

Рис. 5 – Питомі енерговитрати в сушарці на базі ТС

УДК 665.3.061.3

ЕКСТРАГУВАННЯ ОЛІЇ З НАСІННЯ АМАРАНТУ ТА РІПАКА

Бурдо О.Г., д-р техн. наук, Буйвол С.М., інженер, Бандура¹ В.Н., к.т.н., доцент
Светлічний П.І., к.т.н., доцент

Одеська національна академія харчових технологій, м.Одеса
¹Вінницький державний аграрний університет, м. Вінниця

Проведено дослідження та отримано ряд кінетичних залежностей, отримано ряд порівняльних показників якостей спиртового та гексанового екстрактів. Визначено вплив перемішування на інтенсивність процесу екстрагування.

A study and received a number of kinetic dependencies, received a number of comparable quality alcohol and heksan extracts. Determine the impact of mixing on the intensity extraction.

Ключові слова: екстрагування, масло амаранту, кінетика, розчинник.

У харчових виробництвах екстрагування використовується у виробництві спирту, вина, молочної кислоти та інших харчових продуктів.

Процес екстрагування з твердих тіл складається з двох стадій. Перша – дифузія речовини, що екстрагується з внутрішніх шарів продукту до поверхневих. Друга – перехід речовини від поверхні продукту в екстрагент.

У процесі екстрагування переважають дифузні (масообмінні) явища, які ґрунтуються на вирівнюванні концентрації між розчинником (екстрагентом) і розчином речовин, які містяться в насінні.

Молекулярна дифузія обумовлена хаотичним рухом молекул, процес взаємного проникнення речовин (рідких і газоподібних), що взаємодіють одна з одною і знаходяться в макроскопічному спокої. Інтенсивність дифузії залежить від кінетичної енергії молекул. Чим вона вища, тим інтенсивніше протікає дифузійний процес. Головною рушійною силою дифузійного процесу є різниця концентрацій розчинених речовин.

Молекулярна дифузія підпорядковується закону, згідно з яким на кінетику процесу поряд з перепадом концентрації речовин здійснюють вплив також і інші фактори:

швидкість дифузії збільшується при підвищенні температури, оскільки при цьому збільшується рухливість молекул і як наслідок зростає швидкість їх руху;

швидкість дифузії залежить від молекулярної маси речовин і розміру частинок, інакше кажучи, чим менша маса і радіус дифундуючих речовин, тим більше йде дифузія. Розчини білків, слизів та інших подібних речовин дифундують дуже повільно, оскільки вони є високомолекулярними з'єднаннями. Зовсім інша картина спостерігається в розчинах речовин, які знаходяться у стані молекулярної або іонно-молекулярної дисперсії. Ці речовини як такі, що мають відносно малі маси і розміри частинок, дифундують незрівнянно швидше;

процес дифузії вимагає певного часу. Чим більше триває дифузія, тим більше речовин переходить з одного середовища в інше.

Конвективна дифузія відбувається в результаті зміни температури, перемішування, тобто внаслідок причин, які викликають переміщення рідин, а разом з ним і розчиненої речовини в турбулентному (безпорядковому) потоці. Інакше кажучи, механізм конвективної дифузії полягає в переносі речовин не у вигляді молекул речовини, а у вигляді окремих невеликих об'ємів її розчину. Конвективна дифузія підпорядковується закону, згідно з яким швидкість дифузії зростає зі збільшенням поверхні контакту фаз, різниці концентрації і тривалості процесу.

При конвективній дифузії розмір молекул дифундуючої речовини, в'язкість розчинника, кінетична енергія молекул стають другорядними факторами. Головним для швидкості конвективного переносу речовин стають гідродинамічні умови, тобто швидкість і режим руху рідини. Швидкість конвективного переносу речовини у багато разів більша за швидкість молекулярного переносу.

На ефективність процесу екстрагування з твердого продукту впливають такі фактори:

Підбір розчинника. До нього існує низка вимог: розчинник повинен забезпечувати максимальну швидкість розчинення, бути чистим і однорідним, щоб не псувати отримуваний продукт, мати як можна нижчу температуру кипіння. Не залишати запахів, не спричиняти корозію обладнання, бути дешевим. У харчовій промисловості як екстрагент використовується вода (екстрагування цукру з буряка, кави, цикорію), спирт, водно-спиртова суміш для отримання настоїв у лікєро-горілчаному і пиво-безалкогольному виробництві, бензин, бензол (у маслоекстракційному виробництві).

Ступінь подрібнення. Подрібнення продукту призводить до збільшення поверхні його контакту з екстрагентом.

Температура проведення процесу. Підвищення температури збільшує швидкість внутрішньої дифузії, що прискорює весь процес екстрагування.

Величина тиску. З підвищенням тиску екстрагування прискорюється.

Кількість розчинника. Збільшення кількості розчинника призводить до більш повного екстрагування речовин. Однак кількість розчинника має бути оптимальною, щоб забезпечити повноту процесу і в той самий час не викликати екстрагування домішок.

Тривалість екстрагування. З її зростанням підвищується виділення розчинних компонентів, але зменшується продуктивність апаратів.

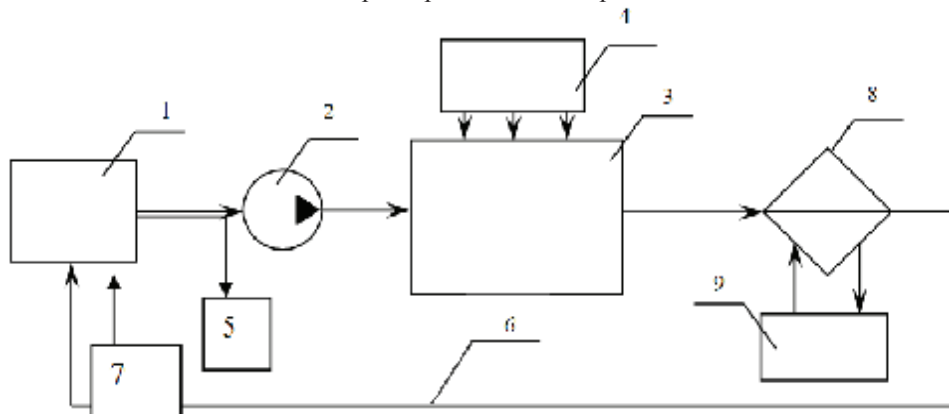
Завдання досліджень. Метою роботи було визначення раціональних параметрів (температури, гідромодуля та режиму обробки) при екстрагуванні амарантової олії в НВЧ – полі. Технічні параметри процесу узгоджувались із характеристиками якості масла, насамперед вмістом токоферолів та сквалєну.

Виходячи з загальних положень теорії екстрагування в системі тверде тіло – рідина, для того щоб прискорити екстракцію, необхідно збільшити рушійну силу процесу та зменшити опір його протікання. При сталому значенні розміру часточок цього можна досягти регулюванням температури процесу та співвідношенням фаз, тобто гідромодулем. Проте, найбільш суттєвий результат очікується при залученні до переносу цільових компонентів потужного бародифузійного потоку із системи капілярів твердої фази [2]. Тому головним завданням експериментальних досліджень було визначити параметри НВЧ – обробки, при яких має місце як найбільший вихід цільових компонентів, так і частка в маслі найбільш цінних компонентів сквалєну та токоферолів. Передбачається, що за допомогою бародифузії з'явиться можливість максимально вилучити із мікрокапілярів сировини сквалєн, який за традиційних технологій спиртом практично не екстрагується.

Самостійною проблемою є обґрунтування доцільного типу екстрагента для вилучення олії із зерен амаранту. По-перше, це повинен бути ефективний розчинник. А по-друге – безпечним при використанні олії людиною. Тому, поставлено задачу визначити можливість залучення етилового спирту як екстрагента, а мікрохвильового поля для інтенсифікації процесів масопереносу.

Методика експериментального моделювання. Відповідно до визначених завдань розроблено експериментальний стенд, який мав екстрактор з НВЧ – інтенсифікатором і апарат для розділення екстракту на розчинник та олію.

Схема головного елемента – екстрактора наведена на рис. 1.



1 – реактор з розчинником і вихідною сировиною; 2 – насос; 3 – екстракційна камера;
4 – магнетрон; 5 – резервуар з екстрактором; 6 – циркуляційний контур;
7 – резервуар для шламу; 8 – охолоджувач; 9 – автономна холодильна установка

Рис. 1 – Принципова схема екстрактора

В реакторі 1 змішується тверда рослинна сировина з розчинником. Систему «тверда рослинна сировина – розчинник» піддають обробці імпульсним електромагнітним полем. Це викликає періодичне закипання частини розчинника в середині капілярів. Виникає парова фаза, що призводить до підвищення тиску всередині капіляра. При досягненні перепаду тисків, що перевищує суму гідростатичного тиску, втрату тиску на подолання сил тертя і поверхневого натягування і місцевих гідравлічних тисків, виникає бародифузійний потік, який викидає насичений цільовими компонентами екстракт з твердої фази. Саме цей потік сприяє скороченню часу процесу екстрагування і підвищенню кількості вилучених із сировини цінних компонентів [2].

Поставлена задача організувати процес екстрагування із твердого тіла, в якому реалізується ефективний вплив мікрохвильового поля на всю систему «тверде тіло - розчинник».

Пропонується такий процес здійснювати в зовнішньому контурі при циркуляційному перемішуванні. Заздалегідь тверде тіло подрібнюють до розмірів гранул (0,2...0,3 мм, а як екстрагент використовують екологічно безпечний розчинник, наприклад, етиловий спирт. Кратність циркуляції потоку становить 5...6. Отримана система нагнітачем 2 подається в екстракційну камеру 3, де за допомогою силової електроніки (магнетрона 4) оброблюється в потоці. Після обробки потік повертається в реактор 1.

Результати експериментального моделювання.

Загальний об'єм суспензії становив 4 л. Забезпечувався однаковий температурний режим екстрагування і параметри мікрохвильової обробки. Потужність мікрохвильового поля становила 900 Вт, а частота хвиль – 2450 МГц. В досліді серії А використано етиловий спирт, а в серії В – гексан. В досліді №1 суміш зерен і екстрагенту поміщались в резонаторну камеру, а в досліді №2 здійснювалась обробка суспензії в потоці у виносному контурі.

Кінетичні залежності екстрагування системи «спирт – зерно амаранту» наведено на рис 2 та 3.

Видно, що підвищення температури з 20 °С до 60 °С дозволяє підвищити вихід екстрактивних речовин на 8 % (рис. 2). Залучення поля НВЧ та перемішування суттєво інтенсифікують масообмін (рис. 3). Тривалість процесу зменшується з годин до 6 хв, а вихід олії при цьому підвищується на 10 %.

Кінетичні залежності екстрагування системи «екстрагент – ріпак» наведено на рис. 4. Для порівняння на рис.4 наведено дані і по амаранту. Шрот мав розміри частинок (10...15) мм, а мука – (0,2...0,3) мм.

Рисунок 4 свідчить, що найменше вилучення екстрактивних речовин має місце в системі «мука амаранту – спирт» (лінія 1). На 75 % підвищується концентрація при використанні гексану (лінія 2). Майже такі (лінія 4) значення є в системі «ріпакова мука - спирт».

Суттєво вид екстрагента впливає (лінії 5,6) при екстрагуванні гексаном, як при роботі зі шротом, так і з мукою.

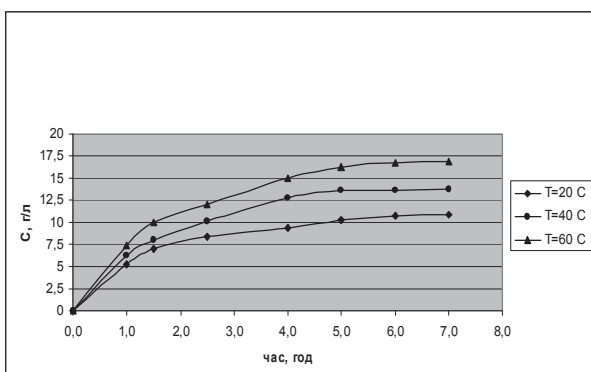


Рис. 2 – Залежність концентрації від часу у процесі екстрагування олії спиртом із подрібненого насіння амаранту за різних температур

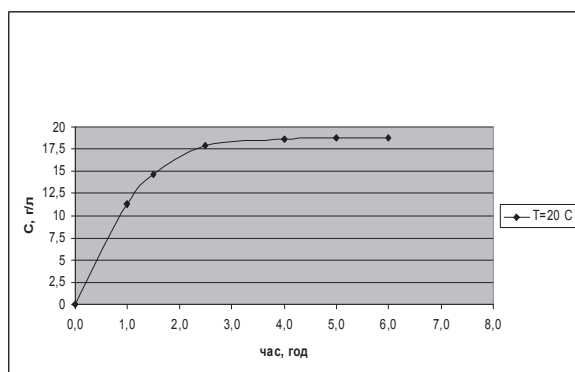


Рис. 3 – Залежність концентрації від часу у процесі екстрагування олії спиртом із подрібненого насіння амаранту в мікрохвильовому полі

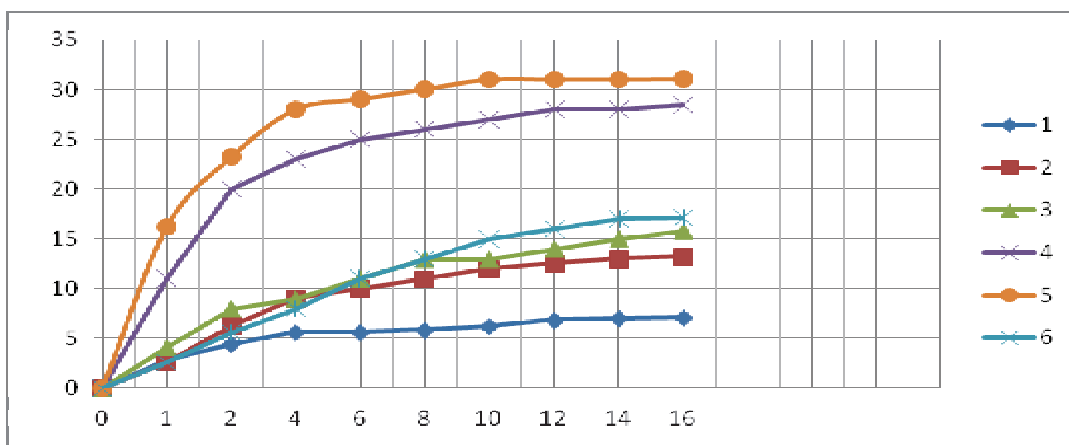


Рис. 4 – Залежність концентрації від часу при екстрагуванні олії з ріпака та амаранту при температурі 15 °С

Кінетичні залежності екстрагування системи «спирт – шрот ріпака» та «спирт – мука ріпака» наведено на рис. 5. Видно, що електромагнітне поле на порядок скорочує час екстрагування та вдвічі підвищує вихід цільових компонентів. Робота з мукою дає на 25 % більший вихід компонентів олії, ніж при використанні шроту.

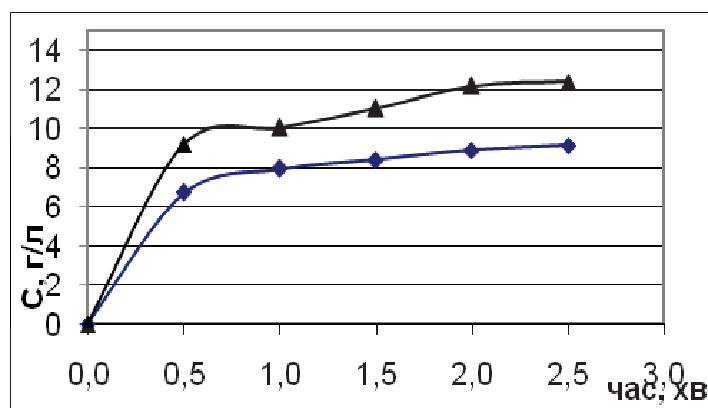


Рис. 5 – Залежності концентрації при екстрагуванні олії зі шроту і муки ріпака спиртом в електромагнітному полі

Визначено вплив перемішування на інтенсивність процесу екстрагування (рис. 6).

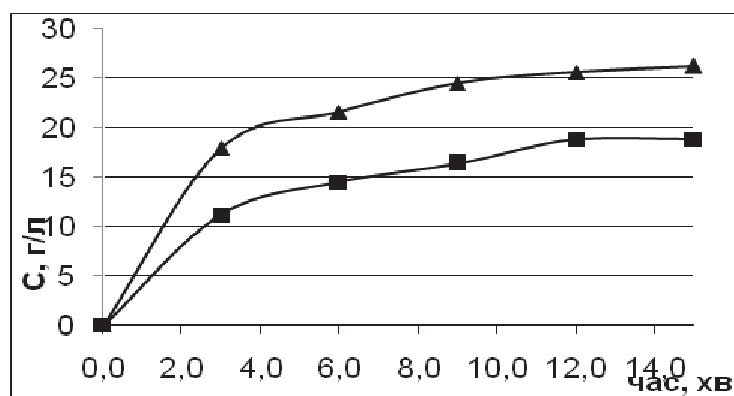


Рис. 6 – Вплив перемішування на процес екстрагування

Експерименти проведено для системи «спирт – ріпакова мука». Показано, що вилучення цільового компонента при перемішуванні муки на (10-20) % інтенсифікує процес екстрагування.

Аналіз одержаних даних показав, що подрібнення шроту дає змогу на 25 % підвищити вихід цільових компонентів при екстрагуванні з ріпаку. Залучення мікрохвильового поля на порядок зменшує час процесу екстрагування та вдвічі підвищує концентрацію олії в розчині.

Порівняння якісних показників олії.

Результати дослідів зведені в таблицю.

Таблиця 1 – Порівняння технологічних характеристик

Дослід	Питома потужність, Вт/л	Час, хв		Вихід масла, %	Витрати енергії, Вт*год/л
		циклу	обробки		
№ 1	225	180	12	6,3	45
№ 2	225	40	12	8,8	45

Аналіз таблиці 1 показує, що при однакових затратах енергії в схемі № 2 потрібно в 4,5 рази менше часу роботи реактора і забезпечується більший вихід масла.

Таблиця 2 – Порівняння показників якості

Дослід	Масова доля сквалену, г/кг	Масова доля токоферолу, мг/кг		
		А	β	δ
№ 1	8,2	301	410	96
№ 2	33,1	402	855	181

З таблиці 2 слідує, що спосіб дозволяє в 4 рази підвищити вихід більш цінного компоненту – сквалену. Майже в 2 рази підвищився вихід токоферолів. Отримані результати доказують високу ефективність способу.

Суттєвим достоїнством бародифузійних технологій є той факт, що значно полегшується вихід з твердої фази крупних молекул і з'єднань. Саме такі можливості дозволяють збільшити ступінь вилучення сквалену і токоферолів при виробництві масла амаранту.

Організація мікрохвильової обробки у процесі руху потоку в зовнішньому циркуляційному контурі гарантує розвиток бародифузійних процесів у всьому об'ємі сировини. Таке рішення, вибір екологічно безпечного екстрагента і сукупність режимних параметрів (кратність циркуляції і розміри частинок твердої фази) забезпечують отримання масла амаранту високої якості при спробуваних вимогах до апаратного забезпечення.

Висновки

— Показано, що екстрагування цільових компонентів із рослинної сировини характеризується складнішим механізмом масоперенесення внаслідок клітинної будови порівняно з екстрагуванням із мінеральної сировини.

— За допомогою хімічних методів аналізу виділено основні цільові компоненти в амарантовій сировині і здійснено інтенсифікацію отриманих сполук на основі відповідних методик.

Таблиця 3 – Порівняння вмісту масової частки жирних кислот

Масова частка жирних кислот (відносна), %	дослід №1	дослід №2
Тетрадеканова (C 14:0)	0,1	0,2
Пентадеканова (C 15:0)	0,1	0,1
Гексадеканова (C 16:0)	13,7	16,8
Гексадецена (C16:1)	0,4	0,4
Гептадеканова (C 17:0)	0,1	0,1
Октадеканова (C 18:0)	3,0	3,5
цис 9-Октадецена (с9-C 18:1)	24,0	25,0
цис 11-Октадецена (с11-C 18:1)	1,43	1,3

Таблиця 4 – Порівняння складу олії

Маса зразка, кг	1,2	2,7
Розчинник	спирт	гексан
Час екстрагування, хв	16	12
Температура, °C	76	40
Вихід масла, %	5,75	3,8

— Наведено хімічні характеристики (йодне, кислотне, перекисне число) амарантової олії. Встановлено, що в отриманій амарантовій олії міститься значна частина біологічно активних речовин, особливо сквалену, який використовується для виготовлення важливих лікарських препаратів. Показано, що за своїми хімічними властивостями олія містить необхідні компоненти для виготовлення дизельного палива (вміст лінолевої, пальмітинової, олеїнової кислот)

— Методи інтенсифікації процесу екстрагування цільових компонентів із насіння амаранту полягають у попередньому подрібненні та термічній обробці насіння.

— Експериментально досліджено кінетику екстрагування олії з насіння амаранту та ріпаку різними розчинниками (н-гексаном, спиртом).

Література.

1. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе - вода». Одесса, 2007. – 176 с.
2. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств. Одесса: Полиграф, 2008. – 244с.

УДК 130.2:130.123.4

КУЛЬТУРА І ПСИХОЛОГІЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Шевченко Г.А., канд. філос. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті з позиції історичного та системного підходів досліджуються проблеми культури і психології інженерної діяльності. Проаналізовано необхідність та можливості свідомого цілеспрямованого розвитку гуманістичної компоненти інженерної освіти як основи перетворення сучасного інженера у соціоінженера.

The problems of culture and psychology of the engineering activity from the position of historical and system approaches, have been investigated in the article. The necessity and possibilities of deliberate purposeful development of humanist component of the engineering education as the basis of a modern engineer's transformation into socio-engineer, have been analysed.