

Научная статья

УДК 664.662

EDN LMGDEN

<https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0637-8-150-156>

**Комплексное использование ресурсов в технологии
производства мультизлакового хлеба на ржанных сливках**

Марина Игоревна Лесовская¹, доктор биологических наук, профессор
Наталья Леонидовна Кабак², аспирант

^{1, 2} Красноярский государственный аграрный университет

Красноярский край, Красноярск, Россия

¹ lesmari@rambler.ru, ² natalia.1507@mail.ru

Аннотация. Обоснован состав пищевой системы для производства мультизлакового хлеба на ржанных сливках. Дополнительными компонентами пищевой матрицы являются гречневая и овсяная мука. Жмых, получаемый при изготовлении ржанных сливок по оригинальной технологии, вовлекается в изготовление хрустящих ржанных хлебцев. В процессе могут быть использованы отходы мукомольного производства. Это позволяет полностью применить ресурсы в технологическом процессе и нивелировать отходы.

Ключевые слова: мультизлаковый хлеб, ржанные сливки, соложение, жмых, хлебцы, пищевая ценность, антиоксидантная активность

Для цитирования: Лесовская М. И., Кабак Н. Л. Комплексное использование ресурсов в технологии производства мультизлакового хлеба на ржанных сливках // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Благовещенск, 18–19 апреля 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2024. С. 150–156.

Original article

**Integrated use of resources in the production
technology of multi-grain bread with rye cream**

Marina I. Lesovskaya¹, Doctor of Biological Sciences, Professor
Natalya L. Kabak², Postgraduate Student

^{1, 2} Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk krai, Krasnoyarsk, Russia

¹ lesmari@rambler.ru, ² natalia.1507@mail.ru

Abstract. The composition of the food system for the production of multi-grain bread with rye cream is substantiated. Additional components of the food matrix are buckwheat and oat flour. The cake obtained in the manufacture of rye cream using

the original technology is involved in the manufacture of crispy rye bread. Flour milling waste can be used in the process. This makes it possible to fully utilize resources in the technological process and eliminate waste.

Keywords: multi-grain bread, rye cream, malting, cake, crispbread, nutritional value, antioxidant activity

For citation: Lesovskaya M. I., Kabak N. L. Integrated use of resources in the production technology of multi-grain bread with rye cream. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Blagoveshchensk, 18–19 aprelya 2024 g.)* (PP. 150–156), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyj gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024 (in Russ.).

Ржаной хлеб относится к продовольственным продуктам, имеющим не только пищевую, но и культурную значимость как элемент национальной идентичности. С развитием индустриальных технологий, механизации и автоматизации процессов этот продукт был вытеснен из ассортимента хлебобулочной промышленности, однако в настоящее время стремительно возвращается на новом уровне производства и в новом качестве. Ржаная обойная мука имеет бесспорные преимущества по сравнению с пшеничной по гликемическому индексу, глютенному статусу, набору важных микроэлементов и витаминов. Ни один вид сырья не может обеспечить идеальное соотношение всех биологически активных компонентов, в первую очередь, антиоксидантов. Их содержание является критичным показателем пищевой ценности современных продуктов, поскольку антиоксиданты обеспечивают эффективную защиту от окислительного стресса [1]. Оптимальным подходом для создания новых продуктов в линейке ржаного хлеба является пищевая комбинаторика, то есть конструирование пищевой матрицы из взаимодополняющих нутриентов.

Целью настоящей работы стало обоснование состава мультизлакового хлеба на ржанных сливках с учетом комплексного использования ресурсов.

Результаты исследований. Для хлебопекарной отрасли базовым регламентом является государственный стандарт ГОСТ 32677–2014 «Изделия хлебобулочные. Термины и определения», в котором определения понятий

«мультизлаковый», «мультизерновой», «цельнозерновой» отсутствуют, хотя в торговом ассортименте такие виды изделий уже закрепились. Регламентированным требованием к продукту, маркированному как «хлеб», является наличие в его составе муки, дрожжей, соли и воды, а также требование к влажности готового продукта. В пищевом стандарте Научно-исследовательского института хлебопекарной промышленности СТО 46429990–116–2019 «Российская система качества. Изделия хлебобулочные с добавлением зерна и продуктов его переработки» указано, что мультизерновой хлеб – это вид хлебобулочного изделия без начинки с наличием в составе не менее трех видов зерна и продуктов его переработки, помимо пшеничной и ржаной муки. Разработанный состав продукта отображен на рисунке 1.

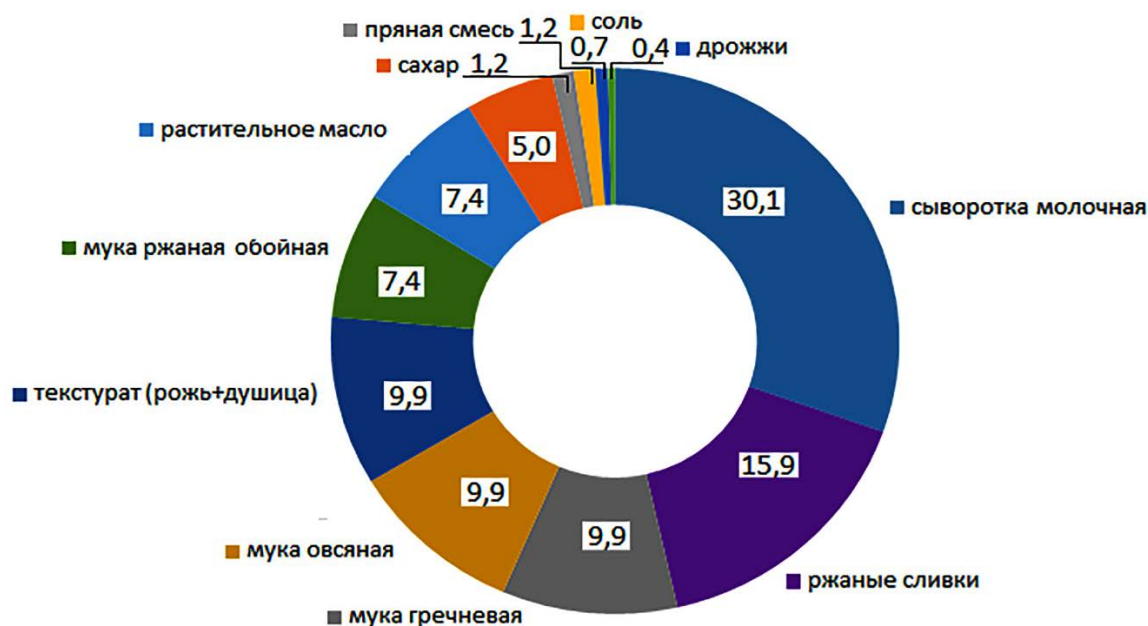


Рисунок 1 – Состав мультизлакового хлеба на ржанных сливках

«Ржаными сливками» обозначали тонкодисперсную эмульсию из биоактивированного зерна ржи после механического измельчения и протирания через нейлоновое сито. Биоактивацию ржаного зерна проводили с применением химических и биологических стимуляторов проращивания по специально разработанной оригинальной методике, описанной в работе [2]. Реологические свойства полученной эмульсии (текучесть, седиментация) соответствовали

сливкам, а не молоку, что обусловило название эмульсии – «ржанные сливки».

В ходе апробации технологии сокращение времени биоактивации ржи с 48 до 12 часов было достигнуто за счет использования химических (пероксид водорода) и биологических регуляторов свободнорадикальных процессов. В качестве биорегуляторов использовали фитокомплексы душицы (*Origanum vulgare*) и чабреца (*Thymus serpyllum*), дикоросов из семейства Яснотковых. Это позволило совместить процедуры обеззараживания и биоактивации зерна, поскольку оба процесса реализуются по единому механизму связывания и детоксикации свободнорадикальных метаболитов, сопровождающих все окислительные процессы. Суммарное содержание антиоксидантов на стадиях обработки сырья и получения полуфабрикатов устанавливали с помощью люминал-зависимого хемилюминесцентного анализа (ХЛ-анализ) [2].

В составе компонентов пищевой системы были текстурат из ржаного зерна, отволоженного в растворе душицы, мука гречневая и овсяная. Текстура- рат использовали для придания тесту эластичности. Оба вида муки, гречневая и овсяная, входят в перечень низкоглютеновых видов сырья, но имеют преимущества перед остальными (рисовая, кукурузная и др.) по гликемическому индексу, органолептическим свойствам и ряду других потребительских критериев. Эти нутриенты обеспечивали повышение пищевой ценности за счет увеличения содержания магния, содержащей серу аминокислоты метионина, биотина (витамин Н или В₇), незаменимых омега-жирных кислот и токоферолов, необходимых для защиты от окислительного стресса. В ходе изготовления ржанных сливок отделяли грубодисперсную фракцию жмыха, который помещали в морозильную камеру для хранения и последующего использования в дополнительном продукте. Данный этап отражен в левой части технологической блок-схемы процесса (рис. 2).

Жмых рассматривали как вторичный ресурс, содержащий богатый концентрат микроэлементов, ферментов, витаминов, органических соединений.

Для его рационального использования была разработана технология производства ржаных хрустящих хлебцев. Предварительные данные, полученные с помощью ХЛ-анализа, позволяют судить о высокой антиоксидантной активности конечного продукта и хороших перспективах данного способа утилизации полученного вторичного ресурса (рис. 3).

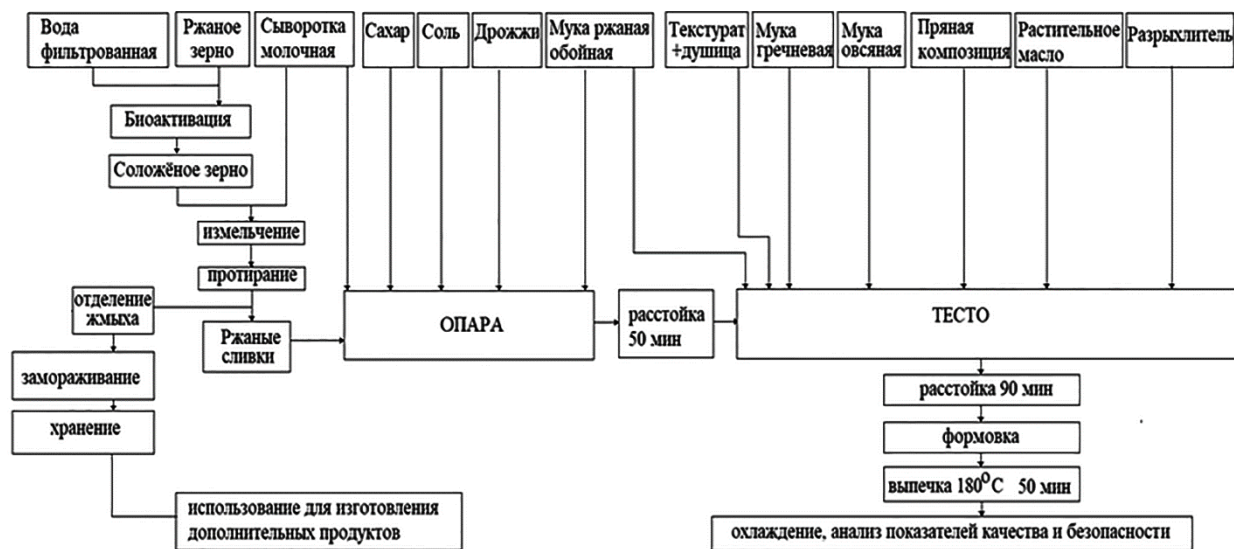


Рисунок 2 – Технологическая блок-схема изготовления мультизлакового хлеба

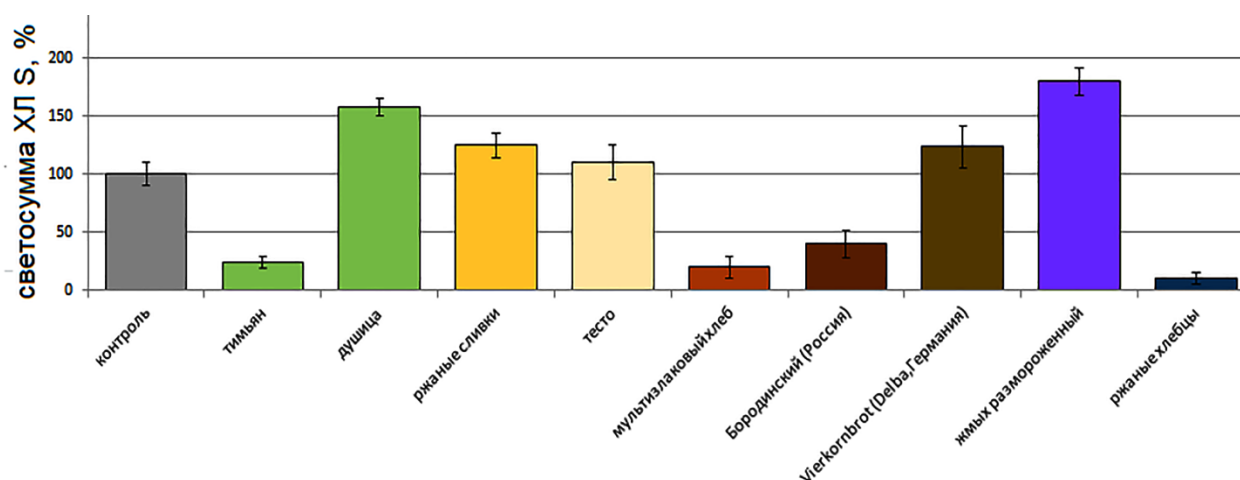


Рисунок 3 – Антиоксидантная активность ингредиентов, полуфабрикатов, готового продукта и аналогов

На рисунке 3 отображены результаты оценки антиоксидантной активности некоторых ингредиентов, полуфабрикатов, мультизлакового хлеба в сравнении с аналогами, а также продукта утилизации вторичного ресурса (ржаной

жмых). Наиболее близкими аналогами для мультизлакового продукта служили хлеб «Бородинский» (Россия) и хлеб Viercorbrot (Delba, Германия) из четырех злаков (обойная ржаная мука, пшеничная мука, овес и ячмень) – новый продукт на хлебном рынке [3].

Антиоксидантная активность отражает адаптогенные свойства пищевых объектов по способности противодействовать окислительному стрессу. Экстракты душицы и тимьяна противоположно влияли на продукцию свободных радикалов (душица – прооксидант, тимьян – антиоксидант). Поэтому экстракт душицы использовали для отволаживания зерна на этапе получения текстурированного продукта, а также при ускорении проращивания ржи совместно с безопасным химическим стимулятором (пероксид водорода).

Из приведенных на рисунке 3 данных видно, что в результате стимуляции достоверно увеличилась свободнорадикальная активность ржаных сливок и жмыха. Для регулирования баланса про- и антиоксидантов в пищевую матрицу включали пряную смесь с высокой антиоксидантной активностью [4]. В результате световая сумма ХЛ-реакции теста снизилась на 10 %, а у готового продукта – на 75 %. У отечественного аналога соответствующее снижение составило 60 %, а немецкий хлеб, напротив, характеризовался прооксидантной активностью (световая сумма превышала контроль на 10 %), то есть не обладал полезными свойствами.

Заключение. Таким образом, разработанная технология мультизлакового хлеба позволяет комплексно использовать продовольственные ресурсы, рационально применять отходы производства для получения новых пищевых продуктов с высокой биологической ценностью за счет повышения их антиоксидантного потенциала.

Список источников

1. Климацкая Л. Г., Меняйло А. В. Эколого-биологический мониторинг минерального статуса организованных учащихся города Красноярска // Сибирский научный медицинский журнал. 2003. № 3. С. 78–83.
2. Лесовская М. И., Кабак Н. Л. Динамика редокс-активных соединений при соложении зерна ржи и адаптогенные свойства хлеба на ржаном солоде // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 7 (133).
3. Шахрай Т. А., Воробьева О. В., Викторова Е. П. Основные тенденции развития рынка функциональных хлебобулочных изделий // Новые технологии. 2021. № 3. С. 51–58.
4. Борисова А. В., Макарова Н. В. Антиоксидантная активность *in vitro* пряностей, используемых в питании человека // Вопросы питания. 2016. № 3. С. 120–125.

References

1. Klimatskaya L. G., Menyailo A. V. Ecological and biological monitoring of the mineral status of organized students of the city of Krasnoyarsk. *Sibirskii nauchnyi meditsinskii zhurnal*, 2003;3:78–83 (in Russ.).
2. Lesovskaya M. I., Kabak N. L. Dynamics of redox-active compounds in rye grain malting and adaptogenic properties of rye malt bread. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2023;7(133) (in Russ.).
3. Shakhrai T. A., Vorobyova O. V., Viktorova E. P. The main trends in the development of the market of functional bakery products. *Novye tekhnologii*, 2021;3:51–58 (in Russ.).
4. Borisova A. V., Makarova N. V. Antioxidant activity *in vitro* of spices used in human nutrition. *Voprosy pitaniya*, 2016;3:120–125 (in Russ.).

© Лесовская М. И., Кабак Н. Л., 2024

Статья поступила в редакцию 31.03.2024; одобрена после рецензирования 01.05.2024; принята к публикации 07.06.2024.

The article was submitted 31.03.2024; approved after reviewing 01.05.2024; accepted for publication 07.06.2024.