

Технология производства хлебобулочных изделий с добавлением экструдата смеси зерна пшеницы и семян перца

Куручкин А.А., Новикова О.А.

Аннотация. В статье представлен материал, обосновывающий актуальность применения в качестве пищевой добавки в технологиях пищевых продуктов вторичного сырья, получаемого при переработке сладкого перца. Показано, что семена перца имеют значительный потенциал использования в хлебопекарном производстве как источник пищевых волокон, оригинальных по своему составу липидов и отдельных минералов. На основе анализа ранее выполненных работ, приведены аргументы в пользу технологического решения, в котором полезные ингредиенты семян перца используются в составе поликомпонентного экструдата, получаемого путем обработки смеси этих семян с зерном пшеницы. Теоретически и экспериментально обоснованы параметры технологии хлебобулочных изделий с обогащением поликомпонентным композитом и представлены данные по предварительной оценке полученных изделий. Общие затраты на производство хлебобулочных изделий по предлагаемой технологии будут снижены за счет уменьшения количества технологических операций и технических средств при подготовке семян перца в качестве ингредиента готового продукта.

Ключевые слова: технология, хлебобулочные изделия, экструдат, зерно пшеницы, семена перца, термовакuumная экструзия.

Для цитирования: Куручкин А.А., Новикова О.А. Технология производства хлебобулочных изделий с добавлением экструдата смеси зерна пшеницы и семян перца // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 4. С. 17–22.

Technology for the production of bakery products with the addition of an extrudate of a mixture of wheat grain and pepper seeds

Kurochkin A.A., Novikova O.A.

Abstract. The article presents material that substantiates the relevance of using secondary raw materials obtained from sweet pepper processing as a food additive in food technology. It has been shown that pepper seeds have significant potential for use in baking production as a source of dietary fiber, lipids and individual minerals that are original in their composition. Based on an analysis of previously completed work, arguments are given in favor of a technological solution in which the beneficial ingredients of pepper seeds are used in the composition of a multicomponent extrudate obtained by processing a mixture of these seeds with wheat grain. The parameters of the technology of bakery products enriched with a multicomponent composite are theoretically and experimentally substantiated and data on the preliminary assessment of the resulting products are presented. The total costs of producing baked goods using the proposed technology will be reduced by reducing the number of technological operations and technical means when preparing pepper seeds as an ingredient in the finished product.

Keywords: technology, bakery products, extrudate, wheat grain, pepper seeds, thermal vacuum extrusion.

For citation: Kurochkin A.A., Novikova O.A. Technology for the production of bakery products with the addition of an extrudate of a mixture of wheat grain and pepper seeds. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 4. pp. 17–22. (In Russ.).

Введение

Хлеб и хлебобулочные изделия относятся к наиболее распространенным продуктам питания, повседневное употребление которых позволяет обеспечивать организм человека пищевыми ингредиентами в необходимом количестве и за приемлемую с экономической точки зрения цену.

Являясь продуктом массового потребления, хлеб в значительной мере определяет тренд государства в развитии пищевых технологий, обеспечивающих приемлемый пищевой статус малообеспеченных слоев населения, а также в формировании здорового питания людей за счет потребления хлебобулочных изделий, обогащенных функциональными ингредиентами.

Известно, что семена сладкого (болгарского) перца имеют значительный потенциал использования в пищевых производствах как источник обогащения продуктов питания белками, липидами, пищевыми волокнами и биологически активными веществами. В этом отношении они даже более перспективны, чем сами плоды перца.

В опубликованных работах российских и зарубежных ученых показано, что семена перца содержат 13,8-28,3 % белка, 13,6-27,2 % липидов и до 40 % простых и сложных углеводов [2, 4, 7-9].

В части качества белков, содержащихся в семенах перца, обращает на себя внимание наличие значимых для здоровья человека незаменимых аминокислот. При этом в соответствующих источниках информации особо акцентируется, что мука из семян перца может быть рекомендована для улучшения качества белка в пшеничной муке с дефицитом лизина [5, 6].

В соответствии с международной классификацией масличного сырья, семена перца могут быть отнесены к группе используемого для промышленного получения масла не только экстракционным методом, но и методом прессования. Преобладающей жирной кислотой в масле семян перца является линолевая кислота. Ее содержание по данным разных источников колеблется от 67,8 до 71,6 %, в связи, с чем масло из семян перца может быть рекомендовано в качестве пищевого кулинарного или салатного масла [6].

Количество простых углеводов в семенах разных сортов сладкого перца достигает 3,2-3,4 %, при этом содержание пищевых волокон, по данным разных исследователей, варьирует от 42,1 до 56,3 % с примерным соотношением нерастворимых и растворимых пищевых волокон 10:1.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что семена перца потенциально могут представлять собой новый ингредиент в пищевой промышленности, отличающийся высоким уровнем неперевариваемых нерастворимых соединений. Такое количество клетчатки в семенах перца может принести пользу здоровью человека из-за ее способности

предотвращать ожирение, сердечно-сосудистые заболевания, диабет и рак толстой кишки [6].

Перец (сладкий и горький) выращивают по всему миру с целью потребления в свежем виде, а также для выработки различных пищевых продуктов [1, 2].

По валовому объему производства овощей в мире он входит в первую десятку. До настоящего времени считалось, что семена перца относятся к побочным продуктам его потребления и дальнейшая их переработка экономически не выгодна.

В последние годы опубликованы результаты исследований, в которых представлен новый подход к использованию семян перца, как к новому источнику ценных ингредиентов.

Первая группа исследований посвящена более глубокому изучению семян перца с позиции их пищевой и биологической ценности. Сделан вывод, что объект исследования являются хорошими источниками сырого жира, сырого белка, золы, углеводов и некоторых минералов. Среди минералов в значимых концентрациях были идентифицированы калий фосфор и натрий. Также были обнаружены цинк, железо, медь и марганец. Анализ аминокислот позволил уточнить, что лимитирующей аминокислотой для семян сладкого перца является валин [6].

Химический экспресс-анализ семян сладкого перца (*Capsicum annuum* L.) показал следующий состав (в пересчете на сухую массу): влажность 70,95 %, зола 4,88 %, жир 19,57 %, сырой протеин 19,28%, и углеводы 56,3% [8].

Цель второй группы исследований состояла в обосновании рецептур различных пищевых продуктов с применением семян сладкого перца. В научной литературе цитируются результаты разработки нового продукта для намазывания на основе измельченных семян перца. Были предложены и проанализированы две рецептуры продуктов типа шоколада и типа мелассы. Пищевые композиции включали соответственно 23,67 и 30,11 % муки из семян перца.

В готовых продуктах выявлено наличие десяти минералов, в том числе К, Na, Ca и Mg – в существенных количествах. Это исследование доказало, что семена перца можно использовать для производства новых здоровых, питательных продуктов с минимальной обработкой [9].

Еще в одной работе, цитируемой [6], отмечено, что мука из семян перца имеет характерный перечный вкус и определенную степень горечи благодаря своему составу. Однако это не помешало получить вполне приемлемые органолептические характеристики овощных и пряных соусов при добавлении к их рецептуре муки из семян перца в количестве до 20 %.

В наиболее фундаментальной работе (обзорного типа) по применению семян перца в технологиях пищевых продуктов представлены убедительные факты, свидетельствующие о том, что масло из се-

мян перца и мука из семян перца имеют широкие перспективы применения при разработке новых продуктов питания. При этом авторы подчеркивают, что в отношении дозировки масла из семян перца и муки из семян перца в различных видах продуктов (супы, пасты, блюда, соусы, пряные масла) для достижения наилучших органолептических свойств готового продукта необходимы дальнейшие исследования. Одновременно в работе делается акцент на следующем факте: в литературе отсутствуют данные о применении жмыха перца (побочный продукт прессования семян перца) в пищевых продуктах. Однако авторы отмечают, что из-за своей питательной ценности жмых из семян перца может быть интересен для дальнейшего применения и изучения [6].

Ограниченное использование семян перца в пищевых технологиях объясняется системным недостатком, присущим практически всем побочным продуктам переработки овощного сырья: они имеют высокую влажность и не выносят даже кратковременного хранения без потери своих наиболее ценных свойств. Существующие методы консервации или прямой переработки подобного сырья по большей части экономически не целесообразны, так как наряду с измельчением включает достаточно глубокое обезвоживание семян перца путем сушки. Как правило, такое воздействие на сырье приводит к потере значительной части наиболее ценных его ингредиентов, в том числе – биологически активных веществ.

Таким образом, недостатком технологий пищевых продуктов, в которых применяются семена перца, является высокая трудоемкость получения продуктов их переработки и невозможность даже кратковременного хранения исходного сырья без существенного ухудшения его качества, так как поступающие на переработку семена, получаемые в виде отходов переработки перца, содержат не менее 50 % жидкости. Вследствие этого необходимо перерабатывать семена перца сразу после их получения. При этом сушка сырья является чрезвычайно энергоемким технологическим процессом, требующим жесткого контроля за его температурным режимом.

Одним из наиболее рациональных способов применения семян перца сладкого в качестве функциональной добавки является пищевой композит, представляющий собой экстрадированную смесь зерна пшеницы и семян перца. При получении такого композита нет необходимости в предварительной сушке и измельчении семян перца, а термовакуумная экструзионная обработка смеси зерна пшеницы и семян перца обеспечивает мягкое термическое воздействие на термолабильные ингредиенты сырья [3].

Цель работы – обоснование технологии производства хлебобулочных изделий с добавлением экструдата смеси зерна пшеницы и семян перца.

Объекты и методы исследований

Изучали технологические параметры производства хлебобулочных изделий с добавлением экструдата смеси зерна пшеницы и семян перца.

Результаты и их обсуждение

Технологическая задача исследований – улучшение качества хлебобулочных изделий из пшеничной муки с добавлением семян перца, а также снижение затрат на производство таких изделий, обладающих функциональными свойствами.

Предлагаемая технология получения хлебобулочных изделий позволяет максимально сохранить полезные свойства семян перца, а также улучшить качество получаемого продукта за счет повышения его биологической ценности и потребительских свойств. Одновременно с этим из процесса переработки семян перца будет исключена технологическая операция сушки.

Технологический процесс производства хлебобулочных изделий включает приготовление и брожение теста, его разделку и расстойку, а также выпечку тестовых заготовок, характеризующийся тем, что в тесто добавляют экструдат, полученный авторами с помощью термовакуумной экструзии смеси зерна пшеницы и семян перца [3].

Результаты сравнительного анализа химического состава пшеничной муки высшего сорта и полученного экструдата, а также степень удовлетворения суточной потребности задействованных в эксперименте ингредиентов приведены в табл. 1.

Данные таблицы характеризуют экструдат как весьма ценный ингредиент с содержанием протеина, обеспечивающего около 19 % суточной потребности организма человека.

Степень удовлетворения суточной потребности организма человека в клетчатке за счет ее содержания в экструдате составляет еще выше – 71,1 %. При этом массовая доля углеводов в экструдате ниже, чем в пшеничной муке высшего сорта в 1,8 раза.

Таким образом, экструдат, предлагаемый к использованию в технологии производства хлебобулочных изделий, представляет собой концентрированный источник липидов и клетчатки, относящихся к дефицитным функциональным пищевым ингредиентам в рационе питания населения. Следует отметить, что 100 г экструдата обеспечивают более 12,5 % суточной потребности человека в энергии и по этому показателю практически не отличается от муки пшеничной высшего сорта.

Предлагаемая технология получения хлебобулочных изделий реализуется следующим образом. Получают экструдат смеси зерна пшеницы и семян перца. Тесто готовят безопасным методом. Замешивают тесто из муки пшеничной высшего сорта, дрожжей хлебопекарных прессованных, раствора соли, воды, экструдата.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика химического состава пшеничной муки высшего сорта и экструдированной смеси зерна пшеницы и семян перца (г/100 г)

Наименование показателя	Рекомендуемый уровень суточного потребления	Мука пшеничная высшего сорта		Экструдированная смесь зерна пшеницы и семян перца	
		содержание пищевых веществ в 100 г продукта	степень удовлетворения суточной потребности, %	содержание пищевых веществ в 100 г продукта	степень удовлетворения суточной потребности, %
Массовая доля влаги	-	14,5	-	10	-
Массовая доля протеина	75	10,3	13,7	14,2	18,9
Массовая доля липидов	83	1,1	1,3	10,7	12,9
Массовая доля клетчатки	30	0,1	0,3	21,2	71,1
Массовая доля золы	-	0,5	-	2	-
Массовая доля углеводов	365	73,5	20,1	39,7	10,8
Энергетическая ценность, ккал	2500	345,1	13,8	311,9	12,5

Таблица 2 – Показатели хлебобулочных изделий

Показатели хлеба с экструдатом смеси зерна пшеницы и семян перца	Контрольный образец	Количество экструдата смеси зерна пшеницы и семян перца, % к массе пшеничной муки высшего сорта		
		10	15	20
Органолептическая оценка				
Внешний вид	Правильная форма, поверхность без трещин	Правильная форма, поверхность без трещин	Правильная форма, поверхность без трещин	Правильная форма, поверхность с едва заметными трещинами
Цвет	Светлый	Светлый	Светлый с серовато-желтым оттенком	Светлый с серовато-желтым оттенком
Состояние мякиша	Пропеченный, эластичный, пористость равномерная	Пропеченный, эластичный, без комочков, равномерная пористость без уплотнений	Пропеченный, эластичный, без комочков, равномерная пористость без уплотнений	Пропеченный, эластичный, без комочков, равномерная пористость с едва заметными уплотнениями
Вкус	Свойственный данному виду изделия	Более выраженный	Легкий привкус сладкого перца	Выраженный привкус с едва уловимой горчинкой
Запах	Свойственный данному виду изделия	Более ароматный	Легкий аромат перца	Свойственный слегка поджаренному перцу
Физико-химические показатели				
Пористость, %	80	82	83	78
Влажность, %	43	42	42	40
Удельный объем, см ³ /100 г	760	777	781	756

Замешенное тесто с влажностью 45-46 % оставляют для брожения на 150-160 минут при температуре 32-34 °С. Во время брожения через 55-60 минут проводят обминку теста. Выброженное тесто подают на разделку, где его делят на куски заданной массы и производят округление заготовок вручную или с помощью соответствующих машин. Далее округленные тестовые заготовки подают в расстойный шкаф при температуре воздуха 35-40

°С и относительной влажности 75-85 %. Расстоявшиеся тестовые заготовки направляют на выпечку при температуре 210-220 °С. Продолжительность выпечки составляет 25-30 минут.

Результаты оценки показателей качества хлебобулочных изделий, приготовленных с применением различного количества экструдата смеси зерна пшеницы и семян перца к массе используемой муки, приведены в табл. 2. В качестве контрольного

образца использовались хлебобулочные изделия, при выпечке которых замена части пшеничной муки на экструдат не проводилась.

Анализ приведенной таблицы показывает, что при использовании экструдата смеси зерна пшеницы и семян перца в количестве 10-20 % к массе муки пшеничной высшего сорта хлебобулочные изделия характеризуются по внешнему виду, как нерасплывчатые, без притисков, округлой формы.

Они имеют привлекательный внешний вид, приятный вкус и аромат. При этом образцы хлебобулочных изделий с добавлением 20 % экструдата смеси зерна пшеницы и семян перца к массе муки пшеничной высшего сорта имеют привкус с едва уловимой горчинкой, а запах – свойственный слегка поджаренному перцу.

Структура пористости: равномерная, достаточно развитая; мякиш хорошо пропеченный, невлажный, не липкий на ощупь, с едва заметными включениями частиц экструдата. Цвет мякиша готового изделия – от светлого до светлого с серовато-желтым оттенком.

При добавлении 10 % экструдата смеси зерна пшеницы и семян перца к массе муки пшеничной высшего сорта пористость булочки увеличивается на 2,5 %, удельный объем – на 2,2 %, влажность – в пределах, установленных стандартом. При ис-

пользовании 15 % экструдата смеси зерна пшеницы и семян перца к массе муки пшеничной высшего сорта пористость булочки увеличивается на 3,8 %, удельный объем увеличивается на 2,8 %, влажность – в пределах, установленных стандартом. При добавлении 20 % экструдата смеси зерна пшеницы и семян перца к массе муки пшеничной высшего сорта пористость булочки снижается на 2,5 % по отношению к контролю, удельный объем – на 0,5 %, влажность снижается на 7,5 % по отношению к контролю.

Выводы

Использование предлагаемого способа позволит получить хлебобулочные изделия с обогащенным составом при сохранении высокого качества и потребительских свойств, а также снизить потери питательных веществ семян перца, за счет использования термовакуумного экструдера для получения экструдата смеси зерна пшеницы и семян перца. Общие затраты на производство хлебобулочных изделий по предлагаемой технологии будут снижены за счет уменьшения количества технологических операций и технических средств при подготовке семян перца в качестве ингредиента готового продукта.

Литература

- [1] Брыксина К. В., Перфилова О. В. Использование перца сладкого в производстве хлебобулочных изделий функционального назначения // Наука и Образование. 2020. Т. 3. No 4. С. 7-12.
- [2] Завьялова, О.А. Фармакогностическое изучение плодов перца однолетнего и разработка методов стандартизации липидного комплекса на его основе: автореф. дис. ...канд. хим. наук: 15.00.02 / Завьялова Ольга Анатольевна. М., 2005. 24 с.
- [3] Курочкин А.А., Долгов М.В. Поликомпонентный экструдат на основе семян перца // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 9. No 4. С. 22-26.
- [4] Попков, В.А. Физико-химические показатели масла из семян сладкого перца / В.А. Попков, В.Ю. Решетняк, О.В. Нестерова и др. // Вестн. Моск. унта. Сер. 2. Химия. 2004. Т.45. №6. С. 413-416.
- [5] Bostanci H., Ok S., Yilmaz E. Valorization of Capia Pepperseed Flour-I: Spreadable New Products Development. Waste Biomass Valor 10, 681-690 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12649-017-0139-z>.
- [6] Cvetković T, Ranilović J, Jokić S. Quality of Pepper Seed By-Products: A Review. Foods. 2022; 11(5):748. <https://doi.org/10.3390/foods11050748>.
- [7] El-Adawy T.A., Taha K.M. Characteristics and composition of watermelon, pumpkin, and paprika seed oils and flours. J Agric Food Chem. 2001 Mar;49(3):1253-9. doi: 10.1021/jf001117+. PMID: 11312845.

References

- [1] Bryksina K.V., Perfilova O.V. The use of sweet pepper in the production of functional bakery products // Science and Education. 2020. T. 3. No. 4. P. 7-12.
- [2] Zavyalova, O.A. Pharmacognostic study of the fruits of annual pepper and the development of methods for standardizing the lipid complex based on it: abstract of thesis. dis. ...cand. chem. Sciences: 15.00.02 / Zavyalova Olga Anatolevna. M., 2005. 24 p.
- [3] Kurochkin A.A., Dolgov M.V. Multicomponent extrudate based on pepper seeds // Innovative equipment and technology. 2023. T. 9. No. 4. pp. 22-26.
- [4] Popkov, V.A. Physical and chemical indicators of oil from seeds of sweet pepper / V.A. Popkov, V.Yu. Reshetnyak, O.V. Nesterova and others // Vestn. Moscow university Ser. 2. Chemistry. 2004. V.45. No. 6. pp. 413-416.
- [5] Bostanci H., Ok S., Yilmaz E. Valorization of Capia Pepperseed Flour-I: Spreadable New Products Development. Waste Biomass Valor 10, 681-690 (2019). <https://doi.org/10.1007/s12649-017-0139-z>.
- [6] Cvetković T, Ranilović J, Jokić S. Quality of Pepper Seed By-Products: A Review. Foods. 2022; 11(5):748. <https://doi.org/10.3390/foods11050748>.
- [7] El-Adawy T.A., Taha K.M. Characteristics and composition of watermelon, pumpkin, and paprika seed oils and flours. J Agric Food Chem. 2001 Mar;49(3):1253-9. doi: 10.1021/jf001117+. PMID: 11312845.

- [8] Embaby Hel-S, Mokhtar S.M. Chemical composition and nutritive value of lantana and sweet pepper seeds and nabak seed kernels. J Food Sci. 2011 Jun-Jul; 76(5):C736-41. doi: 10.1111/j.1750-3841.2011.02166.x. Epub 2011 May 9. PMID: 22417420.
- [9] Yilmaz E., Bostanci H., Ok S. Valorization of Capia Pepperseed Flour-II: Sensory Properties and Storage Stability of the New Spreadable Pastes. Waste Biomass Valor. 2019, 10, 3163-3171.

- [8] Embaby Hel-S, Mokhtar S.M. Chemical composition and nutritive value of lantana and sweet pepper seeds and nabak seed kernels. J Food Sci. 2011 Jun-Jul; 76(5):C736-41. doi: 10.1111/j.1750-3841.2011.02166.x. Epub 2011 May 9. PMID: 22417420.
- [9] Yilmaz E., Bostanci H., Ok S. Valorization of Capia Pepperseed Flour-II: Sensory Properties and Storage Stability of the New Spreadable Pastes. Waste Biomass Valor. 2019, 10, 3163-3171.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Курочкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p>Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>
<p>Новикова Ольга Анатольевна аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru</p>	<p>Novikova Olga Anatolievna upostgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru</p>