

Научная статья/Research article

УДК 664.853.2:664.8.037 + 664.8.047

DOI: 10.36718/1819-4036-2026-1-214-226

Елена Евгеньевна Банщикова¹, Евгений Дмитриевич Рожнов²,

Марина Николаевна Школьникова³✉

1,2,3Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

¹sfk_avrora@list.ru

²red.bti@yandex.ru

³shkolnikova.m.n@mail.ru

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОШКОВ ИЗ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЧЕСНОКА ПОСЕВНОГО *ALLIUM SATIVUM L.*

Цель исследования – научное обоснование целесообразности и эффективности переработки вторичных продуктов (жмыха и шелухи) чеснока посевного (*Allium sativum L.*) в ценные пищевые ингредиенты с заданными функционально-технологическими свойствами, а также комплексное исследование характеристик полученных порошкообразных продуктов для определения перспективных направлений их применения в различных отраслях пищевой промышленности в рамках концепции безотходного производства. Были исследованы три опытных образца: порошок из целого термообработанного чеснока (№ 1), порошок из термообработанного жмыха (№ 2) и порошок из шелухи термообработанного чеснока (№ 3). Образцы соответствовали критериям доброкачественности и обладали высоким содержанием полифенолов (30,2–42,4 мг ГАЕ/г), что подтверждает их биологическую ценность. Комплексный анализ ФТС выявил уникальные свойства каждого порошка. Образец № 1 продемонстрировал лучшую смачиваемость (14,5 с) и набухаемость (0,94 см³/г), что делает его идеальным вкусоароматическим концентратом для продуктов быстрого приготовления. Образец № 2 показал высокую влагоудерживающую способность (10,17 г/г), определяющую его потенциал в качестве наполнителя и структурообразователя в мясных и хлебобулочных изделиях. Образец № 3 выделился рекордной влагоудерживающей (19,62 г/г) и жироудерживающей (4,48 г/г) способностью благодаря пористой волокнистой структуре, что позволяет использовать его как технологический агент-стабилизатор и источник пищевых волокон с нейтральным вкусом. Результаты исследования доказывают высокую эффективность и целесообразность перевода отходов переработки чеснока в категорию высокомаржинальных пищевых ингредиентов с четко определенными направлениями применения, что способствует реализации концепции безотходного производства и повышению экономической эффективности агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: чеснок посевной (*Allium sativum L.*), вторичные ресурсы, пищевые порошки, функционально-технологические свойства, безотходное производство, пищевые ингредиенты

Для цитирования: Банщикова Е.Е., Рожнов Е.Д., Школьникова М.Н. Функционально-технологические свойства порошков из продуктов переработки чеснока посевного *Allium sativum L.* // Вестник КрасГАУ. 2026. № 1. С. 214–226. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-1-214-226.

Elena Evgenievna Banshchikova¹, Evgeny Dmitrievich Rozhnov²,

Marina Nikolaevna Shkolnikova³✉

1,2,3Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

¹sfk_avrora@list.ru

²red.bti@yandex.ru

³shkolnikova.m.n@mail.ru

FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF POWDERS FROM COMMON GARLIC (*ALLIUM SATIVUM L.*) PROCESSED PRODUCTS

The aim of this study is to scientifically substantiate the feasibility and effectiveness of processing by-products (cake and peel) of common garlic (*Allium sativum L.*) into valuable food ingredients with desired functional and technological properties, as well as to comprehensively study the characteristics of the resulting powdered products to identify promising areas of their application in various sectors of the food industry within the framework of the zero-waste production concept. Three test samples were studied: powder from whole heat-treated garlic (No. 1), powder from heat-treated cake (No. 2), and powder from heat-treated garlic peel (No. 3). The samples met the quality criteria and had a high polyphenol content (30.2–42.4 mg GAE/g), confirming their biological value. A comprehensive FCS analysis revealed the unique properties of each powder. Sample No. 1 demonstrated the best wettability (14.5 s) and swelling (0.94 cm³/g), which makes it an ideal flavor concentrate for instant products. Sample No. 2 demonstrated high water-holding capacity (10.17 g/g), demonstrating its potential as a filler and structure-forming agent in meat and bakery products. Sample No. 3 demonstrated record-breaking water-holding capacity (19.62 g/g) and fat-holding capacity (4.48 g/g) due to its porous fibrous structure, enabling its use as a technological stabilizer and a source of dietary fiber with a neutral flavor. The study results demonstrate the high efficiency and feasibility of converting garlic processing waste into high-margin food ingredients with clearly defined applications, thereby facilitating the implementation of waste-free production and increasing the economic efficiency of the agro-industrial complex.

Keywords: garlic (*Allium sativum L.*), secondary resources, food powders, functional and technological properties, waste-free production, food ingredients

For citation: Banshchikova EE, Rozhnov ED, Shkolnikova MN. Functional and technological properties of powders from common garlic (*Allium sativum L.*) processed products. *Bulletin of KSAU*. 2026;(1):214–226. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2026-1-214-226.

Введение. Чеснок посевной (*Allium sativum L.*) является сельскохозяйственной культурой, обладающей коротким физиологическим периодом покоя, поэтому луковицы, содержащие до 65 % влаги, необходимо высушивать в короткие сроки после сбора и хранить в зимний период для продовольственных целей при температуре, близкой к 0 °C (от –1 до 3 °C), и пониженной относительной влажности воздуха (60–70 %), что предотвращает прорастание и развитие микробиологической порчи [1]. Основные потери при несоблюдении данного режима происходят в результате усыхания, дыхания, а также развития грибковых заболеваний [2]. Как правило, постоянно поддерживать такой режим хранения экономически невыгодно. Учитывая то, что в реальных условиях современных хранилищ максимальные потери чеснока могут достигать 30 % [3], встает вопрос о его эффективной промышленной переработке, в результате которой образуются два вида отходов – жмых и шелуха, объем которых, по некоторым данным, в пищевой промышленности составляет порядка 25 % от объема перерабатываемого чеснока [4].

Жмых, остающийся после промышленной переработки чеснока, сохраняет большую часть водорастворимых компонентов чеснока (рис. 1).

Основными биологически активными веществами жмыха чеснока являются:

- сероорганические соединения (главным образом аллицин и его производные): ключевые соединения, отвечающие за большинство биологических свойств чеснока (анти микробные, антиоксидантные и др.) [5–7];
- фруктаны (инулин и фруктоолигосахариды – ФОС): запасные полисахариды чеснока, относящиеся к пребиотикам. Исследование [8] указывает на их значительное содержание и ценность;
- клетчатка (пищевые волокна): жмых чеснока является богатым источником клетчатки, включающей целлюлозу, гемицеллюлозы и пектин;
- минеральные вещества: исследование [9] показывает, что чеснок содержит ряд макро- и микроэлементов, которые остаются в жмыхе после отжима;
- белки и аминокислоты: часть белкового комплекса, включая ферменты (например, аллииназу), остается в жмыхе после переработки;
- сапонины и фенольные соединения: в работах [10, 11] упоминаются сапонины и фенолы как одни из биоактивных компонентов чеснока, вносящие вклад в его антиоксидантную и противовоспалительную активность.



Рис. 1. Состав и направления использования жмыха чеснока *Allium sativum L.*
(составлено авторами)

Composition and directions of use of garlic cake *Allium sativum L.* (compiled by the authors)

Долгое время считавшаяся бесполезным отходом, шелуха чеснока сегодня признается перспективным источником биологически активных соединений. Химический анализ показывает, что по некоторым показателям, особенно по содержанию антиоксидантов, она превосходит даже зубчики чеснока [12, 13]. Основную ценность представляет уникальный комплекс полифенолов, включающий флавоноиды (кверцетин, нарингин, кемпферол) и фенольные кислоты, обуславливающие мощную антиоксидантную активность [12, 14, 15]. Шелуха богата пищевыми волокнами (клетчаткой и пектинами), выполняющими пребиотическую функцию [12, 16, 17], а также эссенциальными минеральными веществами: калием, кальцием, магнием, железом и цинком [16–18]. Такой состав открывает широкие возможности для промышленного применения.

В пищевой индустрии экстракты шелухи, получаемые с помощью современных методов экстракции [15], служат натуральными антиоксидантами для стабилизации масел и мясных продуктов, а порошок из нее обогащает хлеб и макароны клетчаткой [12, 17]. В фармацевтике и нутрицевтике экстракты являются основой для создания БАДов кардиопротекторного и иммуномодулирующего действия [12–14]. Косметическая отрасль использует их в anti-age средствах для защиты кожи от окислительного стресса [12, 13]. Сельское хозяйство применяет шелуху как кормовую добавку благодаря содержанию минералов [17, 18] и как основу для биопестицидов благодаря antimикробным свойствам [15]. Наиболее инновационные направления включают ее использование в качестве сорбента для очистки воды и сырья для получения биотоплива [12].

Таким образом, переработка шелухи и жмыха чеснока представляет собой пример успешной реализации концепции нулевой отходности производств, позволяет не только решить экологическую проблему отходов, но и создать продукты с высокой добавленной стоимостью для различных секторов экономики (табл. 1).

Стоит отметить, что известен опыт разработки безотходной технологии переработки близкой к чесноку дикорастущей культуре подсемейства луковых черемши *Allium victoriale* (источника витамина С и кальция), отходы которой при первичной переработке на пищевых предприятиях составляют около 23–28 %. В результате реализации разработанной технологии получены полуфабрикаты в виде сушеных и замороженных листьев и пасты с высокими органолептическими характеристиками: пюреобразная масса, гладкая и однородная по текстуре, темно-зеленого цвета, с ярко выраженным насыщенным ароматом свежей черемши и трав, без посторонних запахов, вкус – специфический, приятный солоноватый, с нотками свежей травы [19].

Нельзя не отметить, что особый интерес для пищевой индустрии представляют плодовые и овощные полуфабрикаты / пищевые добавки и ингредиенты порошкообразные, преимущества которых (относительно пюре, экстрактов, соков и др.) заключается в снижении транспортных расходов из-за меньшей массы, облегчении условий хранения (низкое содержание воды предотвращает микробную порчу) и дозирования. Поэтому многие промежуточные и потребительские продукты в пищевой промышленности сейчас производятся в виде порошков, получаемых измельчением высушенного растительного/животного сырья.

Ключевые направления использования шелухи чеснока в промышленности
(составлено авторами)
Key areas of use of garlic peel in industry (compiled by the authors)

Отрасли экономики	Продукты и их характеристика	Ссылки
Пищевая промышленность	Натуральные антиоксиданты: экстракты добавляют в масла, жиры, мясные и другие продукты для замедления окисления и продления срока годности. Обогатители функционального питания: порошок из шелухи или экстракты используют для повышения содержания клетчатки и антиоксидантов в хлебобулочных, макаронных изделиях, снеках. Пищевые красители: натуральный пигмент для придания продуктам цвета	[12, 13, 15–17]
Фармацевтика и нутрицевтика	Производство БАДов: таблетки, капсулы или порошки на основе экстракта шелухи как источник мощных антиоксидантов (кверцетина, нарингина) и пребиотической клетчатки. Фармацевтические субстанции: выделение индивидуальных соединений (например, кверцетина) для создания лекарственных препаратов	[12–14]
Косметическая промышленность	Anti-age средства: кремы, сыворотки, лосьоны с экстрактом шелухи для защиты кожи от окислительного стресса. Противовоспалительные средства: компонент в средствах для ухода за проблемной кожей	[12, 13, 15]
Сельское хозяйство и кормовые добавки	Обогащение кормов для животных: добавление порошка из шелухи в корма для улучшения здоровья животных за счет пребиотиков и антиоксидантов. Биопестициды/фунгициды: использование экстрактов для защиты растений от болезней благодаря antimикробной активности	[15, 17, 18]
Экобиотехнологии и биоэкономика	Сорбенты: получение активированного угля или биочара для очистки воды и воздуха. Биотопливо: производство биоэтанола из полисахаридов шелухи	[12, 16]

К общепризнанным достоинствам сушки относятся: малая масса готового продукта, удобство фасовки и перевозки, длительность хранения без применения холодильников и специальных средств. Порошки являются концентратами исходного сырья, дольше сохраняют свое качество, лучше транспортируются. Порошки из сушеных овощей широко используются в технологии пищевых продуктов, являясь, во-первых, источником пищевых волокон, азотсодержащих минеральных веществ, органических кислот, витаминов, натуральных красителей и других биологически активных веществ, во-вторых, мелкодисперсные порошки хорошо гомогенизируются с рецептурными компонентами, технологически удобны при дозировке, могут храниться в герметичной упаковке длительное время. Однако нередко пищевые порошки обладают плохой текучестью и/или склонностью к комкованию [20].

Порошок высушенного чеснока является наиболее доступным видом специй на основе чеснока, используемых повседневно населением большинства стран мира, включая Россию [21].

Представляется актуальным рассмотреть вопрос получения порошков из сырья с нулевой стоимостью – из жмыха и шелухи чеснока, полученных в процессе переработки различных видов и глубины. С целью рационального использования новых видов сырья и пищевых добавок необходимо знание их функционально-технологических свойств (ФТС), что позволяет прогнозировать поведение порошкообразного сырья и пищевых добавок в пищевых системах на жировой и водной основе в процессе технологической обработки и хранения готовых изделий.

Цель исследования – научное обоснование целесообразности и эффективности переработки вторичных продуктов переработки чеснока по-

севного (*Allium sativum* L.) в ценные пищевые ингредиенты с заданными функционально-технологическими свойствами, а также комплексное исследование характеристик полученных порошкообразных продуктов для определения перспективных направлений их применения в различных отраслях пищевой промышленности в рамках концепции безотходного производства.

Объекты и методы. Экспериментальные исследования выполнены на кафедрах технологии питания и биотехнологии и инжиниринга ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет».

Объектами исследований являлись: пищевые ингредиенты в виде порошка из продуктов и отходов переработки чеснока посевного (рис. 2) – опытные образцы, полученные из продуктов переработки луковиц чеснока разной глубины: № 1 – порошок из термически обработанных и очищенных от шелухи луковиц чеснока (черный чеснок); № 2 – порошок из термически обработанного жмыха чеснока; № 3 – порошок из шелухи после очистки термически обработанных луковиц чеснока. Внешний вид образцов № 1–3 приведен на рисунке 2. Контрольный образец (№ 4) представлял собой порошок чеснока, полученный высушиванием свежего чеснока с последующим измельчением. Термическую обработку образцов № 1–3 проводили в описанных нами ранее условиях [22].

Опытные образцы порошка получены высушиванием продуктов переработки луковиц чеснока в полочной сушилке с обдувом при $T = (60 \pm 2)^\circ\text{C}$ до постоянной влаги $(3,0 \pm 0,5)\%$, очисткой от оболочки, измельчением на ножевой мельнице до размера частиц $<0,5$ мм, фракционированием частиц с повторным измельчением крупных.

Органолептические показатели образцов исследованы по ГОСТ 34130-2017 в следующей последовательности: внешний вид (рис. 2), цвет, консистенция, запах и вкус (чистота, интенсивность, посторонние привкусы и запахи). Доброкачественность опытных образцов подтверждена стандартными методами: массовая

доля влаги, % – по ГОСТ 34131-2017; массовая доля минеральных и посторонних примесей, % – по ГОСТ 25555.3-82. Содержание полифенолов определяли методом Фолина–Чокальтеу (в пересчете на галловую кислоту) по ГОСТ 55488–2013: готовили спиртовые вытяжки из образцов порошка чеснока 1 г/100 мл 96 %-го этилового спирта. Анализ вели на двухлучевом спектрофотометре Shimadzu UV-1800. Микроскопию образцов № 1–3 проводили с использованием микроскопа Levenhuk D870T при увеличении $\times 200$, фотофиксацию изображений проводили с использованием видеокуляра ToupCam 16,0MP.

Технологические свойства образцов порошкообразного пищевого ингредиента определяли следующими методами: набухаемость – настаиванием 1 %-й водной суспензии в мерном цилиндре в течение суток. Набухаемость оценивалась как максимальное количество воды, которое объект может поглотить и удержать до наступления динамического равновесия, отнесенное к массе навески [23]; смачиваемость порошка (в секундах) определялась путем измерения времени полного смачивания 10 г образца, помещенного в мензурку объемом 250 мл, в которой 100 мл дистиллированной воды при $T = 25^\circ\text{C}$, по [24] – гидрофильтность. Для определения насыпной плотности ($\text{кг}/\text{дм}^3$) 20 г порошка загружали в мерный цилиндр объемом 100 мл, загруженный цилиндр строго вертикально опускали 70 раз на резиновый коврик с высоты 15 см и фиксировали конечный объем для использования в расчетах по [25]. Влагоудерживающая способность (ВУС), 1 г воды/1 г продукта, определялась как количество воды, адсорбированное и удержанное сырьевым компонентом в процессе настаивания и центрифугирования водной суспензии. Жироудерживающая способность (ЖУС), 1 г растительного масла/1 г продукта, определялась по количеству растительного масла, удержанного сырьевым компонентом после настаивания и центрифугирования [26].



Рис. 2. Визуализация процесса получения опытных образцов при переработке чеснока и его отходов

Visualization of the process of obtaining experimental samples during the processing of garlic and its waste

Результаты и их обсуждение. Для любого пищевого ингредиента важную роль играют органолептические характеристики (табл. 2).

Доброкачественность опытных образцов подтверждена в эксперименте: содержание влаги (%) составило $3,52 \pm 0,14$; $3,22 \pm 0,20$ и $3,46 \pm 0,24$ соответственно в образцах № 1, 2 и 3, что не превышает регламентированных для

пищевых порошков 8,0 %, минеральные и посторонние примеси не обнаружены.

Биологическая ценность опытных образцов обусловлена наличием в них полифенолов, мг ГАЕ/г: $30,2 \pm 0,7$; $36,7 \pm 0,5$ и $42,4 \pm 0,7$ соответственно в образцах № 1, 2 и 3, что хорошо согласуется с данными, представленными в [6, 7].

Таблица 2

Органолептические свойства опытных образцов пищевого ингредиента
Organoleptic properties of experimental samples of food ingredient

Показатель	Образец № 1		Образец № 2		Образец № 3	
	1	2	3	4		
Цвет и консистенция	Мелкодисперсный однородный порошок без посторонних примесей и частиц чешуи и донца, красивого коричневого цвета (визуально похож на порошкообразный растворимый кофе), сыпучий, при тактильных ощущениях похож на крахмал, гигроскопичный, легко прессуется в плотные комки, обладает способностью к слеживанию	Мелкодисперсный порошок серо-коричневого (темно-бежевого) цвета, по внешнему виду менее гигроскопичен	Мелкодисперсный порошок бежевого цвета, по внешнему виду менее гигроскопичен			

Окончание табл. 2

1	2	3	4
Запах	Выраженный, приятный, тонкий, специфичный (пряный) – с карамельными тонами, без посторонних запахов	Слабовыраженный, приятный, тонкий, свойственный чесноку, умами – соусоподобный (соевый соус)	Выраженный, приятный, тонкий, свойственный чесноку
Вкус	Выраженный специфический – сладковатый, жареный (картофельных чипсов), есть кислинка, без посторонних привкусов	Слабовыраженный, специфический – сладковатый, жареный (картофельных чипсов), тонкий, приятный, без посторонних привкусов	Нейтральный, пресный

Контрольный образец № 4 представляет собой однородный порошок без посторонних примесей и частиц чешуи и донца, кремового цвета, сыпучий, с характерный свежему чесноку запахом, вкус – острый чесночный, свойственный свежему чесноку, без посторонних запаха и привкусов.

Микрофотографии образцов представлены на рисунке 3. Можно видеть, что образец № 2, как и предполагалось, содержит в своем составе частицы мякоти, которые в результате термообработки претерпели изменения, аналогичные изменениям, произошедшим при термообработке целых головок чеснока.

Технологическую адекватность порошкообразных материалов обуславливают их функционально-технологические свойства (табл. 3).

Проведенные исследования функционально-технологических свойств порошков, полученных из продуктов переработки чеснока, демонстрируют их значительный потенциал в качестве пищевых ингредиентов для различных отраслей пищевой промышленности.

Как видно из таблицы 1, все опытные образцы соответствуют критериям доброкачественности для пищевых порошков, а высокое содержание полифенолов (от 30,2 до 42,4 мг ГАЕ/г) подтверждает их биологическую ценность, что коррелирует с литературными данными [6, 7, 12, 13]. Это позволяет позиционировать образцы № 1–3 не только как технологические добавки, но и как функциональные ингредиенты, обогащающие продукт антиоксидантами.



- фрагменты мякоти зубцов чеснока
- фрагменты шелухи чеснока

Рис. 3. Микрофотографии образцов №1–3 при увеличении ×200
Microphotographs of samples No. 1–3 at magnification ×200

Технологические свойства опытных образцов пищевого ингредиента
Technological properties of experimental samples of food ingredient

Показатель	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3
Размер частиц, мм	Менее 0,100	Менее 0,315	Менее 0,250
Набухаемость, см ³ /г	0,94±0,11	0,27±0,08	0,12±0,04
Насыпная плотность, г/дм ³	547,0±4,6	169,0±2,7	116,0±1,4
Смачиваемость, с	14,5±1,2	27,3±1,7	42,1±2,1
ВУС, г воды/г продукта	6,04±0,13	10,17±0,34	19,62±0,53
ЖУС, г растительного масла /г продукта	2,82±0,07	3,21±0,09	4,48±0,05

Из данных таблицы 2 видно, что в ходе ферментации при тепловой обработке изменились все органолептические характеристики опытных образцов – получены различные между собой мелкодисперсные порошки с приемлемыми внешним видом, запахом и вкусом, что послужит основанием для использования в составе различных пищевых систем / пищевых продуктов – с одной стороны, с другой – с различной концентрацией ингредиента.

Как видно из приведенных в таблице 3 данных, образцы порошка отличаются по размеру – самый мелкодисперсный с размером частиц менее 0,1 мм – образец № 1 (порошок из термообработанных и очищенных от шелухи луковиц черного чеснока), что обусловило его лучшую набухающую способность (0,94 см³/г), что в 3,5 раза больше образца № 2 и в 7,8 раза больше, чем у образца № 3 (0,12 см³/г). Таким образом, можно говорить о хорошей способности порошка черного чеснока восстанавливаться при добавлении воды, что особенно важно для потребительских свойств многих пищевых систем (например, суповых смесей, пюре и других продуктов быстрого приготовления).

Также можно говорить о том, что образец № 1 отличается от образцов № 2 и 3 значением насыпной плотности – больше в 3,2 и 4,7 раза соответственно. Большое значение насыпной плотности можно объяснить высоким содержанием сахаров в чесноке, что также обуславливает его гигроскопичность и легкую слеживаемость при хранении. Таким образом, можно говорить о том, что к хранению порошка из черного чеснока должны быть предъявлены определенные требования – по влажности, упаковке и герметичности. Низкая насыпная плотность образцов № 2 и 3 обусловлена высокой пористостью частиц (преимущественно состоят из измельченных внешних оболочек). Из данных таб-

лицы 3 следует, что опытные образцы № 1–3 по показателю насыпной плотности со значениями 116,0–547,0 г/дм³ характеризуются как легкие (насыпная плотность менее 600 г/дм³), что позволит обеспечить высокую точность дозирования данного сырья при приготовлении пищевых продуктов.

Одним из важных требований к сухому пищевому ингредиенту является быстрота и легкость его восстановления в воде, в том числе отсутствие комкования при контакте порошка с водой. Первым этапом регистрация порошка является его смачивание – характеризуется смачиваемостью и выражается как время смачивания в секундах. Образец № 1 характеризуется отличной смачиваемостью, которая близка к смачиваемости таких продуктов, как быстрорастворимый кофе. Более плохая смачиваемость образцов № 2 и 3 является следствием более пористой структуры – легкие частицы дольше плавают на поверхности воды, прежде чем погрузиться.

Образец № 3 резко выделяется на фоне остальных по значению водоудерживающей способности ((19,62 ± 0,53) г/г) – это прямое следствие его пористой структуры, поскольку губчатые структуры за счет возникновения микропипплярного эффекта способны удерживать значительное количество воды. Значение показателя ВУС для пищевых ингредиентов имеет большое практическое значение, так как от нее зависят консистенция, влажность и выход готовой продукции. Стоит отметить высокую ВУС образца № 3 ((19,62 ± 0,53) г/г), который может быть использован в пищевых системах в качестве влагоудерживающего агента: так, ВУС гидроколлоида полисахаридного экстракта из семян льна составляет 25,6 г/г файл [27]. Значение ВУС образца № 1 составляет (6,04 ± 0,13) г/г, что также свидетельствует о достаточно высокой способности поглощать и удерживать влагу и

хорошо согласуется с литературными данными по исследованию функционально-технологических свойств овощных порошков из свеклы (6,7 г/г), моркови (9,8 г/г) и морковных выжимок (8,68–9,05 г/г), тыквы (6,0 г/г) и красного сладкого перца (6,2 г/г) [28]. Также образец № 1 гигроскопичен.

С учетом того что, полученный пищевой ингредиент планируется к использованию в различных пищевых системах, в том числе на жировой основе (например: соусы эмульсионные и т. д.), определено значение ЖУС, которая является важной характеристикой сырьевых ингредиентов. ЖУС растет от образца к образцу с аналогичной закономерностью – чем больше пор, тем больше масла может удержаться в частице порошка. Полученные значения ЖУС опытных образцов можно сравнить со значением аналогичного показателя полисахаридного экстракта из семян льна-долгунца сорта Цезарь – 8,0 г/г, соевых белковых концентратов – 7,5 г/г [27].

Таким образом, образец № 1 (порошок из черного чеснока) проявил себя как продукт с высокими потребительскими качествами (приятный карамельный запах и вкус) и отличными технологическими свойствами, характерными для легкоусвояемых ингредиентов: высокая насыпная плотность (547,0 г/дм³), лучшая среди образцов смачиваемость (14,5 с) и хорошая набухаемость (0,94 см³/г). Эти свойства делают его идеальным ингредиентом для продуктов быстрого приготовления, таких как сухие суповые смеси, соусы, бульонные кубики и приправы, где ключевыми являются быстрота восстановления и интенсивный вкусоароматический профиль. Однако его склонность к слеживанию и гигроскопичность, обусловленные высоким содержанием меланоидинов и простых сахаров, образующихся в процессе протекания реакции Майяра, диктуют необходимость использования герметичной влагонепроницаемой упаковки.

Образец № 2 (порошок из термообработанного жмыха чеснока) занимает промежуточное положение. Он обладает менее выраженным, но приятным вкусом умами и соевого соуса, что расширяет возможности его применения в качестве вкусовой добавки без доминирующего сладкого оттенка черного чеснока. Его технологические свойства – умеренная набухаемость (0,27 см³/г), низкая насыпная плотность (169,0 г/дм³) и высокая влагоудерживающая способность (10,17 г/г) – указывают на высокое

содержание пищевых волокон и белка [8, 9]. Это делает его перспективным наполнителем и структурообразователем в мясных продуктах (колбасы, паштеты), хлебобулочных и макаронных изделиях для повышения выхода готовой продукции и улучшения ее текстуры.

Образец № 3 (порошок из шелухи черного чеснока) кардинально отличается от других. Его нейтральный вкус и пресный характер, а также исключительно высокие значения ВУС (19,62 г/г) и ЖУС (4,48 г/г) при минимальной насыпной плотности (116,0 г/дм³) являются прямым следствием его пористой, волокнистой структуры, что подтверждается микрофотографиями (рис. 3). Такой комплекс свойств позволяет классифицировать данный образец не как вкусовой ингредиент, а как эффективный технологический агент. Его можно применять:

- как влагоудерживающий агент в мясной и рыбной промышленности для снижения потерь при термообработке и хранении;
- как эмульгатор и стабилизатор в жиросодержащих системах (соусы, майонезы, паштеты) благодаря высокой ЖУС;
- как источник пищевых волокон и антиоксидантов для обогащения хлеба, печенья и других продуктов, где его нейтральный вкус является преимуществом, так как не искажает органолептику основного продукта.

Выявленные свойства полностью согласуются с данными таблицы 1 о ценности шелухи как источника клетчатки и полифенолов [12, 16, 17].

Заключение. Проведенное исследование функционально-технологических свойств порошкообразных ингредиентов, полученных из чеснока и продуктов его переработки, позволяет сделать следующие выводы.

Подтверждена принципиальная возможность и высокая целесообразность переработки вторичных ресурсов (жмыха и шелухи) чеснока в ценные пищевые ингредиенты. Термическая обработка сырья по технологии получения черного чеснока позволяет не только обеспечить микробиологическую безопасность, но и кардинально изменить органолептические и функциональные характеристики конечных продуктов, значительно повышая их потребительскую привлекательность и технологическую ценность.

Установлено, что полученные опытные образцы порошков (из целого термообработанного чеснока, жмыха и шелухи) являются доброкачественными, отличаются высоким содержанием

биологически активных веществ, в частности полифенолов (30,2–42,4 мг ГАЕ/г), и обладают уникальным комплексом функционально-технологических свойств (водо- и жироудерживающей способностью, набухаемостью, смачиваемостью), что определяет потенциальные направления их применения.

Каждый из полученных ингредиентов имеет четкую область целевого использования в пищевой промышленности, обусловленную его свойствами.

- Порошок из черного чеснока (образец № 1) является готовым вкусоароматическим концентратом с отличной смачиваемостью и высокими органолептическими показателями для применения в продуктах быстрого приготовления.
- Порошок из жмыха (образец № 2) представляет собой функционально-вкусовой на-

полнитель и структурообразователь для мясных, хлебобулочных и других продуктов.

- Порошок из шелухи (образец № 3), обладающий рекордной влагоудерживающей способностью и нейтральным вкусом, является эффективным технологическим агентом-стабилизатором и источником пищевых волокон.

Таким образом, реализация предложенного подхода позволяет решить важную народнохозяйственную задачу по переводу отходов переработки чеснока (жмыха и шелухи) в категорию высокомаржинальных пищевых ингредиентов с высокой добавленной стоимостью. Это способствует реализации концепции «zero-waste» (безотходное производство), повышению экологической и экономической эффективности агропромышленного комплекса и расширению ассортимента функциональных пищевых продуктов.

Список источников

1. Gross K.C., Wang C.Y., Saltveit M. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. Report USDA № 348552. 2016.
2. Сидельникова Н.А., Смирнова В.В. Хранение чеснока продовольственного. В сб.: XXIII Международная научно-производственная конференция «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее», пос. Майский, 28–29 мая 2019 г.: в 2 т. Пос. Майский: Белгородский ГАУ, 2019. Т. 1. С. 44.
3. Madhu B., Mudgal V.D., Champawat P.S. Storage of garlic bulbs (*Allium sativum* L.): A review // Journal of Food Process Engineering. 2019. Vol. 42, № 6. Art. e13177. DOI: 10.1111/jfpe.13177.
4. Kallel F., Driss D., Chaari F. Garlic (*Allium sativum* L.) husk waste as a potential source of phenolic compounds: Influence of extracting solvents on its antimicrobial and antioxidant properties // Industrial Crops and Products. 2014. N 62. P. 34–41. DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.07.047.
5. Arulselvan K., Gayas Z., Uday V. Antibacterial activity of garlic extract against *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus acidophilus*: an *in vitro* study // Journal of South Asian Association of Pediatric Dentistry. 2022. Vol. 5, N 1. P. 26–31. DOI: 10.5005/jp-journals-10077-3218. EDN: ХАТРЫК.
6. Shooriabi M. Effects of *Allium sativum* (Garlic) and Its derivatives on oral diseases: a narrative review // Res Dent Maxillofac Sci. 2021. Vol. 6, N 1. P. 36–44. DOI: 10.34172/jhp.2021.33.
7. Saharan R., Pal P., Sachdeva S., et al. Garlic the wonder adjuvant in medicinal field // European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences. 2023. Vol. 10, N 4. P. 159–163. DOI: 10.2478/sjecr-2021-0081. EDN: ICPPCD.
8. Shalini R., Krishna J., Sankaranarayanan M., et al. Enhancement of fructan extraction from garlic and fructooligosaccharide purification using an activated charcoal column // LWT. 2021. Vol. 148. Art. 111703. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111703. EDN: HNGMVU.
9. Essa H.A., Shehata A.N., AboZaid A.M., et al. Chemical characteristics, mineral contents and color evaluation of fresh garlic cloves and dried garlic sheet // Egyptian Journal of Chemistry. 2023. Vol. 66, N 3. P. 323–331. DOI: 10.21608/ejchem.2022.156702.6698.
10. Prakash P., Shekhar S., Prasad K. Characterisation of *Allium sativum* bulb and its component for high end applications // Journal of Physics: Conference Series. 2023. Vol. 2663, N 1. Art: 012023. DOI: 10.1088/1742-6596/2663/1/012023. EDN: XHFCMQ.
11. Azmat F., Imran A., Islam F., et al. Valorization of the phytochemical profile, nutritional composition, and therapeutic potentials of garlic peel: a concurrent review // International Journal of Food Properties. 2023. Vol. 26, N 1. P. 254–269. DOI: 10.1080/10942912.2022.2163635. EDN: IMPUPL.

12. Singiri J. R., Swetha B., Ben-Natan A., et al. What worth the garlic peel // International Journal of Molecular Sciences. 2022. Vol. 23, N 23. Art: 15226. DOI: 10.3390/ijms232315226. EDN: EENYXN.
13. Odilovna M.U., Xayotillo I.X., Raxmonovich A.I. Chemical composition, healing properties of garlic and its peel // Farg'ona davlat universiteti. 2022. P. 149–151.
14. Hernández-Montesinos I.Y., Carreón-Delgado D.F., Ocaranza-Sánchez E., et al. Garlic (*Allium sativum*) peel extracts and their potential as antioxidant and antimicrobial agents for food applications: influence of pretreatment and extraction solvent // International Journal of Food Science and Technology. 2023. Vol. 58, N 12. P. 6794–6803. DOI: 10.1111/ijfs.16665.
15. Zhivkova V. Determination of Nutritional and Mineral Composition of Wasted Peels from Garlic, Onion and Potato // Carpathian Journal of Food Science & Technology. 2021. Vol. 13, N 3. P. 134–146. DOI: 10.34302/crpjfst/2021.13.3.15.
16. Velciov A.B., Danci M., Cozma A., et al. Evaluation of some nutritional compounds of garlic (*Allium sativum* L.) peel waste // Scientific Papers. Series B. Horticulture. 2024. Vol. LXVIII, N 1. P. 712–718.
17. Velciov A.B., Popescu G.S., Cozma A., et al. Preliminary research on garlic peel powder as a source of essential mineral elements // Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. 2024. Vol. 30, N 1. P. 85–90. DOI: 10.52846/japt.v30i1.1565. EDN: HNIPZF.
18. Ivanova G.V., Kolman O.Ja., Yamskikh T.N., et al. The ways of industrial food fortification with vitamins. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 421. Art. 032038. DOI: 10.1088/1755-1315/421/3/032038. EDN: QTLDTD.
19. Kleinschmidt S., Heide I., Kleinschmidt T. Ultrafine food powders as clean-label flow additives // Frontiers in Chemical Engineering. 2024. Vol. 5. Art. 1307309. DOI: 10.3389/fceng.2023.1307309. EDN: PBWDXR.
20. Голубкина Н.А., Середин Т.М., Кошеваров А.А., и др. Порошок чеснока, обогащенного селеном // Микроэлементы в медицине. 2018. Т. 19, N 1. С. 43–50. DOI: 10.19112/2413-6174-2018-19-1-43-50. EDN: OSOZCB.
21. Рожнов Е.Д., Школьникова М.Н., Казанцева А.С., и др. Определение условий немикробной ферментации чеснока (*Allium sativum* L.) для использования в составе пищевых систем // Вестник КрасГАУ. 2024. № 11 (212). С. 208–214. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-11-208-214. EDN: ANPYOV.
22. Рензяева Т.В., Тубольцева А.С., Понкратова Е.К., и др. Функционально-технологические свойства порошкообразного сырья и пищевых добавок в производстве кондитерских изделий // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 4. С. 43–49.
23. Gong Z., Zhang M., Mujumdar A.S., et al. Spray drying and agglomeration of instant bayberry powder // Drying Technology. 2008. Vol. 26. P. 116–121. DOI: 10.1080/07373930701781751.
24. Jinapong N., Suphantharika M., Jamnong P. Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration // Journal of Food Engineering. 2008. Vol. 84. P. 194–205. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.04.032.
25. Корячкина С.Я., Ладнова О.Л., Годунов О.А., и др. Применение тонкодисперсных овощных и фруктово-ягодных порошков при производстве пищевых концентратов сладких блюд // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2015. № 2 (31). С. 31–37.
26. Миневич И.Э., Цыганова Т.Б., Черных В.Я. Характеристика порошков белкового концентрата и полисахаридного экстракта, полученных из льняного сырья методом распылительной сушки // Хранение и переработка сельхозсырья. 2020. № 3. С. 46–57. DOI: 10.36107/spfp.2020.334. EDN: CNPJIC.
27. Джакангирова Г.З. Функционально-технологические свойства растительных порошков // European research. 2016. № 4 (15). С. 35–37.
28. Оганнесян Ф.А., Басковцева А.С., Баракова Н.В., и др. Функционально-технологические свойства порошков из модифицированных яблочных и морковных выжимок // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 5 (155). С. 98–102. DOI: 10.60797/IRJ.2025.155.98. EDN: BWHITU.

References

1. Gross KC, Wang CY, Saltveit M. *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*. Report USDA № 348552. 2016.
2. Sidelnikova NA, Smirnova VV. Storage of food garlic. In: *XXIII Mezhdunarodnaya nauchno-prizvodstvennaya konferenciya "Innovatsionnye resheniya v agrarnoi nauke – vzgliad v budushchhee"*, Minsk, 28–29 May 2019: v 2 t. Minsk: Belgorodskiy GAU; 2019. Vol. 1. P. 44. (In Russ.).
3. Madhu B, Mudgal VD, Champawat PS. Storage of garlic bulbs (*Allium sativum* L.): a review. *J Food Process Eng.* 2019;42(6):e13177. DOI: 10.1111/jfpe.13177.
4. Kallel F, Driss D, Chaari F, et al. Garlic (*Allium sativum* L.) husk waste as a potential source of phenolic compounds: influence of extracting solvents on its antimicrobial and antioxidant properties. *Ind Crops Prod.* 2014;62:34-41. DOI: 10.1016/j.indcrop.2014.07.047.
5. Arulselvan K, Gayas Z, Uday V. Antibacterial activity of garlic extract against *Streptococcus mutans* and *Lactobacillus acidophilus*: an *in vitro* study. *Journal of South Asian Association of Pediatric Dentistry.* 2022;5(1):26-31. DOI: 10.5005/jp-journals-10077-3218. EDN: XATPYK.
6. Shoorabi M. Effects of *Allium sativum* (Garlic) and Its derivatives on oral diseases: a narrative review. *Res Dent Maxillofac Sci.* 2021;6(1):36-44. DOI: 10.34172/jhp.2021.33.
7. Saharan R, Pal P, Sachdeva S, et al. Garlic the wonder adjuvant in medicinal field. *Eur J Biomed Pharm Sci.* 2023;10(4):159-163. DOI: 10.2478/sjecr-2021-0081. EDN: ICPPCD.
8. Shalini R, Krishna J, Sankaranarayanan M, et al. Enhancement of fructan extraction from garlic and fructooligosaccharide purification using an activated charcoal column. *LWT.* 2021;148:111703. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111703. EDN: HNGMVU.
9. Essa HA, Shehata AN, AboZaid AM, et al. Chemical characteristics, mineral contents and color evaluation of fresh garlic cloves and dried garlic sheet. *Egypt J Chem.* 2023;66(3):323-331. DOI: 10.21608/ejchem.2022.156702.6698.
10. Prakash P, Shekhar S, Prasad K. Characterisation of *Allium sativum* bulb and its component for high end applications. *J Phys Conf Ser.* 2023;2663(1):012023. DOI: 10.1088/1742-6596/2663/1/012023. EDN: XHFCMQ.
11. Azmat F, Imran A, Islam F, et al. Valorization of the phytochemical profile, nutritional composition, and therapeutic potentials of garlic peel: a concurrent review. *Int J Food Prop.* 2023;26(1):254-269. DOI: 10.1080/10942912.2022.2163635. EDN: IMPUPL.
12. Singiri JR, Swetha B, Ben-Natan A, et al. What worth the garlic peel. *Int J Mol Sci.* 2022;23(23):15226. DOI: 10.3390/ijms232315226. EDN: EENYXN.
13. Odilovna MU, Xayotillo IX, Raxmonovich AI. Chemical composition, healing properties of garlic and its peel. *Farg'ona Davlat Universiteti.* 2022:149-151.
14. Hernández-Montesinos IY, Carreón-Delgado DF, Ocaranza-Sánchez E, et al. Garlic (*Allium sativum*) peel extracts and their potential as antioxidant and antimicrobial agents for food applications: influence of pretreatment and extraction solvent. *Int J Food Sci Technol.* 2023;58(11):6794-6805. DOI: 10.1111/ijfs.16665.
15. Zhivkova V. Determination of nutritional and mineral composition of wasted peels from garlic, onion and potato. *Carpathian J Food Sci Technol.* 2021;13(3):134-146. DOI: 10.34302/crpjfst/2021.13.3.15.
16. Velciov AB, Danci M, Cozma A, et al. Evaluation of some nutritional compounds of garlic (*Allium sativum* L.) peel waste. *Sci Pap Ser B Hortic.* 2024;LXVIII(1):712-718.
17. Velciov AB, Popescu GS, Cozma A, et al. Preliminary research on garlic peel powder as a source of essential mineral elements. *J Agroaliment Process Technol.* 2024;30(1):85-90. DOI: 10.52846/japt.v30i1.1565. EDN: HNIPZF.
18. Ivanova GV, Kolman OJ, Yamskikh TN, et al. The ways of industrial food fortification with vitamins. In: *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2020;421:032038. DOI: 10.1088/1755-1315/421/3/032038. EDN: QTLDTD.
19. Kleinschmidt S, Heide I, Kleinschmidt T. Ultrafine food powders as clean-label flow additives. *Front Chem Eng.* 2024;5:1307309. DOI: 10.3389/fceng.2023.1307309. EDN: PBWDXR.

20. Golubkina NA, Seredin TM, Koshevarov AA, et al. Selenium-enriched garlic powder. *Mikroelem Med.* 2018;19(1):43-50. (In Russ.). DOI: 10.19112/2413-6174-2018-19-1-43-50. EDN: OSOZCB.
21. Rozhnov ED, Shkolnikova MN, Kazantseva AS, et al. Determination of conditions for non-microbial fermentation of garlic (*Allium sativum L.*) for use in food systems. *Bulletin of KSAU.* 2024;11:208-214. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-11-208-214. EDN: ANPYOV.
22. Renziaeva TV, Tuboltseva AS, Ponkratova EK, et al. Functional and technological properties of powdered raw materials and food additives in the production of confectionery products. *Tekhnika i Tekhnologiya Pishchevykh Proizvodstv.* 2014;(4):43-49. (In Russ.).
23. Gong Z, Zhang M, Mujumdar AS, et al. Spray drying and agglomeration of instant bayberry powder. *Dry Technol.* 2008;26:116-121. DOI: 10.1080/07373930701781751.
24. Jinapong N, Suphantharika M, Jamnong P. Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *J Food Eng.* 2008;84(2):194-205. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.04.032.
25. Koriachkina SYa, Ladnova OL, Godunov OA, et al. The use of finely dispersed vegetable and fruit-and-berry powders in the production of sweet dish concentrates. *Tekhnologiya i Tovarovedenie Innovatsionnykh Pishchevykh Produktov.* 2015;2(31):31-37. (In Russ.).
26. Minevich IE, Tsyganova TB, Chernykh VY. Characteristics of protein concentrate and polysaccharide extract powders obtained from flax raw materials by spray drying. *Khranenie i Pererabotka Sel'khozsyrs'ya.* 2020;(3):46-57. (In Russ.). DOI: 10.36107/spfp.2020.334. EDN: CNPJIC.
27. Dzhakhangirova GZ. Functional and technological properties of plant powders. *European Research.* 2016;4(15):35-37. (In Russ.).
28. Ogannesian FA, Baskovtseva AS, Barakova NV, et al. Functional and technological properties of powders from modified apple and carrot pomace. *Mezhdunarodnyi Nauchno-Issledovatel'skii Zhurnal.* 2023;5(155):98-102. (In Russ.). DOI: 10.60797/IRJ.2025.155.98. EDN: BWHITU.

Статья принята к публикации 02.10.2025 / The article accepted for publication 02.10.2025.

Информация об авторах:

Елена Евгеньевна Банщикова, аспирант кафедры биотехнологии и инженеринга
Евгений Дмитриевич Рожнов, профессор кафедры биотехнологии и инженеринга, доктор технических наук
Марина Николаевна Школьникова, профессор кафедры технологии питания, доктор технических наук, доцент

Information about the authors:

Elena Evgenievna Banshchikova, Postgraduate student at the Department of Biotechnology and Engineering
Evgeny Dmitrievich Rozhnov, Professor at the Department of Biotechnology and Engineering Doctor of Technical Sciences
Marina Nikolaevna Shkolnikova, Professor at the Department of Nutrition Technology, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor