

Поликомпонентный экструдат на основе семян перца

Курочкин А.А., Долгов М.В.

Аннотация. В работе обоснована актуальность вовлечения в хозяйственный оборот вторичного сырья, получаемого при переработке сладкого перца. Показано, что семена перца имеют значительный потенциал использования в хлебопекарном производстве как источник пищевых добавок, позволяющий обогащать хлеб и хлебобулочные изделия белком, пищевыми волокнами и биологически активными веществами. 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. Предложены технологические режимы работы экструдера для получения этого полуфабриката. Для получения поликомпонентного экструдата на основе семян перца в качестве наполнителя следует использовать зерно пшеницы с массовой долей влаги 14%, соответствующей требованиям ГОСТ Р 52554-2006 к базисным кондициям для этой культуры. При этом условия экструдата требуемого качества можно получить при обработке смеси семян перца и зерна пшеницы в соотношении 1:1.

Ключевые слова: семена перца, зерно пшеницы, экструдат, технология, поликомпонентный.

Для цитирования: Курочкин А.А., Долгов М.В. Поликомпонентный экструдат на основе семян перца // Инновационная техника и технология. 2023. Т. 10. № 1. С. 64–68.

Polycomponent extrudate based on pepper seeds

Kurochkin A.A., Dolgov M.V.

Abstract. The paper substantiates the relevance of involving in the economic circulation of secondary raw materials obtained during the processing of sweet pepper. It is shown that pepper seeds have a significant potential for use in bakery production as a source of nutritional supplements, which makes it possible to enrich bread and bakery products with protein, dietary fiber and biologically active substances. Based on the analysis of previous works, arguments are presented in favor of a technological solution in which the useful ingredients of pepper seeds are used as part of a multicomponent extrudate obtained by processing a mixture of these seeds with wheat grain. Technological modes of operation of the extruder for obtaining this semi-finished product are proposed. To obtain a polycomponent extrudate based on pepper seeds, wheat grain with a mass fraction of moisture of 14%, corresponding to the requirements of GOST R 52554-2006 to the basic conditions for this crop, should be used as a filler. Under this condition, an extrudate of the required quality can be obtained by processing a mixture of pepper seeds and wheat grains in a ratio of 1:1.

Keywords: pepper seeds, wheat grain, extrudate, technology, polycomponent.

For citation: Kurochkin A.A., Dolgov M.V. Polycomponent extrudate based on pepper seeds. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2023. Vol. 10. No. 1. pp. 64–68. (In Russ.).

Введение

Одним из направлений Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 29.06.2016 N 1364-р, является разработка инновационных технологических приемов для сохранения и повышения качества пищевой продукции путем применения более разнообразных пищевых ингредиентов.

Поиск, обоснование и практическое применение растительных сырьевых ресурсов являются базой для реализации этого направления и актуальным вектором при расширении ассортимента обогащенных, функциональных и специализированных продуктов питания.

Современный подход в развитии пищевой промышленности России характеризуется весьма широким диапазоном – от более активного вовлечения в хозяйственный оборот нетрадиционного для страны растительного сырья до использования вторичного сырья, которое до настоящего времени в реальных условиях не использовалось или применялось достаточно редко. Учитывая, что вторичное сырье – это не отходы производства, а часть материальных ресурсов, в отношении которых существует техническая возможность и экономическая целесообразность повторного применения в пищевых и иных технологиях в первоначальном виде или после дополнительной обработки, научное обоснование применения такого сырья представляется актуальной задачей [1, 4].

В пищевой отрасли применяется целый ряд технологий, в результате которых образуется вторичное сырье, содержащее весьма ценные ингредиенты. К такому сырью можно отнести продукты переработки овощей, фруктов, семян масличных культур и т.д.

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

В опубликованных работах показано, что семена перца содержат от 13,8% [8] до 28,3% [11] белка, при этом обращает на себя внимание значимое для здоровья человека содержание лизина, треонина, общего количества ароматических аминокислот и триптофана в муке из семян перца по сравнению с данными ФАО/ВОЗ [9, 12].

Ученые выяснили, что семена перца содержат большинство незаменимых аминокислот и могут использоваться в качестве хорошего источника белка для различных пищевых применений [2, 3].

Количество углеводов в семенах различных со-

ртов сладкого перца достигает 3,2-3,4%, при этом большая часть из них представляют собой пищевые волокна, количество которых по данным разных исследователей варьирует от 42,1 до 56,3%. Соотношение нерастворимых и растворимых пищевых волокон составляет примерно 10:1 [7, 11].

Высокое содержание нерастворимой клетчатки в семенах перца потенциально может представлять собой новый ингредиент в пищевой промышленности, повышая уровень неперевариваемых нерастворимых соединений. При этом большое количество клетчатки в семенах перца может принести пользу здоровью человека из-за ее способности предотвращать ожирение, сердечно-сосудистые заболевания, диабет и рак толстой кишки [11].

Информация по части содержания масла в семенах перца существенно отличается в зависимости от источника публикации: 13,6% [6] до 27,2% [4].

Преобладающей жирной кислотой в масле семян перца является линолевая кислота. Ее содержание по данным разных источников колебалось от 67,8% [16] до 71,6% [2, 9]. Из-за высокого уровня линолевой кислоты в масле семян сладкого перца этот продукт может быть рекомендован в качестве пищевого кулинарного или салатного масла [10].

Опубликованы сведения о возможности переработки семян перца жидким диоксидом углерода, в результате чего можно получить натуральные пищевые добавки с высокими органолептическими, физико-химическими и медико-биологическими свойствами [8].

При этом масло из семян перца, полученное путем холодного прессования, показало лучшие результаты в отношении пищевой ценности, органолептической оценки и потребительских испытаний по сравнению с маслом из семян перца, полученным путем сверхкритической экстракции CO₂. Такое масло имело более интенсивный цвет, запах и аромат, а также приятную пряность, что способствовало большей приемлемости в потребительском тесте среди потребителей. Его пищевые качества можно сравнить с более дорогими растительными маслами, представленными на рынке [11].

Не менее привлекательным продуктом переработки перца является мука из его семян, которая может быть использована для улучшения качества белка в пшеничной муке с дефицитом лизина [8, 10].

Высокая биологическая активность масла плодов и семян перца однолетнего в сочетании с уникальностью состава по отдельным физиологически активным компонентам дает возможность выпуска на его основе фармакологических средств, эффективных для лечения ревматических явлений и пародонтоза, а также косметических препаратов и пищевых добавок, обладающих противовоспалительным и ранозаживляющим действием [2, 3].

Цель работы – обоснование технологии получения поликомпонентного экструдата на основе семян перца.



Рис. 1. Плод перца сладкого



Рис. 2. Семена перца сладкого

Таблица 1 – Химический состав отдельных ингредиентов смеси и ее экструдата, на 100 г

Показатели	Зерно твердой пшеницы	Семена перца*	Экструдированная смесь	
			соотношение зерно:семена	
			1:01	2:01
Белки, г	13	16,7	14,9	14,2
Жиры, г	2,5	27,2	14,9	10,7
Углеводы, г	57,5	3,2	29,8	39,4
Пищевые волокна, г	11,3	41,2	26,3	21,2
Зола, г	1,7	2,6	2,3	2

Объекты и методы исследований

Изучали химический состав и пищевую ценность семян перца, а также ряд их показателей, оказывающих влияние на параметры их экструзионной обработки. Исследования выполнялись с помощью одношнекового пресс-экструдера ЭК-40 производства ВЦПО «Фавор» (г. Волгоград), дополнительно оснащенного вакуумной камерой.

Результаты и их обсуждение

Анализ литературных источников показывает,

что количество данного вторичного сырья зависит от реализуемых пищевых технологий и свойств перерабатываемых томатов, и обычно составляет от 1 до 2% массы перерабатываемого сырья.

Семена плоские, почковидные, с хорошо выраженным ободком по краю. Длина от 2 до 6 мм. Толщина семян составляет 0,5-1 мм. Поверхность – глянцевая или матовая, гладкая или слегка шероховатая. Цвет семян желтый или бледно-желтый. Запах отсутствует. Вкус сладковатый [3].

Семена перца однолетнего содержат не менее 21% липидного комплекса и поэтому в соответствии с международной классификацией могут быть отнесены к масличному сырью, используемого для промышленного получения жирного масла не только экстракционным методом, но и методом прессования [11].

Липидный комплекс перца однолетнего, представляет собой полупрозрачную густую зеленовато-бурого цвета маслянистую жидкость (полученный методом холодного прессования) или прозрачную маслянистую жидкость желто-бурого цвета (полученный методом экстракции гексаном) с характерным ароматным запахом и сладковатым вкусом [11].

На рис. 1 показан плод перца сладкого (сорт Богатырь), на рис. 2 семена перца этого сорта.

Результаты исследований липидного состава семян перца позволяют классифицировать масло семян перца сладкого как полувывсыхающее, с высоким содержанием эссенциальной линолевой кислоты и умеренным содержанием каротиноидов и суммарных токоферолов. Высокий процент неомыляемого остатка может поставить масло перца в один ряд с облепиховым и маслом из зародышей пшеницы по ранозаживляющим и противовоспалительным свойствам [2, 11].

Учитывая опыт применения экструдатов на основе семян тыквы, расторопши, льна и кунжута, можно сделать предположение, что разработка пищевого композита функционального назначения на основе семян перца представляется весьма актуальной и реальной в технологическом плане. При этом за основу алгоритма выработки такого композита можно принять технологию поликомпонентных экструдатов, основанную на совместной экструзионной обработке основного ингредиента с наполнителем [1, 4].

В этом случае наполнитель необходим для обогащения экструдированной смеси углеводами, а также снижения влаги в обрабатываемом сырье. В свою очередь это позволит исключить сушку семян перца до влажности, позволяющей добиться стабильного рабочего процесса экструдера и получить экструдат с низким содержанием воды с целью его хранения без потери качественных характеристик.

Учитывая, что влажность семян перца на выходе из семяотделительной машины обычно составляет не больше 50%, целесообразно в качестве наполнителя использовать зерно пшеницы с массовой долей влаги 14%, соответствующей требованиям ГОСТ Р 52554-2006.

Таким образом, для получения экструдата не-



Рис. 3. Экструдаты семян перца (1) и смеси семян перца сладкого и зерна пшеницы (2)

обходимого качества к одной части семян перца для снижения влажности экструдированной смеси можно добавить 1-2 части зерна пшеницы. Тогда с учетом табл. 1 можно ориентировочно оценить некоторые характеристики поликомпонентного экструдата на основе семян перца. Эти данные необходимо в первую очередь для прогнозирования технологических параметров экструзионного процесса.

Предварительный анализ данных таблицы позволяет сделать предварительные выводы о целесообразности экструдирования смеси зерна пшеницы и семян перца в соотношении 1:1, что позволит получить в экструдате достаточно значимое для обогатителя содержание жира и пищевых волокон, а содержание в обрабатываемой смеси почти 30% углеводов предполагает иметь пористую структуру готового продукта.

Предлагаемая авторами технология переработки семян перца заключается в следующем. Смесь предварительно подсушенных семян перца влажностью 34-36% и семян пшеницы влажностью 14% в соотношении 1:1 обрабатывают с помощью одношнекового экструдера, оснащенного вакуумной камерой [6, 7].

На выходе из фильеры матрицы экструдера сырье

имеет температуру 100-110°C и поступает в вакуумную камеру, в которой поддерживается пониженное давление (вакуум), равное 0,06-0,08 МПа. Содержание влаги в экструдированном продукте регулируют величиной давления воздуха в вакуумной камере экструдера на уровне не более 7,5-9,0%. На выходе из фильеры экструдат может разрезаться на частицы размером до 1 мм режущим устройством, входящим в состав экструдера. На рис. 3 приведены образцы полученного экструдата. С помощью термовакуумной экструзии можно обработать семена перца и без добавления зерна пшеницы, однако в этом случае пористую структуру экструдата получить невозможно в связи с малым содержанием в семенах перца углеводов (3,2%), а также высоким содержанием жира и пищевых волокон.

Выводы

Для получения поликомпонентного экструдата на основе семян перца в качестве наполнителя следует использовать зерно пшеницы с массовой долей влаги 14%, соответствующей требованиям ГОСТ Р 52554-2006 к базисным кондициям для этой культуры. При этом условии экструдат требуемого качества можно получить при обработке смеси семян перца и зерна пшеницы в соотношении 1:1.

Рекомендуемые технологические параметры экструзионной обработки семян перца обеспечивают необходимые структурно-механические и частично химические изменения в них и не приводят к деградиционным изменениям белков, липидов и пищевых волокон обрабатываемого растительного сырья.

Литература

- [1] Воронина, П. К. Полифункциональный композит с повышенным содержанием пищевых волокон / П. К. Воронина, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 65-71. EDN: UZCAFR.
- [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] 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.
- [4] Зимняков, В.М. Рациональные технологические параметры при производстве поликомпонентного композита на основе семян льна / В.М. Зимняков, О.Н. Кухарев, А.А. Курочкин [и др.] // Нива Поволжья. 2017. № 4 (45). С. 157-163.

References

- [1] Voronina, P. K. Polyfunctional composite with a high content of dietary fiber / P. K. Voronina, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Proceedings of the Samara State Agricultural Academy. 2015. No. 4. S. 65-71. EDN: UZCAFR.
- [2] Zavyalova, O.A. Pharmacognostic study of annual pepper fruits and development of methods for standardization of the lipid complex based on it: Ph.D. dis. ...cand. chem. Sciences: 15.00.02 / Zavyalova Olga Anatolyevna. M., 2005. 24 p.
- [3] 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.
- [4] Zimnyakov, V.M. Rational technological parameters in the production of a polycomponent composite based on flax seeds / V.M. Zimnyakov, O.N. Kukharev, A.A. Kurochkin [and others] // Niva Volga. 2017. No. 4 (45). pp. 157-163.
- [5] Frolov, D.I. Theoretical description of the process of

- [5] Фролов, Д.И. Теоретическое описание процесса взрывного испарения воды в экструдере с вакуумной камерой / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова [и др.] //Иновационная техника и технология. 2015. № 1 (02). С. 29-34. EDN: UAWVIN.
- [6] Фролов, Д.И. Повышение эффективности обезвоживания экструдата в вакуумной камере модернизированного экструдера / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, П.К. Гарькина [и др.] // Нива Поволжья. 2019. № 2 (51). С. 134-143. EDN: BIRIFZ.
- [7] 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.
- [8] 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>.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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>.
- [12] ФАО и ВОЗ. 2020 Устойчивое здоровое питание – Руководящие принципы. Рим. <https://doi.org/10.4060/ca6640ru>.
- explosive evaporation of water in an extruder with a vacuum chamber / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova [et al.] //Innovative technique and technology. 2015. No. 1 (02). pp. 29-34. EDN: UAWVIN.
- [6] Frolov, D.I. Improving the efficiency of extrudate dehydration in the vacuum chamber of a modernized extruder / D.I. Frolov, A.A. Kurochkin, P.K. Garkina [and others] // Niva of the Volga Region. 2019. No. 2 (51). pp. 134-143. EDN: BIRIFZ.
- [7] 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.
- [8] 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>.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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>.
- [12] FAO and WHO. 2020 Sustainable healthy nutrition – Guidelines. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca6640ru>.

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>Долгов Максим Викторович магистрант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11</p>	<p>Dolgov Maxim Viktorovich undergraduate of the department «Food productions» Penza State Technological University</p>