

Література

1. Снежкин Ю.Ф., Боряк Л.А. Исследование процессов диспергирования сухих растительных материалов.- Промышленная теплотехника, 1982, т. 4, С. 43 – 45.
2. Снежкин Ю.Ф., Боряк Л.А., Акинфиева Л.Л., Демченко В.В. Влияние параметров диспергирования и сепарации на дисперсный состав пищевых порошков из растительного сырья .- Пищевая промышленность, 1985, № 11, С. 33 – 34.
3. Тележенко Л.Н. Биологически активные вещества фруктов и овощей и их сохранение при переработке / Л.Н. Тележенко – Одеса: Издательство «Optimum», 2004. – 268 с.

УДК 663.938-027.332:664.047

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ЕКСТРАКТОРУ ОЛІЇ КАВИ

Бурдо О.Г., Терзієв С.Г., Ружицька Н.В.
Одеська національна академія харчових технологій

У статті розглянуто процес екстрагування олії зі шלאму кави. Запропоновано принципову схему та методику розрахунку екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором для екстрагування олії зі шלאму кави.

The process of extraction coffee oil from coffee ground is considered in current paper. The scheme based on principle and methods of calculation of the extractor with microwave intensifier for extraction of oil from coffee ground are proposed.

Ключові слова: шлам кави, бародифузія, олія кави, екстрагування, мікрохвильове поле.

Keywords: coffee ground, barodiffusion, coffee oil, extraction, microwave field.

Шлам кави – це відхід виробництва розчинної кави. Він являє собою порошкоподібну масу вологістю 79-82%, темно-коричневого кольору, з вираженим ароматом кави. Утворюється після екстрагування водорозчинних речовин з подрібнених зерен кави.

На 1 т готової розчинної кави припадає 1,5...2 т шלאму [1]. Відповідно, шלאму 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 шלאму кави, доцільними для подальшої переробки є: кавова олія (7 – 17%), целюлоза та лігнін (60 – 75%), суміш смако-ароматичних речовин (кофеоль) – (3 – 5%), білок (5 – 7%) [1, 2]. Також у кавовому шламі містяться макро- та мікроелементи і вітаміни В2 і РР [3].

Олія зелених зерен кави використовується у косметичній промисловості завдяки пом'якшувачій дії, зумовленій жирними кислотами та здатності блокувати шкідливу дію сонячного проміння на шкіру людини. Її вміст у зернах складає близько 10 – 15% і ринкові ціни на даний продукт постійно ростуть.

Олія обсмажених кавових зерен також широко використовується як джерело аромату у харчових продуктах та парфумерії. А завдяки зниженому рівню дитерпенових сполук, ця олія є значно більш стабільною при зберіганні.

Для фармацевтичної промисловості кавова олія представляє інтерес завдяки антиканцерогенній та протизапальній дії, притаманній кафестолу і кафеолу.

Одним з найсучасніших методів інтенсифікації процесу екстрагування з рослинної сировини є застосування мікрохвильового поля.

Мікрохвилі – неіонізуючі хвилі частотою від 300 МГц до 300 ГГц і у електромагнітному спектрі розташовуються між рентгенівським та інфрачервоним промінням [4]. Принцип нагріву мікрохвилями базується на їх безпосередній взаємодії з полярними матеріалами та розчинниками і керується двома явищами: іонною провідністю та обертанням диполів, які у більшості випадків відбуваються одночасно.

Під дією мікрохвильового поля виникає обертальний рух полярних молекул води та, у разі використання полярного розчинника (спирт), розчиннику у капілярах шלאму. Стінки капілярів є радіопрозорими, тобто енергія мікрохвиль витрачається лише на нагрівання води та полярного розчинника. У капілярах утворюються парові бульбашки, внаслідок чого виникає градієнт тиску і рідина з капіляру періодично викидається у потік. При цьому можливе часткове руйнування стінок капіляру. Таким чином, окрім

потоків J_1 , J_2 и J_3 виникає ще один потік J_4 [5].

Це явище називається бародифузією. Частота викидів та кількість капілярів, що функціонують пропорційні електрофізичній дії. Бародифузійний потік турбулізує приграничний шар та суттєво зменшує, або усуває дифузійні опори нано- та мікрокапілярів [5, 6].

Використання бародифузійних технологій дозволяє створити нове енергоефективне обладнання для екстрагування з рослинної сировини

На кафедрі процесів, апаратів та енергетичного менеджменту розроблено екстрактор-концентратор з мікрохвильовим інтенсифікатором. Схему установки наведено на рис. 1.

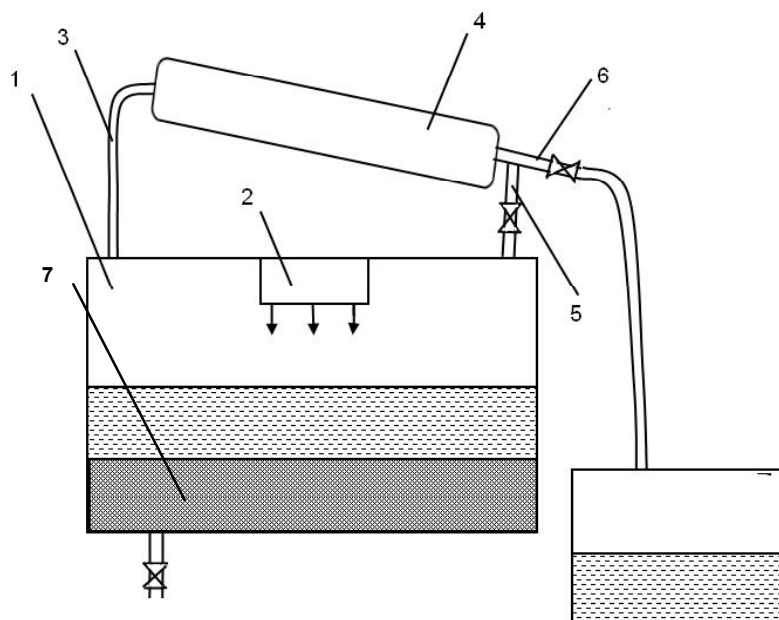


Рис. 1 – Екстрактор-концентратор з мікрохвильовим інтенсифікатором періодичної дії

У режимі екстрагування до екстракційної камери 1 завантажуються шлам та екстрагент. Мікрохвильова енергія випромінюється магнетроном 2. Парі екстрагенту, що виділяються у процесі, через патрубок 3 поступають у холодильник 4, де конденсуються та повертаються через патрубок 5, підтримуючи постійний гідромодуль у екстракторі. При цьому вентиль на патрубку 6 закритий.

Після екстрагування екстракт фільтрується та зливається через патрубок 7. Патрубок 5 перекривається, патрубок 6 відкривається. Зі шламів відганяється екстрагент, пари конденсуються у холодильнику та стікають через патрубок 6 у ємкість для екстрагенту.

Сухий шлам вивантажується з камери, до камери подається екстракт, з якого аналогічно відганяється розчинник. Готова олія стікає через патрубок 7.

Розрахунок параметрів проведення процесу екстрагування проводиться за інженерною методикою, яка включає рівняння теплофізичних властивостей екстрагентів, критеріальні рівняння для системи «шлам кави-екстрагент».

За початковою та поточною температурами екстрагенту розраховуються його теплофізичні властивості, такі як густина (для етанолу) (1), в'язкість (2), питома теплоємність (3), питома теплота пароутворення (4) та коефіцієнт дифузії в системі «шлам-екстрагент» (5):

$$\rho = 824,4 \left(1,0002 - 0,056 \left(\frac{T-273}{273} \right)^2 - 0,2762 \left(\frac{T-273}{273} \right) \right) \quad (1)$$

$$\mu \cdot 10^5 = 179,9 \left(0,9999 - 18,821 \left(\frac{T-273}{273} \right)^3 + 15,774 \left(\frac{T-273}{273} \right)^2 - 5,6221 \left(\frac{T-273}{273} \right) \right) \quad (2)$$

$$C_p = 2265 \left(1,0005 + 1,4701 \left(\frac{T-273}{273} \right)^2 + 0,7164 \left(\frac{T-273}{273} \right) \right) \quad (3)$$

$$r = 1048,4 \left(0,999 - 0,3266 \left(\frac{T - 273}{273} \right)^2 - 0,1858 \left(\frac{T - 273}{273} \right) \right) \quad (4)$$

$$D(t) = \frac{273 + t}{298} \cdot \frac{D_{298}(\mu_{298})}{\mu_t} \quad (5)$$

Далі за формулою (6) розраховується поточна концентрація олії у твердій фазі:

$$C_{Yi} = \frac{G \cdot Y_{\max} - V \cdot \rho_e \cdot X_i}{G - V \cdot \rho_e \cdot X_i} \cdot \rho_{\theta} \quad (6)$$

Де G — витрати шламу, кг;

Y_{\max} — вміст екстрактивних речовин у твердій фазі, %;

V — витрати екстрагенту, мЗ;

ρ_e — густина екстрагенту, кг/мЗ;

X_i — вміст олії в екстракті, %;

ρ_{θ} — густина шламу, кг/мЗ.

Кінетка масо переносу розраховується за критеріальними рівняннями для етанолу (7) та гексану (8):

$$Sh = 0,006(Sc)^{0,33}(\Gamma)^{0,08}(Bu)^{0,64} \quad (7)$$

$$Sh = 0,01(Sc)^{0,33}(\Gamma)^{0,05}(Bu)^{0,32} \quad (8)$$

З критеріального рівняння знаходимо ефективний коефіцієнт масовіддачі β :

$$\beta = \frac{Sh \cdot D}{d_c} \quad (9)$$

де d_c — еквівалентний діаметр каналу у шарі часток шламу.

Потужність, яку споживає установка складає 1,2 кВт. Енерговитрати на 1 кг олії кави – порядку 2...2,5 кВт (з урахуванням відгонки екстрагенту. Тривалість процесу екстрагування 20...40 хвилин, відгонки – 60...90 хв.

В результаті отримали олію кави двох видів: рафіновану та ароматизовану. Рафінована олія кави – тверда при кімнатній температурі, біла з жовтуватим відтінком, без вираженого запаху. Ароматизована олія кави – тверда, темно-коричневого кольору, з вираженими смаком та ароматом кави.

Висновок. Застосування мікрохвильових та бародифузійних технологій у екстрагуванні олії з рослинної сировини дозволяє суттєво зменшити тривалість процесу та енерговитрати. В результаті переробки шламу не тільки підвищується екологічна ефективність виробництва розчинної кави, але й виникає можливість отримати високоякісний цінний продукт.

Література

1. Нахмедов Ф.Г. Технология кофепродуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 184 с.
2. Вторичные материальные ресурсы пищевой промышленности (образование и использование). Справочник. М.: Экономика – 1984 г.
3. Процеси переробки шламу в технології виробництва розчинної кави//Бурдо О.Г., Терзієв С.Г., Шведов В.В., Ружицька Н.В. – наукові праці ОНАХТ. – Вип. 37. – Одеса, - 2010. – С.252 – 255.
4. Clarke R. J. The Flavour of Coffee // Food Science. – 1986. – 3. – Р. 44-47.
5. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе- вода».- Одесса, 2007.- 176с.
6. Burdo O.G. Food Nanotechnologies. Specificity and Development Directions// Burdo O.G., Bandura V.N., Yarovoy I.I., Ruzhitskaya N.V.