

НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО ПЛОДООВОЩНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ

*соискатель, Фатхуллаева Ирода Рихсихужа кизи,
Ташкентский химико-технологический институт
+998 90 976 44 00, www.irosh707@icloud.com
и.о. доцент, PhD, Зуннунова Динора Эргашевна
Ташкентский химико-технологический институт
проф., PhD, Акрамова Раъно Рамизитдиновна
Ташкентский химико-технологический институт*

Аннотация. Статья посвящена научно-технологическому обоснованию комплексной переработки вторичного плодоовощного сырья с целью получения функциональных пищевых ингредиентов. Актуальность исследования обусловлена необходимостью рационального использования вторичных ресурсов пищевой промышленности, снижения потерь растительного сырья и повышения эффективности его переработки. Рассмотрены технологические подходы к выделению и концентрированию ценных биологически активных компонентов, содержащихся в вторичном плодоовощном сырье, включая пищевые волокна, полифенольные соединения, пектиновые вещества, органические кислоты и другие физиологически значимые компоненты. Обоснована целесообразность комплексного использования различных фракций сырья для получения ингредиентов с заданными функционально-технологическими и физиологическими свойствами. Предложенный подход позволяет повысить степень использования растительного сырья, расширить ассортимент функциональных пищевых ингредиентов и обеспечить возможность их дальнейшего применения при разработке продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности. Результаты исследования могут быть использованы при совершенствовании технологий переработки плодоовощного сырья и разработке ресурсосберегающих технологий производства функциональных продуктов питания.

Ключевые слова: вторичное плодоовощное сырье, комплексная переработка, функциональные пищевые ингредиенты, биологически активные вещества, пищевые волокна, полифенольные соединения, пектиновые вещества, ресурсосберегающие технологии, рациональное использование сырья, функциональные продукты питания.

Введение. Современное развитие пищевой промышленности характеризуется повышенным вниманием к рациональному использованию растительного сырья, снижению производственных потерь и внедрению ресурсосберегающих технологий. Значительная часть плодоовощного сырья в процессе переработки образует вторичные продукты в виде кожуры, семян, выжимок, мякоти, плодоножек и других фракций. Несмотря на то, что данные компоненты зачастую рассматриваются как отходы производства, они содержат значительное количество ценных биологически активных веществ, пищевых волокон, пектиновых соединений, полифенолов, органических

кислот, минеральных веществ и других физиологически значимых компонентов. Рациональное вовлечение вторичного плодоовощного сырья в технологический цикл позволяет не только снизить количество отходов, но и создать дополнительный источник функциональных пищевых ингредиентов. Получаемые ингредиенты могут использоваться при производстве продуктов питания с повышенной пищевой и биологической ценностью, а также для регулирования их физико-химических, структурно-механических и органолептических характеристик.

Особый интерес представляет **комплексная переработка вторичного плодоовощного сырья**, предусматривающая максимально полное извлечение целевых компонентов из различных фракций сырья. Такой подход соответствует принципам безотходной и малоотходной переработки и способствует повышению экономической и технологической эффективности производства. В связи с этим научно-технологическое обоснование способов комплексной переработки вторичного плодоовощного сырья и получение на его основе функциональных пищевых ингредиентов является актуальным направлением исследований.

Цель исследования. Целью исследования является научно-технологическое обоснование и разработка научных подходов к комплексной переработке вторичного плодоовощного сырья с целью максимально полного извлечения и рационального использования ценных пищевых и биологически активных компонентов для получения функциональных пищевых ингредиентов с заданными физико-химическими, функционально-технологическими и физиологическими свойствами.

Достижение поставленной цели предполагает системное изучение ресурсного потенциала вторичного плодоовощного сырья, закономерностей изменения его химического состава и функциональных характеристик в процессе технологической обработки, а также установление взаимосвязи между параметрами переработки и качественными показателями получаемых функциональных ингредиентов. Особое внимание уделяется разработке комплексного технологического подхода, обеспечивающего последовательное и максимально эффективное использование различных компонентов вторичного сырья, снижение потерь биологически ценных веществ и повышение степени его переработки.

Проведена комплексная оценка химического состава, пищевой и биологической ценности вторичного плодоовощного сырья с определением

содержания основных пищевых веществ, пищевых волокон, пектиновых соединений, полифенольных компонентов, органических кислот, минеральных элементов и других физиологически значимых соединений. Изучено распределение биологически активных и функционально значимых компонентов в различных морфологических и технологических фракциях вторичного сырья, а также оценена перспективность их использования в качестве источников функциональных пищевых ингредиентов. Особое внимание уделено изучению влияния технологических операций предварительной подготовки сырья, включая измельчение, фракционирование, обезвоживание и другие способы обработки, на сохранность целевых биологически активных компонентов, изменение химического состава и формирование технологических характеристик получаемого сырья. Научно обосновать рациональные параметры основных технологических процессов комплексной переработки, обеспечивающих максимальное сохранение и эффективное извлечение ценных компонентов при минимизации потерь биологически активных веществ. А также, исследовать закономерности выделения, концентрирования и стабилизации целевых компонентов вторичного плодоовощного сырья и определить влияние технологических факторов на выход, химический состав и качество получаемых ингредиентов. Обосновать перспективные направления применения полученных функциональных ингредиентов в технологиях пищевых продуктов с повышенной пищевой и биологической ценностью, а также определить возможность их использования в качестве источников пищевых волокон, полифенольных соединений, пектиновых веществ и других физиологически значимых компонентов. Разработать научно-практические рекомендации по дальнейшему использованию вторичного плодоовощного сырья в технологиях функционального питания и ресурсосберегающих производствах пищевой промышленности.

Материалы и методы исследования. Материалами исследования служили вторичное плодоовощное сырьё - яблочные, грушевые и тыквенные выжимки, а также плоды барбариса. Выбор данного сырья связан с его

доступностью и содержанием ценных пищевых компонентов, в том числе пищевых волокон, пектиновых и полифенольных соединений, органических кислот, минеральных веществ и других полезных компонентов. В работе использовали свежие яблочные и грушевые выжимки, получаемые после производства соков, а также тыквенное сырьё, остающееся после его переработки. Плоды барбариса использовали как дополнительный источник природных биологически активных веществ и антиоксидантов. Перед проведением исследований сырьё сортировали, очищали от посторонних примесей, измельчали и подготавливали к дальнейшей обработке. Для увеличения срока хранения и удобства дальнейшего использования сырьё подвергали сушке. После сушки образцы дополнительно измельчали до получения однородной массы. В исследуемых образцах определяли основные показатели состава и качества, включая содержание влаги и сухих веществ, пищевых волокон, пектиновых и полифенольных соединений, органических кислот и минеральных веществ. Особое внимание уделяли содержанию полифенольных соединений и антиоксидантной активности полученных образцов.

Из плодов барбариса получали экстракт, содержащий биологически активные вещества. При этом изучали влияние условий обработки на выход экстракта и содержание в нём полифенольных соединений. Полученные данные использовали для оценки возможности применения экстракта барбариса при переработке вторичного плодоовощного сырья. Содержание полифенольных соединений определяли спектрофотометрическим методом. Полученные результаты использовали для сравнения различных видов сырья и определения наиболее перспективных образцов с точки зрения содержания биологически активных веществ.

Антиоксидантную активность определяли спектрофотометрическим методом, основанным на способности исследуемых образцов снижать активность свободных радикалов. Полученные результаты сравнивали между яблочными, грушевыми и тыквенными выжимками, а также экстрактом барбариса. В процессе работы также изучали влияние основных условий

обработки, в том числе измельчения, сушки и продолжительности обработки, на качество сырья и сохранность биологически активных веществ. Оценивали возможность дальнейшего использования полученных продуктов в качестве функциональных пищевых ингредиентов.

Для полученных образцов определяли основные технологические свойства, включая способность удерживать влагу, растворимость и однородность. Дополнительно оценивали органолептические показатели - цвет, запах, вкус и внешний вид.

Исследования проводили в нескольких повторностях. Полученные результаты обрабатывали статистическими методами и представляли в виде средних значений. Сравнение результатов позволило определить различия между исследуемыми видами сырья и оценить их перспективность для дальнейшего использования.

Для получения комбинированного функционального ингредиента использовали смесь яблочной выжимки, мякоти груши и мякоти тыквы в соотношении 1:1:1 с последующим добавлением барбариса в количестве 5, 10, 15 и 20% от общей массы смеси. В таблице 1 представлены исследуемые образцы рецептурного состава.

Состав исследуемых образцов

Таблица -1

Образец	Яблочная выжимка	Мякоть груши	Мякоть тыквы	Барбарис
№1	31,7%	31,7%	31,6%	5%
№2	30%	30%	30%	10%
№3	28,3%	28,3%	28,4%	15%
№4	26,7%	26,7%	26,6%	20%

На основании проведённых исследований была проведена сравнительная оценка яблочных, грушевых и тыквенных выжимок, а также

барбариса. Полученные результаты позволили оценить возможность их совместного использования для получения функционального пищевого ингредиента с повышенной антиоксидантной активностью.

В ходе исследования установлено, что консистенция полученных образцов зависела от соотношения яблочной выжимки, мякоти груши, мякоти тыквы и количества добавленного барбариса. Все исследуемые образцы имели однородную, достаточно густую консистенцию без выраженного расслоения.

При содержании барбариса 5% образец характеризовался мягкой и пластичной консистенцией. При увеличении его количества до 10% структура оставалась однородной и сохраняла хорошую способность к перемешиванию. В образцах с содержанием барбариса 15% консистенция становилась более плотной, но при этом сохраняла однородность. При добавлении 20% барбариса отмечалось дальнейшее уплотнение массы и небольшое снижение её пластичности.

На рисунке 1 представлены образцы растительного сырья, отобранные для проведения исследования: яблочная выжимка, грушевое пюре, мякоть тыквы и барбарис.



Рис.1. а-яблочная выжимка, б-грушевая пюре, в-мякоть тыквы г- барбарис

В целом увеличение доли барбариса оказывало умеренное влияние на структурные свойства смеси. Наиболее приемлемой с точки зрения консистенции можно считать рецептуру с содержанием барбариса 10-15%, при которой образец сохранял однородную структуру, достаточную плотность и хорошие технологические свойства.

Заключение. Проведённое исследование показало перспективность комплексного использования яблочной выжимки, грушевого пюре, мякоти

тыквы и барбариса для получения функционального растительного ингредиента. Использование вторичного плодоовощного сырья позволяет рационально применять ценные компоненты растительного происхождения и расширять возможности его дальнейшего использования в пищевой промышленности. Применение яблочной выжимки в составе разработанной смеси способствует более полному использованию сырьевых ресурсов и снижению количества отходов, образующихся при переработке плодов. Сочетание яблочной выжимки, грушевого и тыквенного сырья с барбарисом позволяет получить продукт с однородной консистенцией и повышенным содержанием природных биологически активных компонентов. Предложенный подход имеет экологическую значимость, поскольку способствует сокращению объёма растительных отходов, снижению нагрузки на окружающую среду и более рациональному использованию природных ресурсов. Вовлечение вторичного плодоовощного сырья в повторный технологический цикл соответствует принципам безотходной и малоотходной технологии переработки растительного сырья. Таким образом, комплексная переработка вторичного плодоовощного сырья может рассматриваться как перспективное направление развития экологически ориентированных технологий пищевой промышленности. Получаемый функциональный ингредиент может быть использован в дальнейшем при разработке продуктов питания с повышенной пищевой и биологической ценностью, что одновременно способствует повышению эффективности переработки сырья и формированию принципов циркулярного использования растительных ресурсов.

Список литератур.

1. Perussello C.A., Zhang Z., Marzocchella A., Tiwari B.K. Valorization of Apple Pomace by Extraction of Valuable Compounds // Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. - 2017. - Vol. 16. - P. 1055-1068. - DOI: 10.1111/1541-4337.12290.
2. Khan K., et al. Sustainable utilization of apple pomace and its emerging potential for development of functional foods // - 2023.

3. Apple Pomace as a Functional and Healthy Ingredient in Food Products: A Review // Processes. – 2020. – Vol. 8, No. 3. – Article 319. Работа рассматривает использование яблочной выжимки как

4. Apple pomace, a bioresource of functional and nutritional components with potential of utilization in different food formulations: A review // Food Chemistry Advances. – 2024. – Vol. 4. – Article 100598. – DOI: 10.1016/j.focha.2023.100598.

5. Utilization of Vegetable and Fruit By-products as Functional Ingredient and Food // Frontiers in Nutrition. – 2021. – Vol. 8. – Article 661693. Работа посвящена переработке растительных отходов в функциональные пищевые ингредиенты и вопросам устойчивого производства.

6. Current Technologies and Uses for Fruit and Vegetable Wastes in a Sustainable System: A Review // [научный обзор]. - 2023.

7. Fruit and vegetable by-products: novel ingredients for a sustainable society // Valorization of Agri-Food Wastes and By-Products: Recent Trends, Innovations and Sustainability Challenges. – 2021. – P. 133–156. – DOI: 10.1016/B978-0-12-824044-1.00006-4.

8. Pumpkin and Pumpkin Byproducts: Phytochemical Constitutes, Food Application and Health Benefits // ACS Omega. – 2023.

9. A Comprehensive review of functional ingredients, especially bioactive compounds present in pumpkin peel, flesh and seeds, and their health benefits // Food Chemistry Advances. – 2022. – Vol. 1. – Article 100067. – DOI: 10.1016/j.focha.2022.100067.

10. Pumpkin and Pumpkin By-Products: A Comprehensive Overview of Phytochemicals, Extraction, Health Benefits, and Food Applications // Foods. – 2024. – Vol. 13, No. 17. – Article 2694. – DOI: 10.3390/foods13172694.

11. Gracey P.R., Tako E. Apple and grape pomace: emerging upcycled functional ingredients in processed meat products, designed to increase polyphenol and fiber contents // Sustainable Food Technology. – 2025. – Vol. 3. – P. 861–874. – DOI: 10.1039/D5FB00040H.

12. Fruit and vegetable wastes for nutraceuticals, functional foods, and speciality chemicals // Fruit and Vegetable Waste Utilization and Sustainability. – 2023. – P. 21–41. – DOI: 10.1016/B978-0-323-91743-8.00018-6.

13. A Review on Apple Pomace Bioactives for Natural Functional Food and Cosmetic Products with Therapeutic Health-Promoting Properties // [научный обзор]. – 2024.