

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА СУШКИ ВТОРИЧНОГО ПЛОДОВО-ОВОЩНОГО 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
проф., PhD, Акрамова Раъно Рамизитдиновна*

Аннотация. В работе рассматривается оптимизация параметров процесса сушки вторичного плодово-овощного сырья с целью получения функциональных пищевых ингредиентов. Особое внимание уделяется влиянию температуры и продолжительности сушки на изменение влажности сырья, сохранность биологически активных веществ и качественные характеристики готового продукта. Оптимизация режимов сушки направлена на повышение эффективности технологического процесса, снижение энергозатрат и максимальное сохранение ценных компонентов сырья. Комплексный подход к переработке вторичных плодово-овощных ресурсов позволяет расширить возможности их использования в производстве функциональных пищевых ингредиентов и способствует рациональному использованию сырьевых ресурсов пищевой промышленности.

Ключевые слова: вторичное плодово-овощное сырьё, сушка, оптимизация параметров, функциональные пищевые ингредиенты, биологически активные вещества, технологический процесс, комплексная переработка.

Введение. В современных условиях развития пищевой промышленности особую актуальность приобретает рациональное использование вторичных ресурсов переработки плодовоовощной продукции. В процессе производства соков, пюре, консервированной продукции и других пищевых продуктов образуются побочные продукты, включая выжимки, кожуру, семена и другие остатки растительного сырья. Данные виды сырья могут содержать значительное количество пищевых волокон, полифенольных соединений, витаминов, минеральных веществ и других биологически активных компонентов, что обуславливает перспективность их использования для получения функциональных пищевых ингредиентов. Одним из важнейших этапов комплексной переработки вторичного плодово-овощного сырья является сушка, обеспечивающая снижение влажности,

повышение микробиологической стабильности и увеличение срока хранения сырья. Вместе с тем чрезмерно высокая температура или продолжительная обработка могут приводить к разрушению термолабильных биологически активных веществ, изменению цвета, вкуса и других качественных характеристик готового продукта. Поэтому выбор рациональных режимов сушки имеет существенное значение для сохранения пищевой и функциональной ценности получаемых ингредиентов.

Оптимизация параметров процесса сушки, включая температуру, продолжительность и конечную влажность продукта, позволяет повысить эффективность переработки, рационально использовать энергетические ресурсы и обеспечить требуемые показатели качества. В связи с этим исследование и совершенствование режимов сушки вторичного плодово-овощного сырья является актуальной научно-практической задачей, направленной на развитие ресурсосберегающих технологий и расширение сырьевой базы производства функциональных пищевых ингредиентов.

Целью данной работы является оптимизация параметров процесса сушки вторичного плодово-овощного сырья для получения функциональных пищевых ингредиентов с высокими качественными характеристиками и сохранением ценных биологически активных компонентов.

Материалы и методы исследования. Объектами исследования являются вторичные продукты переработки яблок и винограда - яблочные и виноградные выжимки, представляющие собой перспективное сырьё для получения функциональных пищевых ингредиентов. Данные виды сырья содержат пищевые волокна, а также различные биологически активные соединения, включая полифенолы, содержание которых зависит от сорта, условий переработки и состава исходного сырья. В качестве основного метода обезвоживания рассматривается конвективная сушка, основанная на передаче тепла от нагретого воздуха к материалу и удалении влаги с его поверхности. Перед проведением эксперимента яблочные и виноградные

выжимки подготавливают отдельно, обеспечивая однородность образцов по размеру частиц и толщине слоя. Для получения сопоставимых результатов необходимо учитывать исходную влажность и массу каждого образца.



Рис.1. Яблочное и виноградное выжимки

Эксперимент проводят при нескольких значениях температуры сушильного агента, например 50, 60 и 70 °С. Указанные температуры являются предлагаемыми экспериментальными режимами, а не установленными оптимальными значениями. Продолжительность сушки определяют в зависимости от изменения массы образцов и достижения заданной конечной влажности. В процессе эксперимента регистрируют температуру воздуха, продолжительность обработки и массу сырья через установленные интервалы времени.

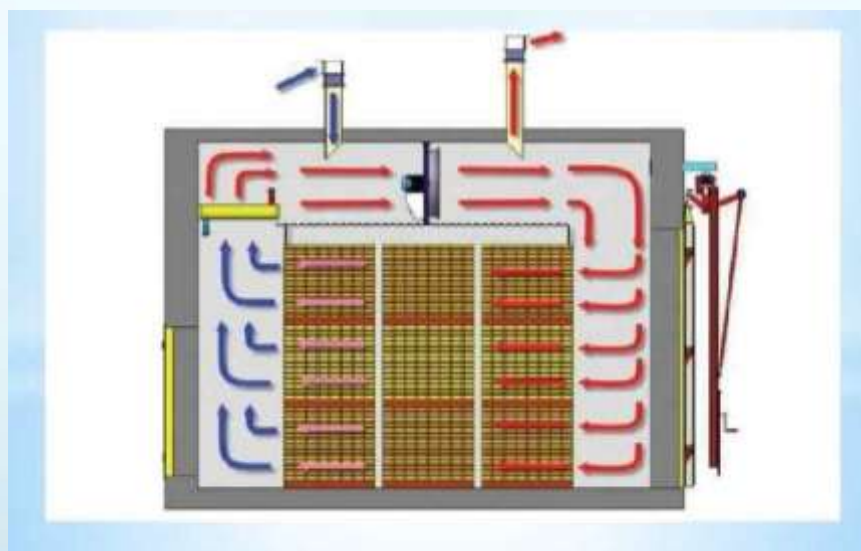


Рис.2. Конвективная сушка

Изменение влажности оценивают весовым методом. Данный показатель характеризует относительную потерю массы, но не является точным значением влажности, поскольку учитывает также возможные потери летучих веществ. Для определения фактической влажности необходимо дополнительно установить содержание сухого вещества. Для анализа кинетики сушки определяют изменение влажности во времени и рассчитывают скорость удаления влаги. Сравнение яблочных и виноградных выжимок проводят с учётом продолжительности сушки, конечной влажности, выхода сухого продукта и сохранности целевых биологически активных компонентов. При наличии соответствующего оборудования дополнительно определяют содержание полифенольных соединений и пищевых волокон. Оптимизацию параметров проводят путём сравнительного анализа полученных результатов.

Исследование процесса сушки и обсуждение. Исследование конвективной сушки яблочных и виноградных выжимок направлено на выявление влияния температуры сушильного агента на интенсивность удаления влаги и качество получаемого продукта. Сравнение двух видов сырья позволяет установить особенности их поведения в процессе обезвоживания и определить подходы к выбору рациональных режимов сушки. Повышение температуры сушильного агента обычно способствует ускорению тепло- и массопереноса, что приводит к сокращению продолжительности процесса. Однако увеличение температуры может усиливать нежелательные изменения цвета и состава термолабильных компонентов. Поэтому оценка эффективности сушки должна основываться не только на скорости обезвоживания, но и на качестве получаемого продукта. Яблочные и виноградные выжимки могут различаться по исходной влажности, содержанию сахаров, структуре растительной ткани и химическому составу.

Виноградные выжимки, в частности, могут характеризоваться повышенным содержанием фенольных соединений, связанных с кожицей и семенами ягод. Яблочные выжимки представляют интерес как источник пищевых волокон и пектиновых веществ. Фактические показатели зависят от состава конкретных образцов и должны быть подтверждены экспериментально. Таким образом, исследование конвективной сушки двух видов вторичного плодово-ягодного сырья представляет практический интерес для разработки технологий комплексной переработки растительных отходов. Полученные результаты могут служить основой для производства порошкообразных функциональных пищевых ингредиентов, предназначенных для дальнейшего использования в составе хлебобулочных, кондитерских и других пищевых продуктов.

Заключение. Оптимизация параметров конвективной сушки яблочных и виноградных выжимок является важным этапом комплексной переработки вторичного плодово-ягодного сырья для получения функциональных пищевых ингредиентов. Рациональный выбор температуры и продолжительности сушки позволяет обеспечить эффективное удаление влаги, повысить стабильность сырья при хранении и создать условия для сохранения его ценных компонентов. Сравнительное исследование яблочных и виноградных выжимок при различных температурных режимах позволяет оценить особенности кинетики сушки каждого вида сырья и определить условия получения качественного сухого продукта. При выборе рационального режима необходимо учитывать не только скорость обезвоживания и конечную влажность, но и сохранность биологически активных веществ, пищевых волокон и других функционально значимых компонентов.

Список литератур.

1. Lyu F., Luiz S. F., Azeredo D. R. P., Cruz A. G., Ajlouni S., Ranadheera C. S. Apple Pomace as a Functional and Healthy Ingredient in Food Products: A

Review // Processes. - 2020. - Vol. 8, No. 3. - Article 319. - DOI: 10.3390/pr8030319.

2. Antonic B., Jancikova S., Dordevic D., Tremlova B. Apple Pomace as Food Fortification Ingredient: A Systematic Review and Meta-analysis // Journal of Food Science. - 2020. - Vol. 85, No. 10. - P. 2977-2985. - DOI:10.1111/1750-3841.15449 .

3. Carmona-Jiménez Y., García-Moreno M. V., García-Barroso C. Effect of Drying on the Phenolic Content and Antioxidant Activity of Red Grape Pomace // Plant Foods for Human Nutrition. - 2018. - Vol. 73, No. 1. - P. 74-81.- DOI: 10.1007/s11130-018-0658-1 .

4. Santos D., Lopes da Silva J. A., Pintado M. Fruit and Vegetable By-products' Flours as Ingredients: A Review on Production Process, Health Benefits and Technological Functionalities // LWT. - 2022. - Vol. 154. - Article 112707. - DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112707 .

5. Lau K. Q., Sabran M. R., Shafie S. R. Utilization of Vegetable and Fruit By-products as Functional Ingredient and Food // Frontiers in Nutrition. - 2021. - Vol. 8. - Article 661693. - DOI: 10.3389/fnut.2021.661693 .

6. Karastergiou A., Gancel A.-L., Jourdes M., Teissedre P.-L. Valorization of Grape Pomace: A Review of Phenolic Composition, Bioactivity, and Therapeutic Potential // Antioxidants. - 2024. - Vol. 13, No. 9. - Article 1131. - DOI: 10.3390/antiox13091131 .

7. Dinani S. T., van der Goot A. J. Challenges and Solutions of Extracting Value-added Ingredients from Fruit and Vegetable By-products: A Review // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. - 2023. - Vol. 63, No. 25. - P. 7749-7771. - DOI: 10.1080/10408398.2022.2049692 .