП «Инструментальные методы анализа в области прикладной биотехнологии» в рамках государственного задания FZSR-2024-0009.

Для цитирования: Оценка влияния конопляной муки на качество ржаного хлеба на закваске / Колпакова Д. Е. [и др.] // Ползуновский вестник. 2026. № 1, С. 85–91. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2026.01.014. EDN: <https://elibrary.ru/UVHXDU>.

Original article

EVALUATION OF EFFECT OF HEMP FLOUR ON QUALITY OF SOURDOUGH RYE BREAD

Daria E. Kolpakova ¹, Yulia R. Serazetdinova ², Ivan I. Pleshivtsev ³,
Tatiana V. Tamarzina ⁴, Lyudmila K. Asyakina ⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} FSBSI HE «Kemerovo State University», Kemerovo, Russia

¹ kolpakova1205@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8508-3372>

² serazetdinova2000@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3044-3529>

³ ivanpleshivsev@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-4085-4045>

⁴ tamarazina@mail.ru

⁵ alk_kem@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4988-8197>

© Колпакова Д. Е., Серазетдинова Ю. Р., Плешивцев И. И., Тамарзина Т. В., Асякина Л. К., 2026

Abstract. Due to the growing interest of consumers in healthy eating and the search for new non-traditional ingredients, the development of bread enriched with biologically valuable substances is an urgent task of the modern food industry. Hemp flour, which is a source of complete protein, fiber, polyunsaturated fatty acids, vitamins and minerals, is a promising additive for functional bread baking. However, the introduction of non-traditional ingredients can have a negative effect on the technological and rheological properties of the dough, as well as on the quality of the finished product. In this paper, we study the effect of adding hemp flour on the quality of rye bread made with sourdough. The possibility of adding hemp flour to the rye bread recipe was evaluated at various concentrations (0% (control), 5%, 10%, 15%, and 20% of the flour weight). To assess the effect of the additive, an analysis of the rheological properties of the dough was carried out, including determining the ultimate shear stress, viscosity and relaxation. The quality of the finished bread was assessed based on organoleptic indicators (taste, aroma, color, crumb consistency and appearance) and physicochemical characteristics (moisture, porosity, acidity). It was found that adding hemp flour in an amount of up to 15 % does not have a significant negative effect on the sensory and physicochemical properties of bread, allowing it to be enriched with valuable nutrients. Increasing the concentration of hemp flour to 20 % leads to a decrease in the rheological properties of the dough, a decrease in volume and deterioration of the sensory characteristics of the finished product, such as taste, aroma and texture. The results obtained allow us to optimize the recipe for rye bread with the addition of hemp flour to achieve an optimal balance between nutritional value and consumer properties.

Keywords: healthy nutrition, non-traditional raw materials, recipe, rheological properties, organoleptic indicators, physicochemical indicators, baking technology, nutritional value, biological value.

Acknowledgements: The study was conducted at the Kemerovo State University using the Center for Collective Use «Instrumental Methods of Analysis in the Field of Applied Biotechnology» within the framework of the state assignment FZSR-2024-0009.

For citation: Kolpakova D. E., Serazetdinova Yu. R., Pleshivtsev I. I., Tamarzina T. V. & Asyakina L. K. (2026). Evaluation of effect of hemp flour on quality of sourdough rye bread. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 85-91. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2026.01.014. EDN: <https://elibrary.ru/UVHXDU>.

ВВЕДЕНИЕ

Хлеб, являясь базовым компонентом пищевого рациона человека, представляет собой значимый источник нутриентов, необходимых для поддержания жизнедеятельности организма. Современные потребительские предпочтения смещаются в сторону продуктов, обладающих не только вкусовым разнообразием, но и улучшенным нутриентным составом, а также функциональными свойствами, благотворно влияющими на здоровье [1]. В этой связи наблюдается тенденция к обогащению хлебобулочных изделий нетрадиционными ингредиентами, такими как псевдозерновые, бобовые, масличные культуры и др. Среди перспективных выделяются семена конопли (*Cannabissativa* L.), богатые ценными питательными веществами. Традиционно используемые в Азии, Индии и Восточной Европе, семена конопли вновь обрели популярность в Канаде и странах Европы как ценный источник пищевых волокон и белка [2].

Семена конопли характеризуются высоким содержанием белка (20–25 %), биологическая ценность которого сопоставима с белком куриного яйца [3], и содержат полный спектр незаменимых аминокислот. Значительная концентрация аргинина, предшественника оксида азота (NO), способствует вазодилатации и снижению риска сердечно-сосудистых заболеваний. Липидный профиль семян конопли представлен преимущественно полиненасыщенными жирными кислотами [4]. Конопляная мука богата полифенолами, обладающими антиоксидантными, противовоспалительными, антимикробными и противоопухолевыми свойствами [5]. Кроме того, семена конопли являются источником витамина E и ряда минеральных веществ, включая фосфор, калий, магний, кальций, натрий, железо, серу и цинк [6].

Оптимизация процессов ферментации играет ключевую роль в раскрытии потенциала новых растительных ингредиентов, позволяя решить ряд нутрициологических, технологических и органолептических задач [7]. Ферментация на основе заквасок, содержащих специально подобранные штаммы молочнокислых бактерий, успешно применяется для обработки конопляной муки, способствуя ее инте-

грации в рецептуры пшеничного хлеба и макаронных изделий, а также улучшая биодоступность белка и антиоксидантные свойства [8].

Реологические свойства теста, такие как предельное напряжение сдвига, вязкость и релаксация, критически важны для качества хлеба. Предельное напряжение сдвига отражает прочность структуры и способность удерживать газ при брожении, влияя на объем и пористость мякиша. Вязкость определяет текучесть теста и равномерность распределения ингредиентов, влияя на форму и однородность мякиша. Релаксация важна для адаптации к изменяющимся условиям в процессе производства и влияет на эластичность мякиша и образование трещин на корке. Контроль этих параметров позволяет оптимизировать технологический процесс и получать хлеб с заданными характеристиками [9].

Включение конопляной муки в рецептуру хлебных изделий оказывает влияние на реологические свойства теста, а также на физико-химические и органолептические показатели готового продукта. Учитывая воздействие компонентов конопляной муки на структуру теста, необходимо провести исследование для определения оптимального количества конопляной муки, позволяющего достичь наибольшего содержания биологически активных веществ в готовом изделии и избежать негативного влияния на его качество. Это обусловлено тем, что избыточное количество конопляной муки способно привести к снижению упругости, что, в свою очередь, отрицательно скажется на формоустойчивости и объеме хлеба. Таким образом, определение оптимального баланса между обогащением продукта ценными нутриентами конопляной муки и сохранением реологических характеристик является критически важным для разработки технологически обоснованной рецептуры.

Целью данной работы является исследование влияния добавления конопляной муки на качество ржаного хлеба, приготовленного на закваске, установление оптимальной дозировки добавки, обеспечивающей баланс между повышенной пищевой ценностью и высокими потребительскими свойствами изделия. Для достижения цели проведена сравнительная оценка влияния различных концентраций конопляной муки (от 5 % до 20 %) на

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНОПЛЯНОЙ МУКИ НА КАЧЕСТВО РЖАНОГО ХЛЕБА НА ЗАКВАСКЕ

реологические свойства теста, а также на органолептические и физико-химические показатели готового продукта в сравнении с контрольным образцом.

МЕТОДЫ

Объектами исследования являлся ржаной хлеб на закваске с добавлением конопляной муки в рецептуру в количестве 5, 10, 15 и 20 % от массы муки. В качестве контрольного образца выступал ржаной хлеб на закваске без добавления конопляной муки.

Образцы хлеба изготавливались на основе ржаной маточной закваски, полученной путем спонтанного брожения смеси обдирной ржаной муки и воды (соотношение 2:3) при комнатной температуре в течение 23–25 часов. Далее она подвергалась многократным обновлениям (закваска предыдущего этапа: мука:вода – 1:2:3) каждые 4–12 часов до увеличения объема закваски в 2–3 раза в течение 4–6 часов на протяжении 2–3 последовательных циклов обновления, формирования характерного органолептического профиля и достижения кислотности 10–12 град.

Производственная закваска готовилась путем смешивания маточной закваски (5 частей), воды (3 части) и обдирной ржаной муки (2 части) с последующей ферментацией в течение 4–6 часов.

Тесто для экспериментальных образцов замешивалось из производственной закваски (5,3 части), водного раствора соли (вода 1,4 части, соль 0,15 части), обдирной ржаной муки (3,5 части), и конопляной муки. Замес осуществлялся в течение 7 минут. Последующая расстойка теста проводилась в течение 1–3 часов до увеличения объема вдвое. Выпечка осуществлялась в три этапа: 15 минут при 250 °С, 15 минут при 200 °С и 40 минут при 150 °С. Охлаждение готовых изделий проводилось в течение 3–4 часов. Базовая рецептура хлеба на закваске адаптирована из работы Н. Корнышовой [10].

Оценка органолептических показателей качества хлеба проводилась в соответствии с требованиями ГОСТ 31807-2018 «Изделия хлебобулочные из ржаной хлебопекарной и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия». Сенсорный анализ включал оценку таких параметров, как внешний вид (форма, состояние поверхности, характер корки), цвет, запах (аромат), вкус и консистенция мякиша. Каждый показатель оценивался по пятибалльной шкале, где 5 баллов – отлично; 4 балла – хорошо; 3 балла – удовлетворительно; 2 балла – неудовлетворительно;

Таблица 1 – Условные обозначения опытных и контрольного образцов хлеба

Table 1 – Symbols for experimental and control samples of bread

Условное обозначение	Описание образца
PK5	Ржаной хлеб на закваске с добавлением 5 % конопляной муки
PK10	Ржаной хлеб на закваске с добавлением 10 % конопляной муки
PK15	Ржаной хлеб на закваске с добавлением 15 % конопляной муки
PK20	Ржаной хлеб на закваске с добавлением 20 % конопляной муки
КО	Ржаной хлеб на закваске без добавления конопляной муки

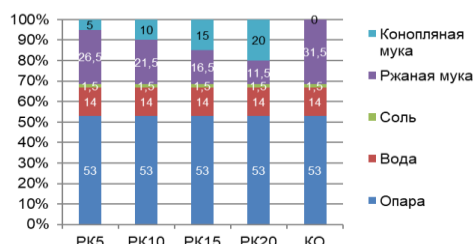


Рисунок 1 – Рецептуры опытных и контрольного образцов хлеба

Figure 1 – Recipes for experimental and control samples of bread

1 балл – плохо. При оценке соблюдались требования, представленные в ГОСТ 5667-2022 «Изделия хлебобулочные. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий» [11].

Оценка физико-химических характеристик хлеба, приготовленного на закваске с использованием нетрадиционного сырья, проводилась с применением стандартизированных методик. Пористость хлеба определялась согласно ГОСТ 5669-96 «Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости» [12]. Уровень кислотности измерялся в соответствии с ГОСТ 5670-96 «Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности» [13]. Содержание влаги в образцах анализировалось по ГОСТ 21094-2022 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Метод определения влажности» [14].

Исследование реологических показателей проводилось с использованием структурометра СТ-2.

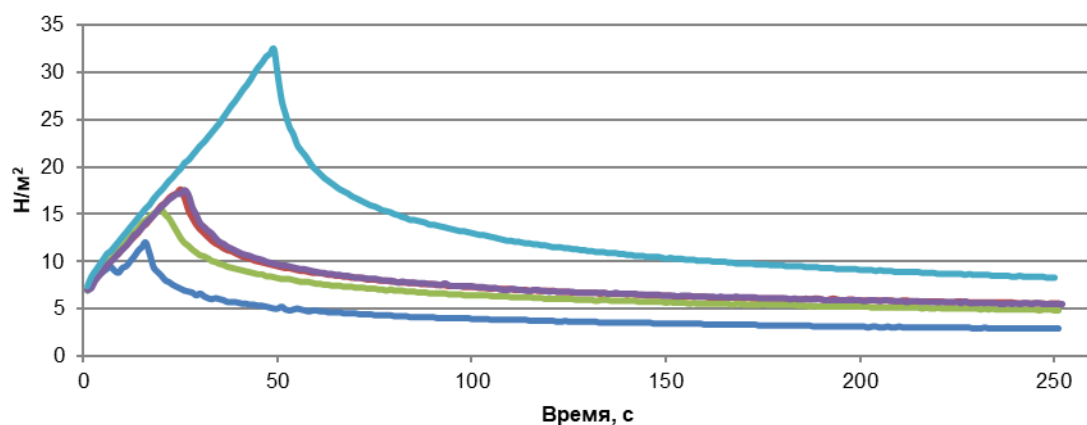
Параметры проведения эксперимента: Методика – пенетрации с фиксацией пикового усилия; индентер – конус с углом 30 °; скорость внедрения – 0,5–1,7 мм/с (задаётся программой); скорость нагружения – 5–12 г/с (при работе в режиме контроля нагрузки); усилие касания (триггер) – 5–10 г (начало регистрации данных); глубина погружения – до достижения предельного усилия; диапазон измеряемых нагрузок – –5000...+5000 г, погрешность ≤1 %; измеряемая величина – пиковое усилие нагружения (г), пересчитанное в предельное напряжение сдвига $\tau_0 = F_{max} / S$, Па, где S – площадь контакта индентера с образцом; температура образца – 20±2 °С; состояние теста – после помещения теста в измерительную ячейку выдерживали 10 мин для релаксации напряжений.

РЕЗУЛЬТАТЫ

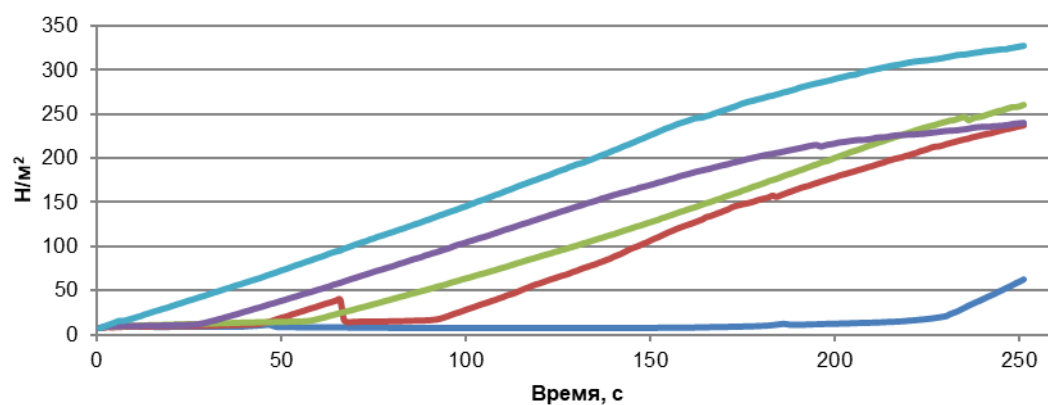
В таблице 1 приведены условные обозначения, используемые для идентификации исследуемых образцов хлеба. На рисунке 1 представлены подробные рецептуры каждого образца, с указанием процентного содержания всех ингредиентов, входящих в состав. Сопоставление данных таблицы 1 и рисунка 1 позволяет установить соответствие между условным обозначением образца и его рецептурой. Это обеспечивает наглядность и упрощает интерпретацию результатов, представленных в тексте статьи.

Разнообразие рецептов, обусловленное варьированием дозировки ключевого компонента – конопляной муки, позволяет провести сравнительный анализ и выявить влияние данного ингредиента на реологические показатели тестовой заготовки, а также на физико-химические и органолептические показатели качества готового продукта.

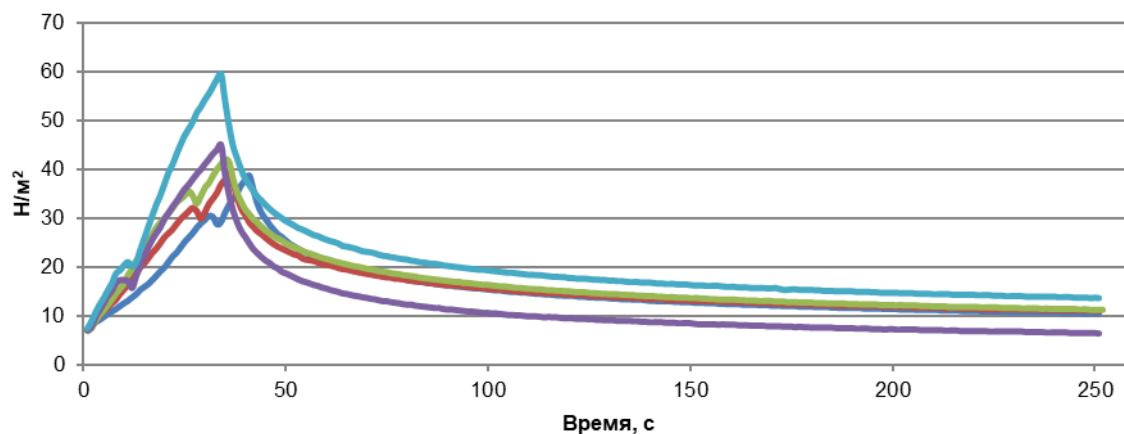
Для понимания влияния конопляной муки на характеристики теста и выявления потенциальных причин изменений качества конечного продукта проведено исследование реологических свойств теста, включающее определение предельного напряжения сдвига, вязкости и релаксации.



а (а)



б (б)



в (с)

Рисунок 3 – Результаты исследования реологических показателей, где: а – результаты исследования предельного напряжения сдвига; б – исследование вязкости; в – исследование релаксации

Figure 3 – Results of the study of rheological parameters, where: a – results of the study of the ultimate shear stress; b – study of viscosity; c – study of relaxation

Исследование реологических свойств теста показало, что добавление конопляной муки оказывает существенное влияние на его характеристики. В частности, введение конопляной муки в количестве 20 % негативно сказывается на таких важных параметрах, как предельное напряжение сдвига, вязкость и релаксация. Это выражается в снижении предель-

ного напряжения сдвига, что свидетельствует об ослаблении структуры теста и его способности удерживать газ. Кроме того, наблюдается уменьшение вязкости и ухудшение релаксационных свойств, что отрицательно влияет на формирование структуры мякиша и может приводить к получению более плотного и менее эластичного хлеба.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНОПЛЯНОЙ МУКИ НА КАЧЕСТВО РЖАНОГО ХЛЕБА НА ЗАКВАСКЕ

Результаты сенсорного анализа, включающего оценку внешнего вида, цвета, запаха, вкуса и консистенции мякиша, представлены в таблице 2. Фокус-группа состояла из 20 участников ($n = 20$), включающих 10 женщин и 10 мужчин в возрасте 20–50 лет, из которых 6 человек имели опыт сенсорной оценки

хлебублочных изделий, а остальные – рядовые потребители. Данные таблицы позволяют сравнить органолептические характеристики хлеба с различным содержанием конопляной муки и выявить влияние данного вида муки на восприятие качества продукта.

Таблица 2 – Балльная оценка органолептических показателей опытных и контрольного образцов ржаного хлеба

Table 2 – Scoring of organoleptic indicators of experimental and control samples of rye bread

Наименование образца	Показатель				
	Внешний вид	Цвет	Запах	Вкус	Консистенция мякиша
КО	5	5	5	5	5
PK5			4	4	
PK10					
PK15					
PK20	2	4	3	2	2

Полученные данные позволили охарактеризовать органолептический профиль образцов и выявить влияние рецептурных компонентов на сенсорные характеристики готового продукта.

Результаты органолептической оценки образцов ржаного хлеба, приготовленных с добавлением различного количества конопляной муки, свидетельствуют о сохранении высоких потребительских свойств при ее введении в рецептуру в объеме от 5 % до 15 %. В этом интервале концентраций не наблюдалось статистически значимого ухудшения органолептических показателей. Внешний вид, цвет корки и мякиша, а также вкус, запах и консистенция мякиша с добавлением 5 %, 10 % и 15 % конопляной муки соответствовали требованиям ГОСТ 31807-2018 и имели высокие балльные оценки, сравнимые с контрольным образцом ржаного хлеба без нетрадиционного вида муки.

Однако при увеличении содержания конопляной муки до 20 % отмечено резкое ухудшение органолептических характеристик. В частности, наблюдалось изменение аромата в сторону появления нехарактерных оттенков, вкус приобрел выраженную горечь, консистенция мякиша стала более плотной, снизилась его эластичность и упругость. Эти изменения свидетельствуют о негативном влиянии высокой концентрации конопляной муки на сенсорные свойства хлеба, что связано с особенностями химического состава данного вида муки и ее взаимодействием с компонентами теста в процессе выпечки.

Далее изучали физико-химические показатели, результаты представлены на рисунке 2. Анализ физико-химических показателей образцов хлеба подтвердил тенденции, выявленные в ходе органолептической оценки.

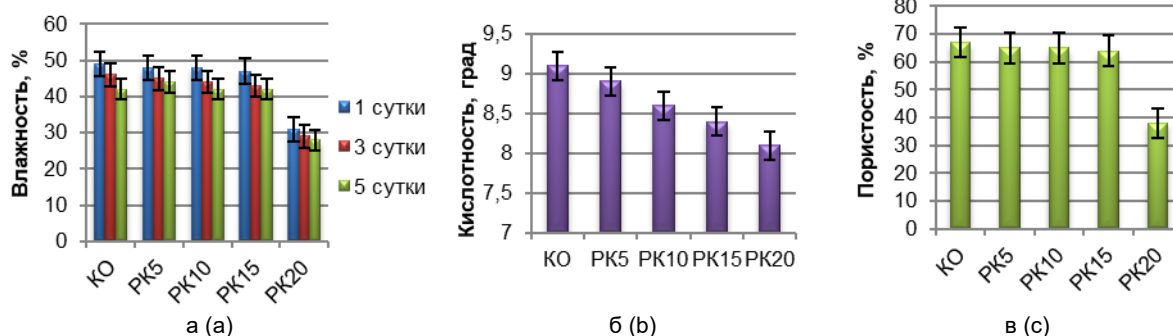


Рисунок 2 – Результаты исследования физико-химических показателей, где: а – результаты исследования влажности на 1, 3 и 5 сутки; б – исследование кислотности; в – исследование пористости

Figure 2 – Results of the study of physicochemical parameters, where: a – results of the study of humidity on the 1st, 3rd and 5th days; b – study of acidity; c – study of porosity

Установлено, что добавление конопляной муки в диапазоне концентраций от 5 % до 15 % не вызывает значительных изменений исследуемых параметров по сравнению с контрольным образцом, приготовленным без использования нетрадиционного сырья. Однако увеличение содержания конопляной муки до 20 % приводит к существенному ухудшению физико-химических характеристик готового продукта.

Влажность хлеба с 20 % содержанием конопляной муки в день выпечки составила 47 %, что несколько ниже, чем у контрольного образца. Наблюдалось также значительное снижение пористости, что коррелирует с результатами органолептической оценки, указывающими на более плотную структуру мякиша. Кроме того, отмечено снижение кислотности

в образце с 20 % конопляной муки по сравнению как с контрольным образцом, так и с другими опытными образцами, содержащими меньшее количество данного вида муки. Такое изменение кислотности негативно влияет на вкусоароматические характеристики готового изделия, способствуя развитию нежелательных привкусов и запахов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование выявило двойственный характер влияния добавления конопляной муки на качество ржаного хлеба. В диапазоне концентраций 5–15 % конопляная мука не оказывает значительного негативного воздействия на органолептические и физико-химические свойства готового продукта, сохраняя

его высокие потребительские качества. Это свидетельствует о перспективности применения конопляной муки в качестве нетрадиционного ингредиента, обогащающей хлеб биологически ценными компонентами без ущерба для вкусоароматических характеристик и структурных параметров.

Однако превышение оптимальной концентрации (свыше 15 %) приводит к выраженному ухудшению реологических, органолептических и физико-химических показателей. Установлено снижение предельного напряжения сдвига и вязкости теста, ухудшение его релаксационных свойств, а также изменение влажности, пористости и кислотности готового хлеба. Совокупность этих изменений обуславливает формирование плотного мякиша, снижение эластичности и появление нежелательных вкусоароматических оттенков.

Для достижения баланса между повышением биологической ценности продукта и сохранением его потребительских свойств рекомендуется придерживаться установленного диапазона концентраций (5–15 %) и учитывать влияние конопляной муки на реологические характеристики теста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Flour-Based Wheat Bread as Fortified Bakery Product / I.E. Rusu [и др.] // *Plants*. 2021. № 10, 1558. <https://doi.org/10.3390/plants10081558>.
2. Hemp flour as a valuable component for enriching physicochemical and antioxidant properties of wheat bread / A. Mikulec [и др.] // *LWT*. 2019. № 102. С. 164–172. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.028>.
3. Seed Composition of Ten Industrial Hemp Cultivars Approved for Production in Canada / E. Vonapartis [и др.] // *J. Food Compos. Anal.* 2015. № 39. С. 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.11.004>.
4. Hemp Seed-Based Food Products as Functional Foods: A Comprehensive Characterization of Secondary Metabolites Using Liquid and Gas Chromatography Methods / E. Trovato [и др.] // *J. Food Compos. Anal.* 2023. № 117. 105151. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105151>.
5. Effect of Genotype and Growing Year on the Nutritional, Phytochemical, and Antioxidant Properties of Industrial Hemp (*Cannabis Sativa* L.) Seeds / M. Irakli [и др.] // *Antioxidants*. 2019. № 8. 491. <https://doi.org/10.3390/antiox8100491>.
6. Comparative Study of Chemical, Biochemical Characteristic and ATR-FTIR Analysis of Seeds, Oil and Flour of the Edible Fedora Cultivar Hemp (*Cannabis sativa* L.) / F. Siano [и др.] // *Molecules*. 2019. № 24. 83. <https://doi.org/10.3390/molecules24010083>.
7. A chestnut-hemp type-II sourdough to improve technological, nutritional, and sensory properties of gluten-free bread / M. Montemurro [и др.] // *Int J Food Microbiol.* 2023. № 404. 110322. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110322>.
8. Impact of enzymatic and microbial bioprocessing on antioxidant properties of hemp (*Cannabis sativa* L.) / E. Pontonio [и др.] // *Antioxidants*. 2020. № 9 (12). 1258. <https://doi.org/10.3390/antiox9121258>.
9. Чернов М.Е. Влияние реологических свойств макаронного теста с добавлением кукурузной муки при интенсивном замесе на процесс прессования // *Хлебопродукты*. 2018. № 8. С. 58–59.
10. Корнышова Н.Н., Корнышов А.В. Дикие пекари. Москва: Комсомольская правда, 2020. 158 с.
11. ГОСТ 31807-2018 Изделия хлебобулочные из ржаной хлебопекарной и смеси ржаной и пшеничной хлебопекарной муки. Общие технические условия введ. 2023-07-01. Москва, 2023, 15 с.

12. ГОСТ 5669-96. Хлебобулочные изделия. Метод определения пористости введ. 1997.07.31. Москва, 2006, 2 с.

13. ГОСТ 5670-96. Хлебобулочные изделия. Методы определения кислотности введ. 1997.07.31. Москва, 1997, 5 с.

14. ГОСТ 21094-2022. Изделия хлебобулочные. Методы определения влажности введ. 2023.07.01. Москва, 2023, 11 с.

Информация об авторах

Д. Е. Колпакова – младший научный сотрудник молодежной лаборатории НИУ, КемГУ, ассистент кафедры бионанотехнологии КемГУ, аспирант 2 года обучения по направлению 4.3.3 Пищевые системы Кемеровского государственного университета.

Ю. Р. Серазетдинова – младший научный сотрудник молодежной лаборатории НИУ, КемГУ, ассистент кафедры бионанотехнологии КемГУ, аспирант 2 года обучения по направлению 2.7.1 Биотехнологии пищевых продуктов, лекарственных и биологически активных веществ Кемеровского государственного университета.

И. И. Плешивцев – аспирант 2 года обучения по направлению 4.3.3 Пищевые системы Кемеровского государственного университета.

Т. В. Тамарзина – старший преподаватель, кафедра режиссуры театрализованных представлений и праздников ФГБОУ ВО «КемГИК».

Л. К. Асякина – доктор технических наук, заведующий молодежной лабораторией НИУ, КемГУ, доцент, профессор кафедры бионанотехнологии Кемеровского государственного университета.

REFERENCES

1. Rusu, I.E., Marc, R.A., Mureşan, C.C., Mureşan, A.E., Mureşan, V., Pop, C.R., Chiş, M.S., Man, S.M., Filip, M.R. & Onica, B.-M. (2021). Flour-Based Wheat Bread as Fortified Bakery Product. *Plants*, (10), 1558. <https://doi.org/10.3390/plants10081558>.
2. Mikulec, A., Kowalski, S., Sabat, R., Skoczyła, Ł., Tabaszewska, M. & Wywrocka-Gurgul, A. (2019). Hemp flour as a valuable component for enriching physicochemical and antioxidant properties of wheat bread. *LWT*, (102), 164-172. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.028>.
3. Vonapartis, E., Aubin, M.-P., Seguin, P., Mustafa, A.F. & Charon, J.-B. (2015). Seed Composition of Ten Industrial Hemp Cultivars Approved for Production in Canada. *J. Food Compos. Anal.*, 39, 8-12. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.11.004>.
4. Trovato, E., Arena, K., La Tella, R., Rigano, F., Laganà Vinci, R., Dugo, P., Mondello, L. & Guarnaccia, P. (2023). Hemp Seed-Based Food Products as Functional Foods: A Comprehensive Characterization of Secondary Metabolites Using Liquid and Gas Chromatography Methods. *J. Food Compos. Anal.*, (117), 105151. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105151>.
5. Irakli, M., Tsaliki, E., Kalivas, A., Kleisiaris, F., Sarrou, E. & Cook, C.M. (2019). Effect of Genotype and Growing Year on the Nutritional, Phytochemical, and Antioxidant Properties of Industrial Hemp (*Cannabis Sativa* L.) Seeds. *Antioxidants*, (8), 491. <https://doi.org/10.3390/antiox8100491>.
6. Siano, F., Moccia, S., Picariello, G., Russo, G.L.,

Sorrentino, G., Di Stasio, M., La Cara, F. & Volpe, M.G. (2019). Comparative Study of Chemical, Biochemical Characteristic and ATR-FTIR Analysis of Seeds, Oil and Flour of the Edible Fedora Cultivar Hemp (*Cannabis sativa* L.), *Molecules*, (24), 83. <https://doi.org/10.3390/molecules24010083>.

7. Montemurro, M., Beccaccioli, M., Perri, G., Rizzello, C.G., Reverberi, M. & Pontonio, E. (2023). A chestnut-hemp type-II sourdough to improve technological, nutritional, and sensory properties of gluten-free bread, *Int J Food Microbiol*, (404), 110322. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodmicro.2023.110322>.

8. Pontonio, E., Verni, M., Dingeo, C., Diaz-de-Cerio, E., Pinto, D. & Rizzello, C.G. (2020). Impact of enzymatic and microbial bioprocessing on antioxidant properties of hemp (*Cannabis sativa* L.), *Antioxidants*, (9 (12)), 1258. <https://doi.org/10.3390/antiox9121258>.

9. Chernov, M.E. & Strigulina, E.V. (2018). The influence of rheological properties of pasta dough with the addition of corn flour during intensive kneading on the pressing process, *Bread Products*, (8), 58-59. (In Russ.).

10. Kornysheva, N.N. & Kornyshev, A.V. (2020). *Wild Bakers*. Moscow : Komsomolskaya Pravda. (In Russ.).

11. Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification. (2023). Bakery products. Acceptance rules, sampling methods, methods for determining organoleptic characteristics and weight of products (5667-2022). Taken from <https://docs.cntd.ru/document/350939603>. (In Russ.).

12. Interstate council for standardization, metrology and certification. (1997). Bakery products. Method for determination of porosity (5669-96). Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/1200022325>. (In Russ.).

13. Interstate council for standardization, metrology and certification. (1997). Bread, rolls and buns. Methods for determination of acidity (5670-96). Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/1200021542>. (In Russ.).

14. Interstate council for standardization, metrology and certification. (2023). Bakery products. Methods of the moisture determination (21094-2022). Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/1200193710>. (In Russ.).

Information about the authors

D.E. Kolpakova - Junior Research at the Youth Laboratory, National Research University, KemSU, Assistant, Department of Bionanotechnology, KemSU, 2nd year postgraduate student in the field of 4.3.3 Food Systems, Kemerovo State University.

Yu.R. Serazetdinova - Junior Research at the Youth Laboratory, National Research University, KemSU, Assistant, Department of Bionanotechnology, KemSU, 2nd year postgraduate student in the field of 2.7.1 Biotechnology of Food Products, Medicinal and Biologically Active Substances, Kemerovo State University.

I.I. Pleshivtsev - 2nd year postgraduate student in the field of 4.3.3 Food Systems, Kemerovo State University.

T.V. Tamarzina - Senior Lecturer, Department of Directing Theatrical Performances and Festivals, KemGIK.

L.K. Asyakina - Doctor of Technical Sciences, Head of Youth Laboratory, National Research University, KemSU, Associate Professor, Professor, Department of Bionanotechnology, Kemerovo State University.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare that there is no conflict of interest.*

Статья поступила в редакцию 07 октября 2025; одобрена после рецензирования 24 февраля 2026; принята к публикации 16 марта 2026.

The article was received by the editorial board on 07 Oct 2025; approved after editing on 24 Feb 2026; accepted for publication on 16 Mart 2026.