

## ІНТЕНСИФІКАЦІЯ МАСОПЕРЕНЕСЕННЯ В ЕКСТРАГУВАННІ РОСЛИННИХ ОЛІЙ

**Актуальність та мета досліджень.** В умовах великих енергетичних затрат на переробку сировини, харчові технології потребують нових підходів вирішення проблем сучасного суспільства з підвищення параметрів якості продуктів харчування, енергоємності та екологічної безпеки технологій.

Інтенсифікування процесів масоперенесення є актуальним питанням у вирішенні зазначеної проблеми. Перспективними на сьогоднішній день є мікрохвильові системи з дією бародифузії, які при переробці рослинної сировини є потужним механізмом підвищення ефективності масообмінних апаратів [1].

Зростаюча потреба в продукції високої якості, збагаченій біологічно активними речовинами, що містить компоненти виключно природного походження збільшила число досліджень з даної проблеми. Так, на базі ОНАХТ сформовано науковий напрям та проведено ряд досліджень з впровадженням мікрохвильових технологій при переробці продукції рослинного походження: виготовлення коньячних напоїв із екстрактами деревини, екстрагування кавових зерен та насіння амаранту. Експериментально доведено, що екстракти із рослинної сировини, отримані з використанням можливостей електромагнітного поля, володіють якісно новими біохімічними, біологічними властивостями в порівнянні з аналогами, що отримані традиційними методами екстрагування [2,3].

Екстрагування рослинних олій є способом безвідходної технології з високим ступенем вилучення – 99%. Рослинні олії є важливим продуктом харчування та сировиною для хімічної, машинобудівної, металургійної промисловості, а також для виготовлення біодизельного пального.

Рослинні олії завдяки наявності жирних кислот, відсутності холестерину мають здатність знижувати ризик виникнення серцево-судинних захворювань. На властивості олій і їх здатність зберігати свої цінні якості впливає багато факторів, в тому числі біологічно активні компоненти. Зокрема, токофероли, які є антиоксидантами, що запобігають й захищають поліненасичені жирні кислоти від окиснюваного псування. Відомо 7 ізомерних форм токоферолів –  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\sigma$ ,  $\epsilon$ ,  $\eta$ ,  $\xi$ . Найвищу біологічну активність має  $\alpha$ -токоферол. Найбільш яскраво виражені антиоксидантні властивості у  $\gamma$  і  $\sigma$  – форм токоферолів.

Ріпакова олія в порівнянні з іншими оліями з точки зору фізіології харчування людини має ряд переваг. Вона містить усі фізіологічно важливі кислоти в оптимальному співвідношенні, а також  $\alpha$  і  $\beta$  токофероли.

Із сої виготовляють досить цінну харчову олію, що відноситься до групи лінолево-олеїнових. Досить важливу групу сполук у насінні сої складають фосфатиди, а також токофероли і пігменти. Ці речовини відіграють активну роль в метаболічних процесах, слугують одним з кращих джерел природного антиоксиданту – вітаміну Е. Оскільки насіння сої відносяться до культур олійності яких складає від 14 до 25 %, тому найбільш ефективним способом вилучення олій із даної культури є спосіб прямої екстракції.

**Задачі досліджень.** Проведення досліджень з екстрагування насіння ріпаку сорту «Чемпіон» та сої сорту «Вінничанка» етиловим спиртом на експериментальній установці з мікрохвильовим інтенсифікатором.

**Результати експериментальних досліджень.** Після проведення серії дослідів з екстрагування на мікромоделі [4–7] було створено модель більшого масштабу. В даній роботі представлено результати з проведення досліджень процесу екстрагування олієвмісного насіння ріпаку сорту «Чемпіон» (олійність – 43 %) та сої сорту «Вінничанка» (олійність – 21 %) етиловим спиртом за допомогою мікрохвильового інтенсифікатора (рис. 1).

Принцип роботи установки наступний: насіння досліджуваних олієвмісних культур ріпаку та сої подається в штуцер з ємністю для наповнення твердою фазою 1, розчинник потрапляє до екстракційної ємності 4 через штуцер з ємністю для наповнення розчинником 2. Розчинник конденсується у зворотному холодильнику 3. Інтенсифікування екстрагування відбувається в електромагнітному інтенсифікаторі 5.

Під час дослідження за допомогою датчиків знімались показники температури продукту на вході 7 і на виході 8 із мікрохвильового інтенсифікатора, а також температури проміжного теплоносія 6. Характеристики установки під час досліду були наступними (табл. 1).

Замірювання температури датчиків проміжного теплоносія, місцели на вході та на виході із мікрохвильового інтенсифікатора відбувалось з інтервалом у 2 хв. (рис. 2).

Як видно з рисунку температура місцели на виході із МХІ найбільша і під час дослідження її максимальний показник становив 59 °С, на вході максимальна – 56 °С, а температура проміжного теплоносія – не більше 48 °С на час закінчення дослідження.

Під час екстрагування через кожні 7 хв. відбирались проби для визначення концентрації місцели (рис. 3).

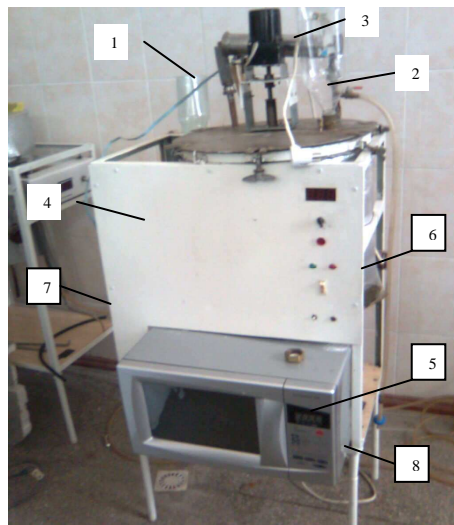


Рисунок 1 – Екстрактор з мікрохвильовим інтенсифікатором (МХІ):

1 – штуцер з ємністю для наповнення екстрактора розчинником; 2 – штуцер з ємністю для наповнення реакційного об'єму твердою фазою; 3 – зворотний холодильник; 4 – екстрактор; 5 – електромагнітний інтенсифікатор; 6 – датчик для вимірювання температури проміжного теплоносія; 7 – датчик для вимірювання температури продукту на вході в МХІ; 8 – датчик для вимірювання температури продукту на виході з МХІ

Таблиця 1 – Характеристики екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором (МХІ)

Характеристики установки	Кількість
об'єм розчинника (V)	0,008 м <sup>3</sup>
маса олієвісного насіння ріпаку (M <sub>нр</sub> )	2 кг
маса олієвісного насіння сої (M <sub>нс</sub> )	2 кг
тривалість екстрагування (τ)	32 хв.
маса виходу ріпакової олії (M <sub>ор</sub> )	0,83 кг
маса виходу соєвої олії (M <sub>ос</sub> )	0,40 кг
потужність МХІ (N)	8 кВт/кг

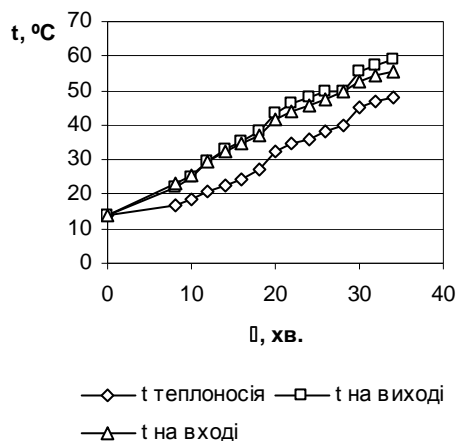


Рисунок 2 – Залежність температури від часу в процесі екстрагування ріпаку та сої етиловим спиртом в екстракторі з МХ інтенсифікатором

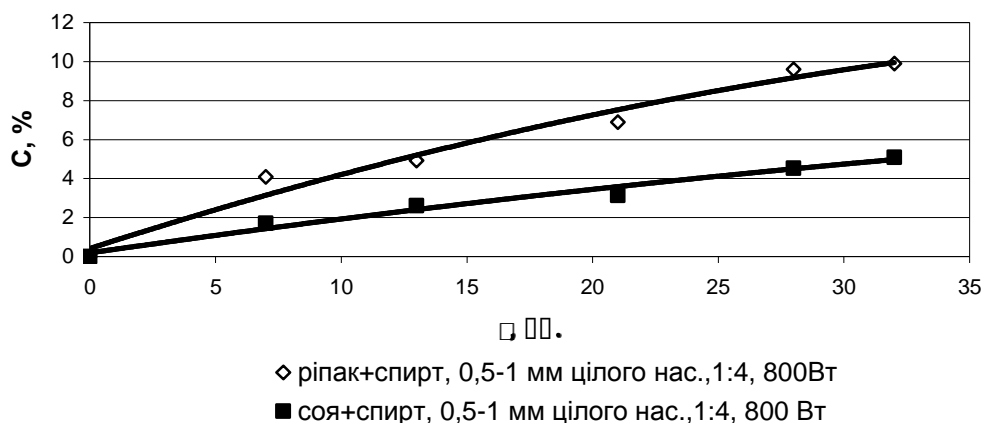


Рисунок 3 – Залежність концентрації від часу у процесі екстрагування ріпакової та соєвої олій спиртом в мікрохвильовому інтенсифікаторі

Фактор інтенсифікації процесу екстрагування сприяє значному (на 97 %) скороченню часу і підвищенню кількості вилученої олії (на 30%) в порівнянні із вилученням цільового компоненту без впливу мікрохвильового поля [4–7].

Як видно з рисунку 3 кінцева концентрація ріпакової олії, що екстрагувалась за допомогою МХІ складала 10,4 %. Вихід екстрагованої ріпакової олії – 0,83 кг з 2 кг завантаженого подрібненого (0,5–1 мм) зерна ріпаку з олійністю зерна – 43 %.

Концентрація соєвої олії на 32 хв. досліді складала 5,0 %, вихід соєвої олії – 0,40 кг з 2 кг подрібненого насіння фракцією 0,5–1 мм, олійністю зерна – 21 %.

Важливим показником отриманих зразків ріпакової та соєвої олій є їх хімічний склад. Дослідження зразків проводилось в лабораторії ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат». Зразки повністю відповідали вимогам «ДСТУ 4534:2006 Олія соєва. Технічні умови» та «ДСТУ 46.072:2005 Олія ріпакова. Технічні умови» (табл. 2).

Таблиця 2 – Відповідність досліджуваних зразків олій вимогам державних стандартів України (ДСТУ)

Показники	Ріпакова олія (зразок)	ДСТУ 46.072:2005 Ріпакова олія	Соєва олія	ДСТУ 4534:2006 Олія соєва
Кислотне число, мг КОН/г	3,9	не більше 6,0	4,0	не більше 6,0
Масова частка води та летких речовин, %	0,25	не більше 0,25	0,19	не більше 0,2
Перекисне число, 1/50 ммоль/кг	8,9	не більше 10,0	9,1	не більше 10,0
Масова частка фосфоровмісних речовин в перерахунку на стеароолецитин, %	1,9	не більше 2,0	4	не більше 6,0
Масова частка ерукової кислоти, до суми жирних кислот	0,8	не більше 2,0	-	-

Ефективність використання нестандартного для даного процесу полярного розчинника етилового спирту підтверджено результатами газорідинної хроматографії, які показують, що під дією електромагнітного поля даний розчинник інтенсифікує виділення з насіння ріпаку та сої крім жирних кислот біологічно активних речовин, зокрема токоферолів  $C_{20}H_{50}O_2$ . Вміст токоферолів у досліджуваних лабораторією ПАТ «Вінницький олійножировий комбінат» зразках олій, що отримали за допомогою мікрохвильового інтенсифікатора в середньому у 2 рази більший ніж у оліях отриманих традиційним методом (табл. 3).

**Висновки.** Застосування екстрактора з мікрохвильовим інтенсифікатором для екстрагування олій із насіння олійного ріпаку та сої дозволяє в короткий термін (пів години) практично повністю (олій-

ність остаточного шроту в середньому 1 %) вилучити олію. В порівнянні із дослідженнями класичного методу настоювання, який за умовами проведення екстрагування є найбільш подібним до екстрагування в МХІ, час проведення екстрагування зменшується до 70 %, а вихід цільового компоненту збільшується на 30 %.

Крім того, в зразках ріпакової та соєвої олій, отриманої при екстрагуванні за допомогою мікрохвильового інтенсифікатора вихід токоферолів майже в 2 рази більший ніж в аналогах отриманих при екстрагуванні традиційним методом. Це підтверджує, що отримані зразки з використанням можливостей електромагнітного поля, володіють якісно новими біохімічними та біологічними властивостями.

Таблиця 3 – Вміст токоферолів у зразках ріпакової та соєвої олій

Олія	Вміст загальних токоферолів після екстрагування в МХІ, мг%	Вміст загальних токоферолів після класичного екстрагування, мг%	Ізомерні форми, % загального вмісту токоферолів		
			$\alpha$	$\beta$	$\gamma+\delta$
Ріпакова	92	51	26	74	–
Соєва	301,2	137	12	69	19

#### Література

1. Бурдо О.Г., Ряшко Г.М. Экстрагирование в системе «кофе-вода». Одесса, 2007. – 176 с.
2. Лукьянчук И.И., Калинин Л.Г., Тучный В.П. // Микроволновые технологии в фармации // В зб. Мікрохвильові технології в народному господарстві. Втілення. Проблеми. Перспективи. – Київ – Одеса: ТЕС. – 2000. – Вип. 2–3. – С. 143–147.
3. Бурдо О.Г., Светлічний П.І., Буйвол С.М. Экстрагування олії з насіння аморанту в електромагнітному полі. // Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы. // – Одесса: ОКФА. – 2009. – 144 с.
4. Бандура В.М., Коляновська Л.М. Інтенсифікація екстрагування рослинних олій електромагнітним полем / В.М. Бандура, Л.М. Коляновська // Зб. наук. пр. Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: ОНАХТ, – 2011. – Вип. 39. – Том. 2. – С. 186–190.
5. Бандура В.М., Коляновська Л.М., Ружицька Н.В. Інтенсифікація екстрагування в технології виробництва ріпакової олії / В.М. Бандура, Л.М. Коляновська, Н.В. Ружицька // Вібрації в техніці та технологіях. – Вінниця: ВНАУ, – 2011. – №1 (61). – С. 98–102.
6. Коляновська Л.М., Бандура В.М. Кінетика екстрагування олії із сої та ріпаку / В.М. Бандура, Л.М. Коляновська // Зб. наук. пр. Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: ОНАХТ, – 2012. – Вип. 41. – Том. 2. – С. 101–106.
7. Коляновська Л.М., Бандура В.М. Вплив електромагнітного поля на екстрагування олії із насіння сої / Л.М. Коляновська, В.М. Бандура // Зб. наук. пр. Вінницького національного аграрного університету – Вінниця: ВНАУ, – 2012. – Вип. 10, т.1 (58) – С. 137–141.

#### Bibliography (transliterated)

1. Burdo O.G., Rjashko G.M. Jekstragirovanie v sisteme «kofe-voda». Odessa, 2007. – 176 p.
2. Luk'janchuk I.I., Kalinin L.G., Tuchnyj V.P. Mikrovolnovye tehnologii v farmacii V zb. Mikrohvil'ovi tehnologii v narodnomu gospodarstvi. Vtillennja. Problemi. Perspektivi. – Kiiv – Odessa: TES. – 2000. – Vip. 2–3. – p. 143–147.
3. Burdo O.G., Svetlichnij P.I., Bujvol S.M. Ekstraguvannja olii z nasinnja amorantu v elektromagnit-nomu poli. Mikrovolnovye tehnologii v narodnom hozjajstve. Vnedrenie. Problemy. Perspektivy. – Odessa: OKFA. – 2009. – 144 p.
4. Bandura V.M., Koljanovs'ka L.M. Intensifikacija ekstraguvannja roslinnih oliv elektromagnitnim polem / V.M. Bandura, L.M. Koljanovs'ka Zb. nauk. pr. Odes'koї nacional'noї akademii harchovih tehnologij. – Odesa: ONAHT, – 2011. – Vip. 39. – Tom. 2. – p. 186–190.
5. Bandura V.M., Koljanovs'ka L.M., Ruzhic'ka N.V. Intensifikacija ekstraguvannja v tehnologii virob-nictva ripakovoї olii V.M. Bandura, L.M. Koljanovs'ka, N.V. Ruzhic'ka Vibracii v tehnicі ta tehnologijah. – Vinnicja: VNAU, – 2011. – #1 (61). – p. 98–102.

6. Koljanovs'ka L.M., Bandura V.M. Kinetika ekstraguvannja olii iz soi ta ripaku V.M. Bandura, L.M. Koljanovs'ka Zb. nauk. pr. Odes'koї nacional'noї akademii harchovih tehnologij. – Odesa: ONAHT, – 2012. – Vip. 41. – Tom. 2. – p. 101–106.

7. Koljanovs'ka L.M., Bandura V.M. Vpliv elektromagnitnogo polja na ekstraguvannja olii iz nasinnja soi L.M. Koljanovs'ka, V.M. Bandura Zb. nauk. pr. Vinnic'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu – Vinnicja: VNAU, – 2012. – Vip. 10, t.1 (58) – p. 137–141.

УДК 615.012.014

Бандура В.Н., Коляновская Л.Н.

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ МАССОПЕРЕНОСА В ЭКСТРАГИРОВАНИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ**

В статье приведены данные исследования экстрагирования масла из рапса сорта «Чемпион» и сои сорта «Винничанка» растворителем спиртом с помощью микроволнового интенсификатора.

Bandyra V.N., Kolyanovskaya L.N.

**INTENSIFICATION MASS TRANSFER IN EXTRACTION VEGETABLE OILS**

The article presents research data extracting oil from rapeseed varieties "Champion" and soybean varieties "Vinnichanka" alcohol solvent using microwave intensifiers.