

Анализ технологий обогатителей хлеба и хлебобулочных изделий из овощного сырья

Новикова О.А., Курочкин А.А.

Аннотация. В работе систематизированы результаты анализа технологий обогатителей, получаемых путем обработки овощного сырья и применяемых при выработке хлеба и хлебобулочных изделий. Предложена классификация способов получения обогатителя, их преимущества и недостатки, а также обосновано новое направление в получении функциональных обогатителей на основе термовакуумной экструзии овощного сырья. Данный вид экструзии может быть реализован при высоком содержании влаги, умеренной температуре и мягких условиях деформации обрабатываемого сырья. Все это позволит снизить энергоемкость технологического процесса получения овощных обогатителей и повысить сохранность их термолабильных ингредиентов.

Ключевые слова: обогатитель, овощное сырье, криопорошки, паста, экстракт, термовакуумная экструзия.

Для цитирования: Новикова О.А., Курочкин А.А. Анализ технологий обогатителей хлеба и хлебобулочных изделий из овощного сырья // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 4. С. 15–19.

Analysis of technologies for bread and bakery products fortifiers from vegetable raw materials

Novikova O.A., Kurochkin A.A.

Abstract. The paper systematizes the results of the analysis of technologies of fortifiers obtained by processing vegetable raw materials and used in the production of bread and bakery products. A classification of methods for obtaining a concentrator is proposed, their advantages and disadvantages, and a new direction in obtaining functional concentrators based on thermal vacuum extrusion of vegetable raw materials is substantiated. This type of extrusion can be realized at high moisture content, moderate temperature and mild deformation conditions of the processed raw materials. All this will reduce the energy intensity of the technological process of obtaining vegetable fortifiers and increase the safety of their thermolabile ingredients.

Keywords: concentrator, vegetable raw materials, cryopowders, paste, extract, thermal vacuum extrusion.

For citation: Novikova O.A., Kurochkin A.A. Analysis of technologies for bread and bakery products fortifiers from vegetable raw materials. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 15–19. (In Russ.).

Введение

Анализ исследований, связанных с использованием овощей в качестве обогатителя пищевых продуктов, позволяет выявить тенденцию в развитии этого сегмента сырья растительного происхождения и причины его роста в последние годы.

В последние 15-20 лет функциональные добавки из овощного сырья переместились из разряда эксклюзивных в область массового ассортимента при производстве многих пищевых продуктов, в том числе – хлеба и хлебобулочных изделий [1, 8-10].

Цель работы – на основе анализа технологий хлеба и хлебобулочных изделий, вырабатываемых с применением обогатителей из овощного сырья, выявить рациональный вектор их развития.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлась научно-техническая информация в части применения биологически ценных ингредиентов овощного сырья в технологиях хлеба и хлебобулочных изделий.

В работе применялся аналитический метод ис-

следований, основанный на системном подходе к изучаемой проблеме.

Результаты и их обсуждение

Известно, что сырье растительного происхождения с позиции пищи и пищевых технологий в целом – это совокупность макронутриентов (белки, жиры и углеводы) и микронутриентов (витамины, минеральные вещества, а также примерно 22 класса других веществ) [5].

С этой точки зрения интерес к применению овощных культур в качестве обогатителя хлеба и хлебобулочных изделий в научном плане очевиден, а практическая реализация этого направления в пищевой индустрии связана с обоснованием технологии получения функциональных добавок с наименьшими затратами и минимальными потерями биологически активных компонентов, содержащихся в нативном сырье.

Выбор технологии получения функциональных добавок в общем случае зависит от физико-механических и химических свойств перерабатываемого сырья, технологии выработки готового обогащенного или функционального продукта и ряда других факторов. При этом состав и параметры каждой операции технологического процесса выбираются, настраиваются и зависят от нутриента, концентрация которого в обрабатываемом материале наибольшая, и корректируются с учетом допустимой деструкции остальных составляющих сырья [5].

Следующим по важности фактором, влияющим на выбор технологии, являются физико-механические свойства получаемого обогатителя, обеспечивающие приемлемую технологичность при внесении его в состав основного сырья, а также хорошую сохранность биологически ценных ингредиентов пищевой добавки в процессе ее промежуточного хранения.

Анализ технологических аспектов производства обогащенных и функциональных пищевых продуктов показывает, что обогатители из овощного сырья наиболее часто применяются в следующем виде (рис. 1).

Известно, что наиболее часто обогатители применяются в виде сухого порошка или муки, что объясняется системным недостатком, присущим боль-



Рис.1. Классификация обогатителей из овощного сырья

шей части нативного растительного сырья: объекты обработки имеют достаточно высокую влажность и не выносят даже кратковременного хранения без потери качества.

Следует особо подчеркнуть, что существующие методы консервации или прямой переработки растительного сырья с получением их в виде порошка по большей части экономически не целесообразны, так как наряду с измельчением включают достаточно глубокое обезвоживание путем сушки. Как правило, такое воздействие на сырье приводит к потере значительной части наиболее ценных его ингредиентов, в том числе – биологически активных веществ. К тому же сушка относится к весьма энергоемким методам обработки сырья.

Попытки избавиться от первого из указанных недостатков привели к разработке технологии получения тонкодисперсных порошков с размером частиц примерно 100 мкм, получаемых путем измельчения в специальных мельницах предварительно обезвоженного сырья [3, 6].

В настоящее время известно несколько разновидностей подобных технологий, основанных на том или ином способе удаления воды и методе измельчения.

Удаление воды может осуществляться путем сублимационной сушки с различным способом подвода тепла к обрабатываемому сырью, а измельчение – в среде жидкого азота, диоксида углерода или другого хладона с помощью шаровой мельницы.

В качестве примера реализации технологии криопорошков в части обезвоживания можно привести способ вакуумной сушки пищевой продукции, заключающийся в том, что продукт помещают в камеру, заполненную парогазовой средой с пониженным регулируемым давлением, к продукту подводят энергию путем кондуктивной и/или конвективной и/или радиационной инфракрасной и/или микроволновой теплопередачи, а выделяющиеся водяные пары осаждают на охлаждаемой поверхности ледового конденсатора [7].

Что касается второго недостатка технологии порошкообразных пищевых добавок, то следует процитировать вывод одного из основных ее разработчиков – профессора Кубанского ГТУ Касьянова Г.И.

В своей недавно опубликованной работе он отмечает, что «Обзор научно-технической литературы по способам получения и применения сухих растительных порошков показал, что на практике имеются проблемы снижения температурной нагрузки на термолабильные компоненты сырья и есть необходимость усовершенствовать технологию и оборудование для повышения качества и снижения себестоимости производства плодоовощных порошков» [4].

Следует отметить, что применение обогатителей в виде порошка с целью получения обогащенных или функциональных хлебобулочных изучалось многими учеными в отношении самых

различных видов овощей. Порошки при этом получали с применением естественной сушки, а также с помощью конвективных сушилок, выпускаемых промышленными предприятиями страны серийно или разработанными авторами научных работ.

Наряду с порошкообразными пищевыми добавками из овощей практический интерес с позиции улучшения биологической ценности, а также органолептических свойств хлеба и хлебобулочных изделий представляет применение в качестве обогатителей овощных паст и пюре.

Например, запатентован способ приготовления хлебобулочного изделия, включающий получение опары из части муки, воды и дрожжей, ее брожение, последующее получение теста путем смешивания оставшейся части муки, всего количества опары, соли и воды, его брожение, разделку, расстойку и выпечку тестовых заготовок. При получении теста перед перемешиванием вводят при температуре 29-32°C белково-томатно-масляную пасту, полученную высушиванием семян томатов и томатных выжимок, их измельчением и экстракцией растительным маслом в тонкой вращающейся по спирали пленке толщиной 0,1-0,2 мм при давлении 150-200 кг/см² и температуре 40-60°C, в количестве 2-3% к массе муки. Кроме того, способ дополнительно предусматривает введение в тесто сахара в количестве до 7,0% к массе муки и жирового продукта в количестве до 4,0% к массе муки. При этом обеспечивается улучшение качества хлебобулочного изделия за счет повышения его пищевой ценности, улучшения органолептических и физико-химических показателей, а также увеличение срока хранения хлебобулочных изделий [1].

Наиболее существенным недостатком данного способа является подготовка семян томатов и томатных выжимок к использованию в виде белково-томатно-масляной пасты – она достаточно затратная, требует применения специального оборудования и продолжительная во времени.

Ученые Мичуринского ГАУ разработали способ приготовления бездрожжевого ржано-пшеничного хлеба с овощной пастой. Задачей разработки являлось улучшение химического состава хлеба по содержанию природных антиоксидантов (флавоноиды и каротиноиды), а также пектиновых веществ за счет использования овощной пасты, состоящей из пюре перца сладкого стручкового, капусты брокколи, а также порошка из шишек хмеля. Такой состав пасты позволил исключить из рецептуры хлебопекарные дрожжи, так как паста является дополнительным источником питательных веществ, в том числе сахаров, что эффективно сказывается на процессе брожения, от которого зависят структурно-механические показатели хлеба [10].

Очевидным недостатком технологии получения овощной пасты можно считать ее сложность и трудоемкость: аппаратно-технологическая схема по ее реализации включает технологическим операции мойки, очистки, инспекции, резки, нагре-

ва в СВЧ-установке, протирки и уваривания в вакуум-аппарате [10].

Экстрагирование растворимых веществ из растительного сырья – распространенный технологический процесс, реализуемый при производстве порошков, концентратов, экстрактов, настоек, других полуфабрикатов и готовых продуктов.

Универсальная технологическая линия по производству экстрактов из растительного сырья, разработанная учеными Тамбовского ГТУ включает несколько стадий производства экстрактов: промывка исходного сырья; измельчение сырья до заданной фракции; просушка измельченного сырья; импульсное воздействие на сырье (создание и сброс вакуума); добавление экстрагента в заданной пропорции; экстракция с целью извлечения полезных веществ; концентрирование экстракта путем его упаривания либо высушивание готового жидкого экстракта до порошкообразного состояния или геля [2].

Таким образом, приведенный материал свидетельствует о том, что практически все современные технологии получения обогатителей с целью максимального сохранения полезных свойств овощного сырья предполагают применение принципа сублимационной сушки с ее основным недостатком – длительный технологический процесс, громоздкое и дорогостоящее оборудование, высокие удельные энергозатраты.

Одним из эффективных способов повышение питательности ингредиентов, входящих в состав растительного сырья служит экструзионная технология. Процесс экструзии (от латинского *extrudo* – выталкивание, выдавливание), совмещающий термо-, гидро- и механохимическую обработку сырья с целью получения широкой гаммы полуфабрикатов и продуктов с новой структурой и свойствами, известен достаточно давно.

Реализация экструзионной технологии может быть осуществлена с помощью различного оборудования, среди которого основную группу составляют шнековые экструдеры.

Интерес к экструдерам такого типа связан в первую очередь с переработкой сырья растительного происхождения, в процессе которого с помощью относительно несложной по конструкции машины удается осуществить весьма глубокие преобразования всех значимых составляющих такого сырья – крахмала, белка, пищевых волокон.

Основным недостатком, ограничивающим применение экструзионной технологии обработки овощного сырья, считается высокое содержание в нем воды в связи, с чем нативное сырье необходимо предварительно подсушить без нанесения ущерба его наиболее ценным ингредиентам. Между тем сушилки, отвечающие этим требованиям, имеют длительный и энергоемкий рабочий цикл, мало отличающийся от рабочего процесса аппаратов сублимационного типа.

В последние годы появились работы, свиде-

тельствующие о том, что если вакуумному воздействию подвергать экструдат сразу после его выхода из фильеры матрицы экструдера, то некоторые недостатки, присущие сублимационной сушке не только устраняется, но и превращается в преимущество. Аргументируется это тем, что экструдат при таком воздействии не требует нагревания (при выходе из фильеры он, как правило, имеет температуру выше 100°C), а требует интенсивного охлаждения, что соответствует технологическому процессу получения данного полуфабриката или готового продукта.

По мнению ученых Пензенского ГТУ, такое воздействие на экструдат «...приводит к возникновению дополнительной движущей силы – нерелаксируемому градиенту общего давления, в результате чего происходит бурное парообразование по всему объему высушиваемого материала, и формирующийся молярный поток выносит из материала вместе с паром и часть влаги в жидкой фазе. Таким образом, механизм термовакуумного воздействия на экструдат оказывается аналогичным механическому обезвоживанию посредством прессования или центрифугирования [5].

Такая экструзия получила название «термовакuumной» и может осуществляться при достаточно умеренной температуре, высоком содержании влаги в обрабатываемом сырье и более мягком механическом воздействии на него.

Регулируя величину барометрического давления, а значит и процесс парообразования, можно добиться и структурного видоизменения высушиваемого капиллярно-пористого тела, и частичного или полного его разрушения. В случае допустимости структурных видоизменений параметры сушки необходимо выбирать именно из таких соображений [5].

Наиболее показательным примером реализации изложенных выше соображений является запатентованный недавно в России способ произ-

водства хлебобулочных изделий, предусматривающий приготовление и брожение теста, его разделку, расстойку и выпечку тестовых заготовок, при этом в тесто добавляют экструдат. Экструдат получают путем совместной обработки в экструдере, оснащенном вакуумной камерой, смеси бобов вигны влажностью 44-47% и зерна пшеницы влажностью 14 % в соотношении 1:2 в течение 10-15 с при температуре 100-110°C с последующим воздействием на выходящий из матрицы экструдера продукт пониженным давлением, равным 0,07-0,08 МПа. При этом экструдат добавляют в количестве 15-20 % к массе пшеничной муки высшего сорта или первого сорта или их смеси в любом соотношении. Бобы вигны используют в стадии технической спелости и перед смешиванием с зерном пшеницы измельчают до частиц размером 2-3 см, а смесь бобов с пшеницей перед экструдированием выдерживают 1,0-1,5 часа. Изобретение позволяет улучшить качество хлеба за счет повышения его пищевой и биологической ценности [8].

Выводы

Как свидетельствуют работы, связанные с различными аспектами применения обогатителей из овощного сырья в технологиях хлеба и хлебобулочных изделий, термовакуумная экструзия выгодно отличается от рассмотренных в работе способов обработки овощного сырья с целью получения функциональных добавок. Термовакуумная экструзия может осуществляться при высоком содержании влаги, умеренной температуре и мягких условиях деформации обрабатываемого сырья. В конечном итоге это позволит снизить энергоемкость технологического процесса получения овощных обогатителей и повысить сохранность их термолабильных ингредиентов.

Литература

- [1] Вершинина, О.Л. Разработка технологии получения белковых и липидных продуктов отходов переработки томатов и применение их в хлебопечении: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.18.06, 05.18.01 / Вершинина Ольга Львовна. Краснодар, 1999. 23 с.
- [2] Гуськов, А.А. Технологическая линия по производству экстрактов из растительного сырья /А.А. Гуськов, Ю.В. Родионов, С.А. Анохин [и др.] //Аграрный научный журнал. 2019. №2. С. 82-85.
- [3] Запорожская, С.П. Совершенствование технологии криопорошков из растительного сырья /С.П. Запорожская, Г.И. Касьянов, О.В. Косенко [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. 2020. № 2-3 (374-375). С. 45-49.
- [4] Касьянов, Г.И. Технологические особенности

References

- [1] Vershinina, O.L. Development of technology for the production of protein and lipid products of tomato processing waste and their use in baking: abstract. dis. ...Candidate of Technical Sciences: 05.18.06, 05.18.01 / Vershinina Olga Lvovna. Krasnodar, 1999. 23 p.
- [2] Guskov, A.A. Technological line for the production of extracts from vegetable raw materials /A.A. Guskov, Yu.V. Rodionov, S.A. Anokhin [et al.] //Agrarian Scientific Journal. 2019. No. 2. pp. 82-85.
- [3] Zaporozhskaya, S.P. Improving the technology of cryopowders from vegetable raw materials /S.P. Zaporozhskaya, G.I. Kasyanov, O.V. Kosenko [et al.] //News of universities. Food technology. 2020. No. 2-3 (374-375). pp. 45-49.
- [4] Kasyanov, G.I. Technological features of obtaining fruit and vegetable cryopowders /G.I. Kasyanov, I.S.

- получения плодовоовощных криопорошков /Г.И. Касьянов, И.С. Мостовой //Мичуринский агрономический вестник, № 4, 2023. – С. 19-22.
- [5] Курочкин, А.А. Термовакuumная экструзия как представитель нового технологического уклада в пищевых системах /А.А. Курочкин, О.А. Новикова, В.Ю. Юрьев //Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 1. С. 38-45.
- [6] Надыкта, В. Д. Технология порошкообразных пищевых добавок /В.Д. Надыкта, Е.В. Щербакова, Е.А. Ольховатов //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 131. С. 659-671.
- [7] Пат. 2761141 Российская Федерация, МПК7 F26B 5/06. Криосушка /заявитель и патентообладатель: С.А. Ермаков. – №2021104761/13; заявл. 24.02.2021; опубл. 06.12.2021, Бюл. № 34. 8 с.
- [8] Пат. 2 803770 Российская Федерация, МПК7 A21D 2/36. Способ производства хлеба /заявители: А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, М.О. Волошина [и др.]; патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. – №2023114709; заявл. 05.06.2023; опубл. 19.09.2023, Бюл. №26. 7с.
- [9] Пат. 2808149 Российская Федерация МПК7 A21D 8/02, A21D 2/36. Способ производства хлебобулочных изделий /заявители: А.А. Курочкин, П.К. Гарькина, А.А. Блинохватов [и др.]; патентообладатель ФГОУ ВО Пензенский ГТУ. – № 2023114711; заявл. 05.06.2023; опубл. 24.11.2023, Бюл. № 33. 6 с.
- [10] Перфилова, О.В. Инновационная технология фруктовой пасты и ее применение в хлебопечении /О.В. Перфилова, К.В. Брыксина, Е.П. Иванова [и др.] //Пищевая промышленность. 2022. № 10. С. 55-58.
- Mostovoy //Michurinsky Agronomic Bulletin, No. 4, 2023. pp. 19-22.
- [5] Kurochkin, A.A. Thermovacuum extrusion as a representative of a new technological order in food systems /A.A. Kurochkin, O.A. Novikova, V.Yu. Yuryev //Innovative equipment and technology. 2024. Vol. 11. No. 1. pp. 38-45.
- [6] Nadykta, V.D. Technology of powdered food additives /V.D. Nadykta, E.V. Shcherbakova, E.A. Olkhovатов // Polythematic online electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2017. No. 131. pp. 659-671.
- [7] Pat. 2761141 Russian Federation, MPK7 F26B 5/06. Cryosushka /applicant and patent holder: S.A. Ermakov. – No.2021104761/13; application. 02/24/2021; publ. 06.12.2021, Bul. No. 34. 8 p
- [8] Pat. 2803770 Russian Federation, MPK7 A21D 2/36. Method of bread production / applicants: A.A. Kurochkin, P.K. Garkina, M.O. Voloshina [et al.]; patent holder of the Federal State Educational Institution of Penza State Technical University. – No.2023114709; application 05.06.2023; publ. 19.09.2023, Bul. No.26. 7 p.
- [9] Pat. 2808149 Russian Federation MPK7 A21D 8/02, A21D 2/36. Method of production of bakery products / applicants: A.A. Kurochkin, P.K. Garkina, A.A. Blinokhvatov [and others .]; patent holder of the Federal State Educational Institution of Penza State Technical University. – No. 2023114711; application 05.06.2023; publ. 24.11.2023, Bul. No. 33.6 p.
- [10] Perfilova, O.V. Innovative technology of fruit paste and its application in baking /O.V. Perfilova, K.V. Bryksina, E.P. Ivanova [et al.] //Food industry. 2022. No. 10. pp. 55-58.

Сведения об авторах

Information about the authors

<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>
<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>