

УДК 663.938-027.332:664.047

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ КОФЕЙНОГО ШЛАМА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Терзиев С.Г., к.т.н., ассистент, Ружицкая Н.В., аспирант,
Саламаха В.И., к.т.н., доцент, Малашевич С.А., н.с.
Одесская национальная академия пищевых технологий

Рассмотрен состав кофейного шлама и возможности выделения из него ценных компонентов. Описана кинетика процесса сушки шлама под действием ИК-излучения в зависимости от толщины слоя продукта и количества подведенной энергии.

The composition of coffee sludge and possibilities of extracting valuable components from it have been considered. The kinetics of coffee sludge IR-drying process in dependence on layer thickness and power supply has been described.

Ключевые слова: кофейный шлам, инфракрасное излучение, сушка.

Решение задач экономически целесообразных технологий комплексной переработки и утилизации отходов производства позволит существенно повысить эффективность пищевого концентратного производства, уменьшить расход энергии, снизить нагрузку на окружающую среду и получить новую гамму продуктов и материалов.

При производстве растворимого кофе шлам составляет 60-65 % исходного сырья. На 1 т готовой продукции приходится 1,5...2 т шлама [1]. Следовательно, шлама образуется порядка 1,5 – 2 тыс. т в год. Не утилизированные отходы (кофейный шлам и пыль) создают экологически опасную ситуацию, загрязняя окружающую среду [2].

При производстве растворимого кофе основной продукт составляет 20...33 % от массы сырых зерен, 10...15 % приходится на влагу, 57...63 % составляют отходы (кофейный шлам). После экстракции кофейный шлам содержит до 4 % экстрактивных веществ [3].

Наиболее ценными компонентами кофейного шлама, целесообразными для переработки, являются: масло кофе (7 – 12 %), целлюлоза и лигнин (60 – 75 %), смесь вкусо-ароматических веществ (кофеоль) – (3 – 5 %), белок (5...7 %) [4].

Также в кофейном шламе содержатся макро- и микроэлементы и витамины В₂ и РР [3].

Масло кофе содержит до 45 % линолевой кислоты, уступая по этому показателю только маслу черной смородины и зародышей пшеницы. Масло обжаренных кофейных зерен широко используется как источник аромата в пищевых продуктах и парфюмерии [5].

С физиологической точки зрения наиболее интересными биологически активными веществами кофе являются кофеин, полифенолы, хлорогеновая кислота, дитерпены кафестол и кафеол. Именно благодаря кафестолу и кафеолу, не встречающимся ни в одном другом сырье и обладающим антиканцерогенным и противовоспалительным действием, кофейное масло представляет интерес для фармацевтической промышленности [5].

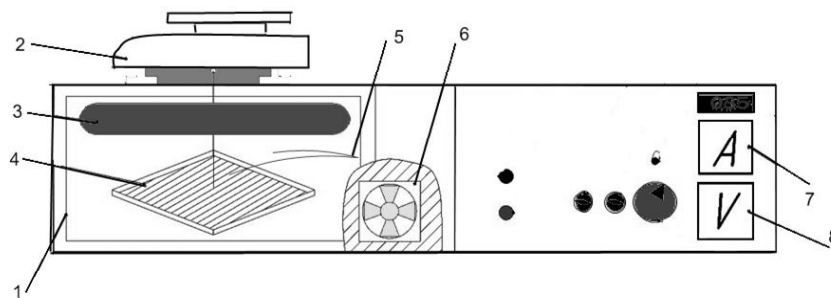
Вследствие очень высокой влажности шлама (80 – 82 %) необходима сушка шлама перед дальнейшей обработкой (экстрагированием).

В последнее время широкое распространение получил инфракрасный нагрев пищевых продуктов.

Инфракрасное излучение – электромагнитное излучение, охватывающее диапазон длин волн от 0,75 до 1000 мкм. Механизм поглощения энергии инфракрасных волн состоит в изменении вибрационного состояния молекул. В целом, твердые материалы поглощают ИК-излучение только в тонком поверхностном слое. В пористые влажные материалы излучение проникает на определенную глубину, а их проводимость зависит от влагосодержания. Поглощение ИК-энергии водой преобладает на всех длинах волн, что позволяет использовать широкий диапазон ИК-излучателей [6].

Методика исследований и экспериментальный стенд

Для проведения исследований используется экспериментальный стенд, состоящий из весов, ИК-камеры, системы измерения температуры продукта и воздуха в камере и подводимой мощности. Схема стенда приведена на рис. 1.



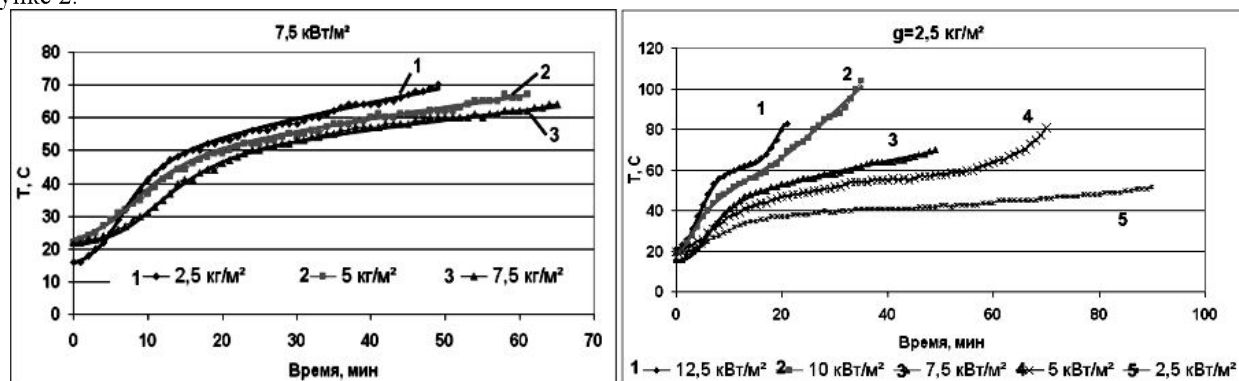
1 — ИК-камера; 2 — электронные весы; 3 — ИК-излучатели; 4 — корзина с продуктом; 5 — термопары; 6 — вентилятор; 7 — амперметр; 8 — вольтметр

Рис. 1 — Экспериментальный стенд для исследования процесса ИК-сушки в неподвижном слое:

Исследование кинетики ИК-сушки неподвижного слоя шлама. В опытах определялись зависимости температуры продукта и влажности от удельной массы шлама и удельной мощности подводимой энергии.

В камере располагали шлам удельной массой 2,5...10 кг/м². Фиксировалась продолжительность обработки, температура и масса зерна во время обработки. Удельная масса материала (g) показывает массу (m) продукта на единицу поверхности обработки (F): $g = \frac{m}{F}$. Удельная мощность показывает количество ИК-энергии, подводимое к 1 м² обрабатываемой поверхности.

Результаты экспериментального моделирования ИК-сушки. Термограммы сушки приведены на рисунке 2.

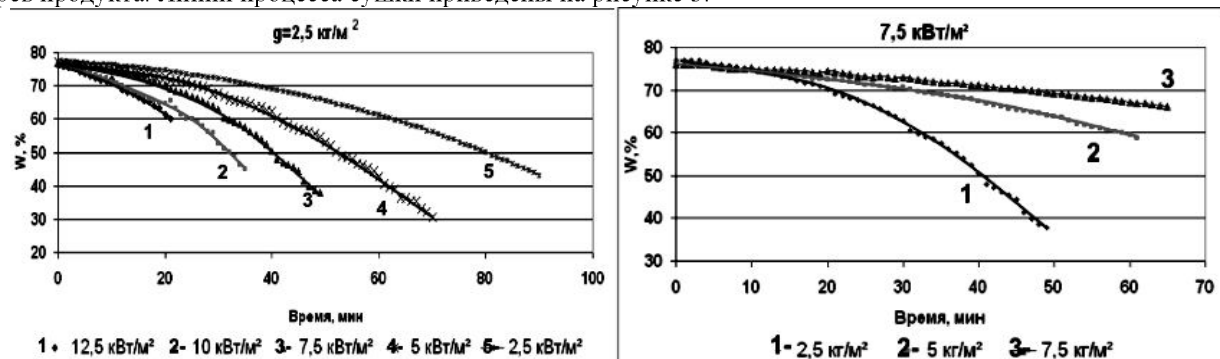


а) — в зависимости от удельной загрузки

б) — в зависимости от удельного подвода энергии

Рис. 2 — Термограммы сушки

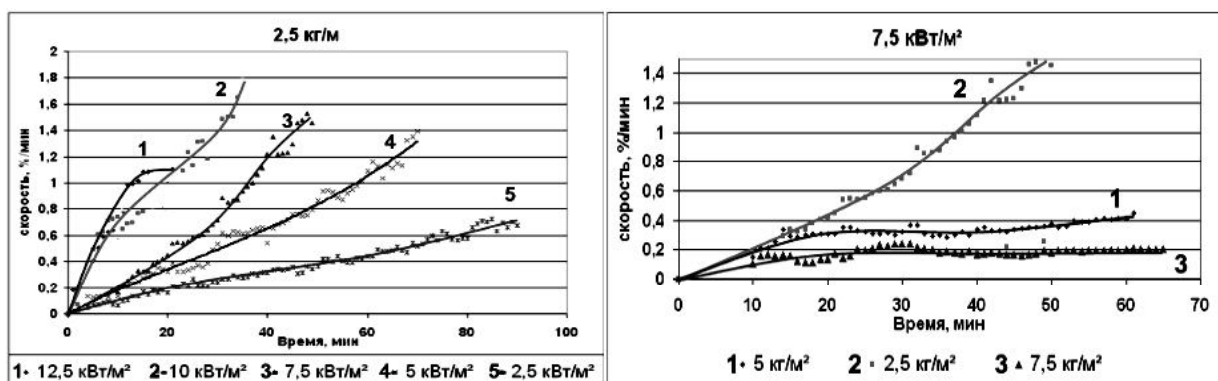
Как видно из рисунка 2, с увеличением мощности подводимой ИК-энергии, увеличивается скорость роста температуры продукта. Быстрый рост температуры до относительно высокого значения (102 °С) указывает на то, что значительная часть подводимой энергии идет не только на испарение влаги, но и на нагрев продукта. Линии процесса сушки приведены на рисунке 3.



а) — в зависимости от удельного подвода энергии

б) — в зависимости от удельной загрузки

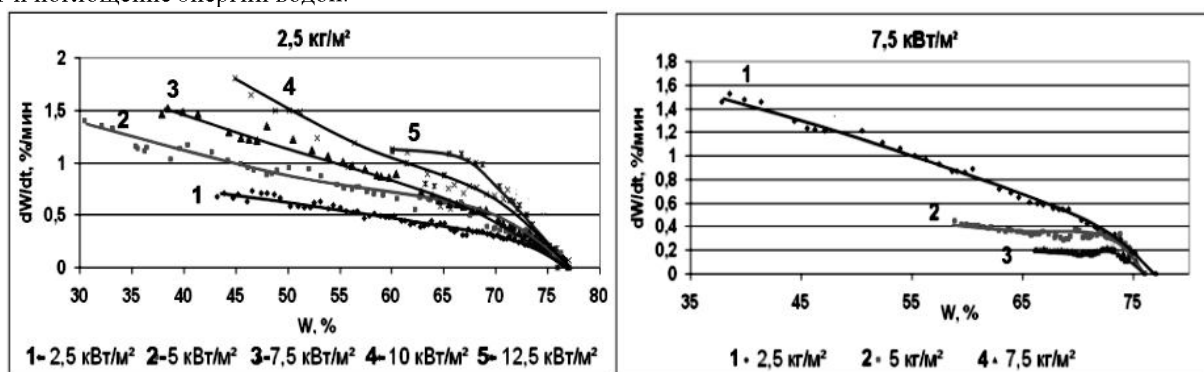
Рис. 3 — Линии сушки



а) – в зависимости от удельного подвода энергии б) – в зависимости от удельной загрузки

Рис. 4 – Изменение скорости сушки

Как видно на рисунках 3 и 4, удаление влаги начинается в течение первых 10 минут обработки. При этом с увеличением мощности ИК-излучения и уменьшением толщины слоя шлама (удельной загрузки), скорость сушки увеличивается. Скорость сушки составляла 0,6 – 1,8 %/мин. Интенсивное удаление влаги при достаточно низких температурах объясняется непосредственным действием ИК-излучения на продукт и поглощение энергии водой.



а) – в зависимости от удельного подвода энергии б) – в зависимости от удельной загрузки

Рис. 5 – Кривые скорости сушки

Резервы по интенсификации процессов сушки шлама определяются из анализа линий скорости обезвоживания (рис. 5). В отличие от традиционной конвективной сушки, на кривых не наблюдаются четко выраженные периоды сушки поскольку в данном процессе иной механизм подвода энергии, а воздух не выполняет функцию теплоносителя. Из литературных источников известно о применении ИК-нагрева для увеличения скорости сушки в период падающей скорости [5].

Выводы

Кофейный шлам является перспективным сырьем для дальнейшей переработки и получения масла, комбикормов, пищевых добавок, строительных материалов, топлива.

На скорость ИК-сушки значительное влияние оказывает толщина слоя продукта (загрузка) и количество подводимой энергии. Наибольшая скорость сушки была достигнута при загрузке 2,5 кг/м². Процесс удаления влаги протекал при относительно низких температурах.

Литература

1. <http://www.waste.ru/uploads/library/specificshowing.pdf> Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления
2. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе- вода».- Одесса, 2007.- 176с.
3. Возможность использования отходов производства кофе и чая в комбикормах. И.С. Косенко, Е.С. Шумелев, Е.В. Соловьева // Известия ВУЗов. Пищевая технология, № 2, 2007. – С. 101 – 102.
4. Процеси переробки шламу в технологях виробництва розчинної кави. Бурдо О.Г., Терзіев С.Г., Шведов В.В. Ружицька Н.В.// Наукові праці ОНАХТ, - Одеса/ ОНАХТ. – 2010. – Вип. 37. – С. 252 – 255.

5. Coffee Oil, Cafestol, and Khaweel: Extraction Using Supercritical Carbon Dioxide // Julio M.A., Delcio Sandi and Jane S.R. Coimbra, Food Science and Technology: New Research, Nova Science Publishers, Inc, New York, 2008, P. 441 – 457.
6. Infrared Heating in Food Processing: An Overview // Kathiravan Krishnamuthy, Harpreet Kaur Khurana, Soojin Jun, J. Irudayaraj, and Ali Demirci, COMPREHENSIVE REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND FOOD SAFETY – Vol. 7, 2008, P. 2 – 13.

УДК 532.528

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КИСЛОТНОГО КАЗЕЇНУ

Вітенько Т.М. докт. техн. наук, доцент

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя

Гащин О.Р. канд. техн. наук

Тернопільський інститут соціальних та інформаційних технологій, м. Тернопіль

Обґрунтовано технологічну доцільність та економічну ефективність застосування кавітаційних пристроїв у технології виробництва кислотного казеїну. Встановлено, що застосування кавітаційних пристроїв на стадії розчинення сухого молока дозволяє значно інтенсифікувати даний процес і тим самим збільшити продуктивність технологічної лінії, а промивання казеїну активованою водою дає змогу підвищити сортність готового продукту.

Proposed technological feasibility and economic efficiency of cavitation devices in production technology of acid casein. Stablished that the use of cluster devices on the stage of dissolution of powdered milk can significantly intensify the process and thereby increase the productivity of the technological line. Casein activated flushing water allows a greater range of ready product.

Ключові слова: гідродинамічна кавітація, кислотний казеїн, розчинення, промивання.

Інтенсифікація технологічних процесів, підвищення їхньої ефективності і покращення якості готового продукту є одним із перспективних напрямків досліджень. Серед них велике значення мають заходи з удосконалення технологічних процесів харчових виробництв, зокрема молочної промисловості. Особливе місце серед молочної продукції займає технічний казеїн, як один із основних експортоорієнтованих товарів України.

Залежно від способу виробництва, казеїн технічний поділяють на два види: казеїн технічний кислотний і казеїн технічний ферментний. При виробництві технічного казеїну, підприємства молочної промисловості керуються Державним стандартом ДСТУ 4639:2006 [1] щодо якості готового продукту. Відповідно до цього стандарту у технології виробництва кислотного казеїну важливими є такі фактори: продуктивність технологічної лінії; якість (а відповідно і сортність готового продукту); безпечність для навколишнього середовища.

Виробництво технічного казеїну складається з багатьох технологічних операцій, кожна з яких суттєво впливає на якість готового продукту. Однією з найважливіших умов виготовлення казеїну високої якості є належне сепарування молока та отримання знежиреного молока з низьким вмістом жиру. Наступним важливим етапом є процес коагуляції. Він здійснює вагомий вплив не тільки на якість кінцевого продукту, а й на економію сировини [1]. Значний вплив на якість готового продукту здійснює процес промивання. Під час промивання казеїну-сирцю з нього вилучають такі домішки, як молочний цукор, молочну кислоту, розчинені у воді солі, що знижують якість казеїну (особливо технічного). Важливим є те, що вода для промивання повинна відповідати ГОСТ 2874-82. Оскільки ретельно промитий казеїн має нижчу кислотність, меншу кількість золи, довше не піддається псуванню. Ці фактори є важливими для отримання додаткового прибутку за рахунок підвищення якості і сортності готового продукту.

На основі аналізу технології виробництва гранульованого кислотного казеїну, на підприємстві ЗАТ “Тернопільський молокозавод” було виявлено такі недоліки:

— значні затрати часу на розчинення сухого молока (близько 3-х годин);

— осаджений білок промивають два рази, та через високу кислотність і зольність, отримують казеїн

I-го і II-го сортів;