

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ШЛАМУ КАВИ ПІД ДІЄЮ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Терзісв С.Г., канд. техн. наук, асистент, Ружицька Н.В., аспірант,
Саламаха В.І, канд. техн. наук, доцент, Малашевич С.А., науковий співробітник
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Розглянуто склад шламу кави і можливості виділення з нього цінних компонентів. Описано кінетику процесу сушіння шламу під дією ІЧ-випромінювання у залежності від товщини шару продукту і кількості підведеної енергії.

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.

Ключові слова: шлам кави, інфрачервоне випромінювання, сушіння.

Вирішення задач економічно доцільних технологій комплексної переробки й утилізації промислових відходів дозволить суттєво збільшити ефективність харчокоцентраційного виробництва, зменшити витрати енергії, знизити навантаження на навколишнє середовище й отримати нову гаму продуктів і матеріалів.

На 1 т готової розчинної кави припадає (1,5...2) т шламу [1]. Відповідно, шламу в Україні утворюється близько 1,5 – 2 тис. т на рік. Неутилізований шлам спричиняє негативний вплив на навколишнє середовище [2].

Після екстрагування шлам кави містить до 4 % екстрактивних речовин [3]. Найбільш цінними компонентами шламу кави, доцільними для подальшої переробки є: кавова олія (7-12 %), целюлоза та лігнін (60-75 %), суміш смако-ароматичних речовин (кофеоль) – (3-5 %), білок (5-7 %) [4]. Також у кавовому шламі містяться макро- та мікроелементи і вітаміни В₂ і РР [3]. У Росії існують технології переробки кавового шламу як добавки до комбікормів [5].

Олія кави містить до 45 % лінолевої кислоти. Олія обсмажених кавових зерен широко використовується як джерело аромату в харчових продуктах і парфумерії [6].

З фізіологічної точки зору найбільш цікавими біологічно активними речовинами кави є кофеїн, поліфеноли, хлорогенова кислота, дитерпени кафестол та кафеол. Саме завдяки специфічним дитерпенам, яким притаманна антиканцерогенна та протизапальна дія, масло кави викликає зацікавленість з боку фармацевтичної промисловості [6].

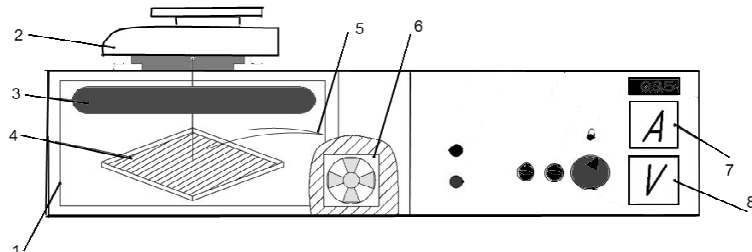
Внаслідок дуже високої вологості шламу (80-82 %) необхідне сушіння шламу перед подальшою обробкою.

Останнім часом широке розповсюдження отримало інфрачервоне нагрівання харчових продуктів.

Інфрачервоне випромінювання – електромагнітне випромінювання, що охоплює діапазон довжин хвиль від 0,75 до 1000 мкм. Механізм поглинання енергії інфрачервоних хвиль полягає у зміні вібраційного стану молекул. У цілому тверді матеріали поглинають ІЧ-випромінювання лише у тонкому поверхневому шарі. У пористі вологі матеріали випромінювання проникає на певну глибину, а їх провідність залежить від вологовмісту. Поглинання ІЧ-енергії водою переважає на всіх довжинах хвиль, що дозволяє використовувати широкий діапазон ІЧ-випромінювачів [7].

Методика досліджень і експериментальна установка

Для проведення досліджень використовується експериментальний стенд, що складається з електронних ваг, ІЧ-камери, системи вимірювання температури продукту та повітря в камері і підведеної потужності. Схему установки наведено на рис. 1.



1 – ІЧ-камера; 2 – електронні ваги; 3 – ІЧ-випромінювачі; 4 – кошик з продуктом; 5 – терморпари;
6 – вентилятор; 7 – амперметр; 8 – вольтметр

Рис. 1 – Експериментальна установка для дослідження процесу ІЧ-сушіння в нерухомому шарі

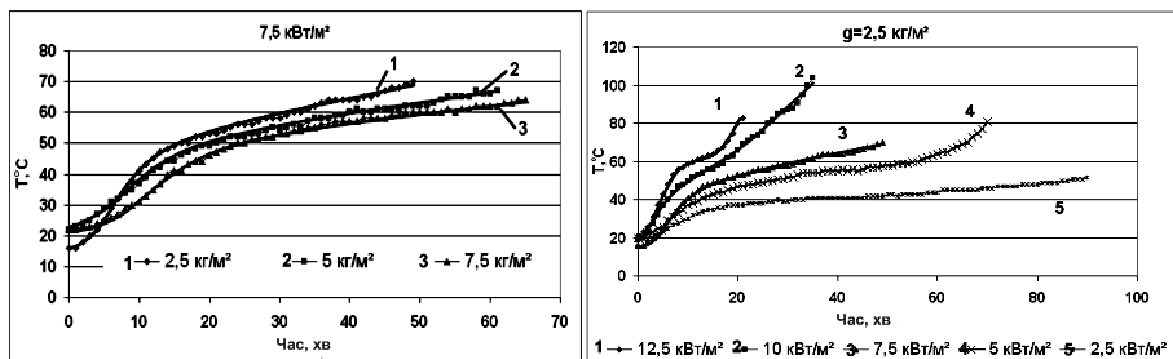
Дослідження кінетики ІЧ-сушіння нерухомого шару шלאму. У дослідях визначалися залежності поточної вологості продукту і температури від питомої маси шלאму та питомої потужності підведеної енергії. У камері розташовували шלאм питомою масою (2,5...10) кг/м².

Фіксувалися тривалість обробки, температура і маса зерна під час обробки. Питома маса матеріалу (g) показує масу (m) продукту на одиницю поверхні обробки (F): $g = \frac{m}{F}$.

Питома потужність показує кількість ІЧ-енергії, яка підводиться до 1 м² поверхні, що обробляється.

Результати експериментального моделювання ІЧ-сушіння.

Термограми сушіння наведено на рис. 2.

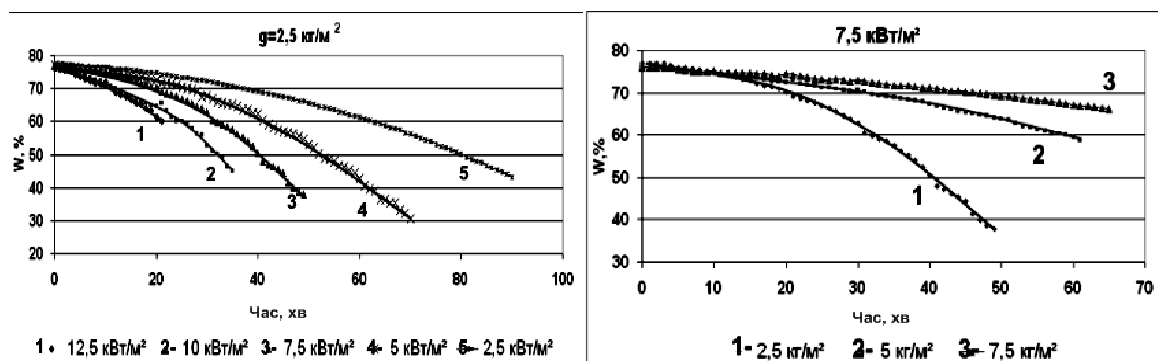


а) – в залежності від питомого завантаження

б) – в залежності від питомого підводу енергії

Рис. 2 – Термограми сушіння

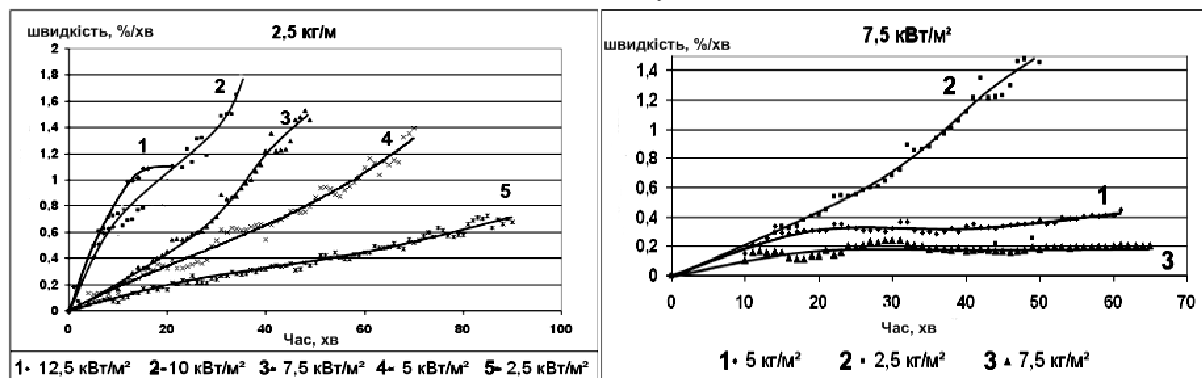
Як видно з рисунка 2, зі збільшенням потужності підведеної ІЧ-енергії збільшується швидкість зростання температури продукту. Швидке зростання температури до відносно високого значення (102 °С) вказує на те, що частина підведеної енергії йде не тільки на випаровування вологи, а й на нагрів продукту. Лінії процесу сушіння наведено на рис. 3.



а) – в залежності від питомого підводу енергії

б) – в залежності від питомого завантаження

Рис. 3 – Лінії сушіння

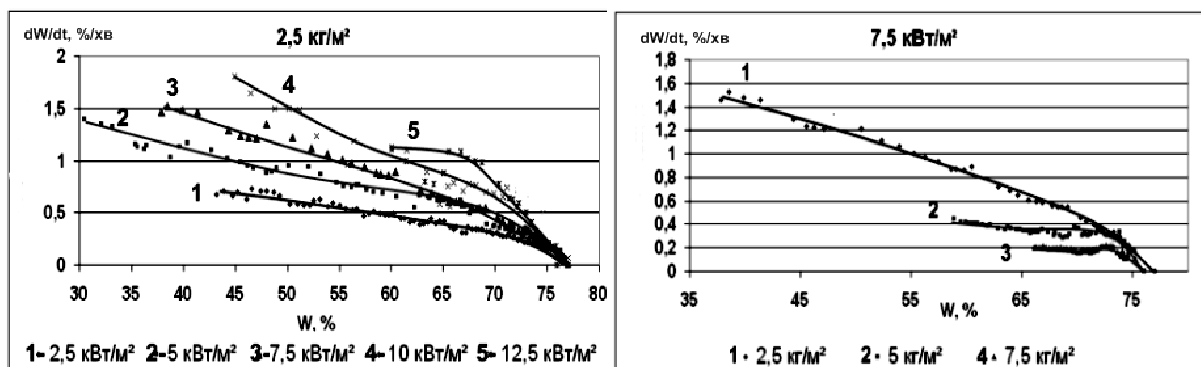


а) – в залежності від питомого підводу енергії

б) – в залежності від питомого завантаження

Рис. 4 – Зміна швидкості сушіння

Як видно на рисунках 3 і 4, видалення вологи починається протягом перших 10 хвилин обробки. При цьому зі збільшенням потужності ІЧ-випромінювання і зменшенням товщини шару шламу (питомого завантаження) швидкість сушіння збільшується. Швидкість сушіння становила (0,6-1,8) %/хв. Інтенсивне видалення вологи при достатньо низьких температурах (40-50 °С) пояснюється безпосередньою дією ІЧ-випромінювання на продукт і поглинання енергії водою.



а) – в залежності від питомого підводу енергії б) – в залежності від питомого завантаження

Рис. 5 – Криві швидкості сушіння

Резерви щодо інтенсифікації процесів сушіння шламу визначаються з аналізу ліній швидкості зневоднення (рис. 5). На відміну від традиційного конвективного сушіння, на кривих не спостерігаються чітко виражені періоди сушіння, оскільки в даному процесі має місце інший механізм підводу енергії, а повітря не виконує функцію теплоносія. З літературних джерел відомо про застосування ІЧ-нагріву для збільшення швидкості сушіння в період спадної швидкості [6].

Висновки. Шлам кави є перспективною сировиною для подальшої переробки й отримання олії, комбікормів, харчових добавок, будівельних матеріалів, палива.

На швидкість ІЧ-сушіння значний вплив чинять товщина шару продукту (завантаження) і кількість підведеної енергії. Найбільшу швидкість сушіння було досягнуто при завантаженні 2,5 кг/м². Процес видалення вологи протікав при відносно низьких температурах, що не завдає шкоди якості кінцевого продукту.

Література

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 – 176 с.
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 технологіях виробництва розчинної кави Бурдо О.Г., Терзієв С.Г., Шведов В.В., Ружицька Н.В. // Наукові праці ОНАХТ, - Одеса / ОНАХТ. – 2010. – Вип. 37. – С. 252 – 255.
5. Пат. 2034497 РФ, МПК6 А 23 К 1/16. Кормовая витаминная добавка для сельскохозяйственных животных и птицы Текст. / А.П. Левицкий, В.В. Шерстобитов, С.К. Ярославцев, И.А. Мусонова. заявл. 30.10.91; опубл. 10.05.95, Бюл. № 13. – 115 с.
6. Coffee Oil, Cafestol, and Khaweoil: 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.
7. 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.