



УДК: 637.142.2

DOI: 10.37128/2520-6168-2019-2-10

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАКЦІЇ НА УСТАНОВЦІ ДЛЯ ЕКСТРАГУВАННЯ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ІНТЕНСИФІКАТОРІ

Фіалковська Лариса Василівна, к.т.н., доцент
Вінницький національний аграрний університет

Fialkovska L., PhD, Associate Professor
Vinnytsia National Agrarian University

В статті проведений огляд способів екстракції олійної сировини. Метою роботи стало проведення дослідження процесу екстракції на установці для екстрагування в електромагнітному інтенсифікаторі (ЕЕМІ). Єдиним способом, що дозволяє забезпечити практично повне вилучення олії, є екстракційний спосіб, при якому сили, що переводять олію в розчин, перевершують сили, що втримують олію в екстрагованому матеріалі. На сьогоднішній день екстракційний спосіб добування олії на заводах України є провідним, тому що забезпечує більший вихід олії, ніж при використанні пресового способу.

Об'єктом дослідження слугували насіння ріпаку та сої, міцела, олія, отримана в результаті екстракції олійного насіння. Експериментальні дослідження проведено в лабораторних умовах на кафедрі «Процесів та обладнання переробних і харчових виробництв імені професора П.С. Берника» Вінницького національного аграрного університету. Виробничі випробування лабораторного зразка екстрактора проводились на ПрАТ «Вінницький ОЖК».

Проведені фізико-хімічні дослідження сировини та проміжних матеріалів. Встановлено оптимальні температурні режими процесу екстракції. Описано доцільність та необхідність використання в якості розчинника етилового спирту. Проведено дослідження ріпакової та соєвої олій, отриманих в результаті екстракції.

Виробництво олії на установці для екстрагування в електромагнітному інтенсифікаторі (ЕЕМІ) дасть можливість отримати продукт, який відповідає вимогам нормативних документів та має більший вміст біологічно активних речовин – токоферолів в порівнянні з традиційними способами.

Ключові слова: екстракція, олія, міцела, шрот, розчинник, якість, технологія.

Табл. 2. Літ. 4.

1. Постановка проблеми

У світовій практиці існує два способи виробництва олії: механічний, або пресовий, і спосіб розчинення олії в летких органічних розчинниках, або екстракції. У виробництві рослинної олії ці два способи використовуються окремо або сумісно.

Екстракційний спосіб добування олії можна застосовувати як у чистому вигляді, так і в комбінації з форпресовим способом.

Пресовим способом неможливо домогтися повного знежирення матеріалу, тому що на поверхні макухи завжди залишаються найтонші шари олії, утримувані більшими поверхневими силами.

Єдиним способом, що дозволяє забезпечити практично повне вилучення олії, є екстракційний спосіб, при якому сили, що переводять олію в розчин, перевершують сили, що втримують олію в екстрагованому матеріалі.

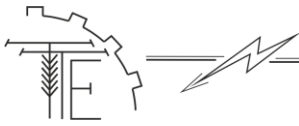
На сьогоднішній день екстракційний спосіб добування олії на заводах України є основним, тому що забезпечує більший вихід олії, ніж при використанні пресового способу.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Існує два варіанти для добування олії при екстракційному способі – настоювання і послідовне знежирювання [1]. На олійних заводах для виділення олії екстракційним способом як розчинник використовують бензин марки «А».

При настоюванні матеріал заливають розчинником. Через деякий час олія переходить у розчинник та утворюється розчин (міцела), який потім зливають. Знежирений матеріал знову заливають чистим розчинником і так повторюють доти, поки не буде добута майже вся олія.

При послідовному знежирюванні чистий розчинник безперервно надходить на максимально знежирений матеріал.



У процесі екстракції розрізняють два періоди:

- 1) добування вільної олії, тобто тієї, що міститься на зовнішніх і внутрішніх поверхнях;
- 2) добування олії, яка знаходиться у незруйнованих або частково деформованих клітинах.

Екстракція у своїй фізичній основі є дифузійним процесом, тому рушійною силою її є різниця концентрацій місцели — розчинів олії в розчиннику усередині й зовні часток екстрагованого матеріалу. До початку екстракції усередині екстрагованого матеріалу в олії розчинник не втримується й концентрація місцели дорівнює 100 % (чиста олія), а зовні частки концентрація дорівнює 0 % (чистий розчинник). Проникаючи всередину, розчинник розчиняє олію, що перебуває там, утворюючи місцеллу, концентрація якої вища, ніж поза часткою. Під впливом різниці концентрацій місцели йде переміщення (перенесення) олії з середини частки в зовнішній розчин доти, поки не буде вирівняна концентрація олії в частці й у розчиннику поза часткою й не припиниться екстракція. Перенесення олії в розчин може здійснюватися у вигляді окремих молекул — шляхом молекулярної дифузії та у вигляді груп молекул або окремих невеликих обсягів шляхом конвективної дифузії. У реальних умовах екстракція олії є їхнім сполученням. На швидкість процесу екстракції впливають величина поверхні зіткнення (контакту) розчинника й екстракційної олії, температура процесу, величина молекул екстрагованої речовини й розчинника, а також його в'язкість. Чим більша поверхня контакту розчинника та олії, вища їхня температур, менший радіус молекул, менша в'язкість розчинника, тим швидше йде екстракція [2].

У результаті виходить розчин олії в розчиннику (так звана місцела) і знежирений твердий залишок, змочений розчинником (шрот).

Після закінчення екстракції у шроті міститься приблизно 1% олії та близько 40% розчинника.

Місцела, яку одержують після екстракції, складається із легкого розчинника, олії і твердих часточок. Щоб видалити з неї тверду фракцію та розділити на олію й розчинник, часточки твердої фракції відокремлюють від місцели відстоюванням, центрифугуванням або фільтрацією.

З місцелли і шроту розчинник відганяється в дистиляторах і шнекових випарниках [3].

Шрот основних олійних культур (соняшнику, ріпаку, сої та ін.) є цінним високобілковим кормовим продуктом. Вміст олії у ньому залежить від структури частинок шроту, тривалості екстракції і температури, властивостей розчинника (в'язкості, щільності), гідродинамічних умов.

Олія, отримана в результаті відгонки розчинника в дистиляційній установці, містить багато домішок і повинна бути направлена на рафінацію [4 – 6].

3. Мета і задачі дослідження

Метою роботи є проведення досліджень процесу екстракції на установці для екстрагування в електромагнітному інтенсифікаторі (ЕЕМІ).

Для досягнення поставленої мети потрібно розв'язати такі основні задачі:

- провести дослідження процесів отримання олії з насіння ріпаку, сої та місцели на установці для екстрагування в електромагнітному інтенсифікаторі;
- розробити технологію отримання олії в електромагнітному інтенсифікаторі та визначити фізико-хімічні показники екстракційної олії.

4. Матеріали та методи досліджень

Експериментальні дослідження проведено в лабораторії кафедри «Процесів та обладнання переробних і харчових виробництв імені проф. П.С. Берника» Вінницького національного аграрного університету. Виробничі випробування лабораторного зразка екстрактора проводились на ПрАТ «Вінницький ОЖК».

5. Основні результати досліджень

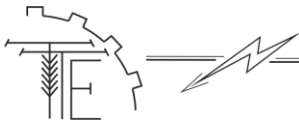
Для вирішення поставлених задач було проведено комплексне дослідження.

Провідними науковцями кафедри «Процесів та обладнання переробних і харчових виробництв імені професора П.С. Берника» ВНАУ було розроблено установку для екстрагування в електромагнітному інтенсифікаторі.

Установка призначена для отримання олії з олієвмісних культур шляхом екстрагування.

До складу екстрактора електромагнітним інтенсифікатором (ЕЕМІ) входять:

- штуцер з ємністю для наповнення екстрактора розчинником;



- штуцер з ємністю для наповнення реакційного об'єму твердою фазою;
- зворотній холодильник;
- екстрактор;
- електромагнітний інтенсифікатор;
- датчик для вимірювання температури проміжного теплоносія;
- датчик для вимірювання температури продукту на вході в мікрохвильовий інтенсифікатор;
- датчик для вимірювання температури продукту на виході з МХІ.

Принцип роботи установки наступний: насіння досліджуваних олійних культур (ріпаку, сої) подається в штуцер з ємністю для наповнення твердою фазою, розчинник потрапляє до екстракційної ємності через штуцер з ємністю для наповнення розчинником. Розчинник конденсується у зворотному холодильнику. Екстрагування відбувається в електромагнітному інтенсифікаторі.

В якості розчинників було використано етиловий спирт.

Температура міцели на виході із екстрактора становила 50 – 55 °С, а температура проміжного теплоносія – не більше 48 °С.

Під час екстрагування були відібрані проби для визначення концентрації міцели.

Олійність насіння ріпаку – 43%. Концентрація ріпакової олії в міцелі становила 10,4 %. Вихід ріпакової олії – 0,83 кг з 2 кг подрібненого (0,5-1 мм) насіння ріпаку склав 41,5 %.

Олійність насіння сої – 21%. Концентрація соєвої олії в міцелі складала 5,0%; вихід соєвої олії – 0,40 кг з 2 кг подрібненого насіння фракцією 0,5 – 1 мм становив 20%.

Були проведені фізико-хімічні дослідження ріпакової та соєвої олії, отриманих в результаті екстракції на МХІ. Результати досліджень представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники ріпакової та соєвої олії, отриманих в результаті екстракції на МХІ

Назва показника	Ріпакова олія	Соєва олія
Кислотне число, мг КОН/г	3,9	4,0
Масова частка вологи та летких речовин, %	0,25	0,19
Перекисне число, ммоль/кг $1/2O$	8,9	9,1
Масова частка фосфоровмісних речовин в перерахунку на стеароолеолецитин, %	1,9	4
Масова частка ерукової кислоти, %, до суми жирних кислот	0,8	-

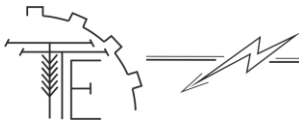
Фізико-хімічні показники досліджуваних олій, отриманих в результаті екстракції насіння сої та ріпаку, відповідають вимогам ДСТУ 4534:2006 «Олія соєва. Технічні умови» та ДСТУ 46.072:2005 «Олія ріпакова. Технічні умови».

Також за допомогою рідинної хроматографії проведені дослідження зразків олії, що отримані екстрагуванням олійного насіння під дією електромагнітного поля за допомогою розчинника – етилового спирту. Етиловий спирт інтенсифікує виділення з насіння ріпаку та сої біологічно активні речовини – токоферолі. В табл. 2 представлений вміст токоферолів у зразках ріпакової та соєвої олій, отриманих в результаті екстракції.

Таблиця 2

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		
			<i>a</i>	<i>P</i>	<i>y+8</i>
Ріпакова	92	51	26	74	
Соєва	201,2	137	12	69	19

**6. Висновки**

1. Конструкція екстрактора відрізняється технологічністю, надійністю в роботі; планується впровадження екстрактора з електромагнітним інтенсифікатором (ЕЕМІ) для отримання невеликих обсягів готового продукту нерафінованих соєвої та ріпакової олії з підвищеним вмістом токоферолів.

2. Якість отриманих зразків досліджуваної екстракційної олії відповідає вимогам ДСТУ 4534:2006 «Олія соєва. Технічні умови» та ДСТУ 46.072:2005 «Олія ріпакова. Технічні умови».

3. Видобуток складових вітаміну Е – токоферолів майже в 2 рази більший у зразках, що були отримані за запропонованою технологічною схемою із мікрохвильовим інтенсифікатором у порівнянні із зразками отриманими за класичною екстракцією з рафінуванням.

Список використаних джерел

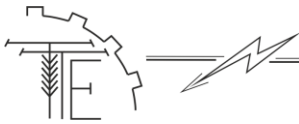
1. Щербаков В. Г. Технология получения растительных масел / В. Г. Щербаков. – М.: Колос, 1992. – 207 с.
2. Лобанов В. Г. Теоретические основы хранения и переработки семян подсолнечника / В. Г. Лобанов, А. Ю. Шаззо, В. Г. Щербаков. – М.: Колос, 2002. – 529 с.
3. Осейко М. І. Технологія рослинних олій / М. І. Осейко. – К : Варта, 2006. – 280 с.
4. Фіалковська Л. В. Обґрунтування технології та обладнання для первинного очищення олії соняшникової / Л. В. Фіалковська, І. П. Паламарчук, В. П. Янович // Вібрації в техніці та технологія, 2010. – №4 (60). – С. 107 – 110.
5. Соломон А. М. Заквашувальні культури у молочній промисловості / А. М. Соломон, М. М. Бондар // Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології» ВНАУ, 2017. – С. 128 – 135.
6. Берник І. М. Кавітаційний спосіб утворення «тонкої» емульсії при виробництві маргарину / І. М. Берник // Техніка, енергетика, транспорт АПК, 2017. - №3 (98). – С. 69 – 73.

References

- [1] Shherbakov, V. (1992) *Texnologiya polucheniya rastytelnux masel [Technology of vegetable oils]* Moscow : Kolos, [in Russian]
- [2] Lobanov, V. (2002) *Teoretycheskiye osnovy hraneniya y pererabotky semyan podsolnechnyka [Theoretical basis for the storage and processing of sunflower seeds]* Moscow : Kolos, [in Russian].
- [3] Osejko, M. (2006) *Texnologiya roslynnyx olij [Technology of vegetable oils]* Kiev : Varta [in Ukrainian].
- [4] Fialkovska, L. (2010) *Obgruntuvannya texnologiyi ta obladnannya dlya pervynnogo ochy`shhennya oliyi sonyashnykovoyi [Justification of technology and equipment for initial purification of sunflower oil]*, (60), 107 – 110, Vinitysia: Vibracyi v texnici ta texnologiyax [in Ukrainian].
- [5] Solomon, A., Bondar M. (2017) *Zakvashuvalnikul` tury` u molochnijpromy` slovosti [Zephyr cultures in the dairy industry]*, 128 – 135, Zbirny`k naukovy`h prac` «Agrarnanaukatarxovitexnologiyi» VNAU [in Ukrainian].
- [6] Bernik, I. (2017) *Kavitatsiyniy sposib utvorenniya «tonkoyi» emulsiyi pri virobnitstvi margarinu [Cavitary method for the formation of a "fine" emulsion in the production of margarine]*, 3 (98), 69 – 73, Tehnika, energetika, transport APK [in Ukrainian].

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ
НА УСТАНОВКЕ ДЛЯ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ
ИНТЕНСИФИКАТОРЕ**

В статті проведено огляд способів екстракції масличного сиров'язя. Целью роботи стало проведення дослідження процесу екстракції на установці для екстрагування в електромагнітному інтенсифікаторі (ЕЕМІ). Єдиним способом, дозволяючим забезпечити практично повне виключення масла, є екстракційний спосіб, при якому сили, які переводять масло в розчин, переважають сили, які утримують масло в екстрагованому матеріалі. На сьогоднішній день екстракційний спосіб добування масла на заводах України забезпечує більший вихід масла, ніж пресовий спосіб.



Объектом исследования служили семена рапса и сои, мисцела, масло, полученное в результате экстракции масличных семян. Экспериментальные исследования проведены в лабораторных условиях на кафедре "Процессов и оборудования перерабатывающих и пищевых производств имени профессора П. С. Берника" Винницкого национального аграрного университета. Производственные испытания лабораторного образца экстрактора проводились на ПрАТ "Винницкий ОЖК".

Выполнены физико-химические исследования сырья и промежуточных материалов. Установлены оптимальные температурные режимы процесса экстракции. Описана целесообразность и необходимость использования в качестве растворителя этилового спирта. Проведено исследование рапсового и соевого масел, полученных в результате экстракции.

Производство масла на установке для экстрагирования в электромагнитном интенсификаторе (ЕЕМИ) даст возможность получить продукт, который отвечает требованиям нормативных документов и имеет большее содержание биологически активных веществ – токоферолов по сравнению с продуктом, полученным традиционными способами.

Ключевые слова: экстракция, масло, мисцела, шрот, растворитель, качество.

Табл. 2. Лит. 4.

EXAMINATION OF THE EXTRACTION PROCESS IN THE INSTALLATION FOR EXTREME IN THE ELECTROMAGNETIC INTENSIFICATION

In the article an overview of the methods of extraction of oilseeds is carried out. The purpose of the work was to carry out the study of the extraction process at the installation for extraction in an electromagnetic intensifier (EEMI). The only way to ensure virtually complete oil extraction is the extraction method, in which the forces that convert the oil into a solution exceed the forces that hold oil in the extracted material. Today, the extraction method for oil extraction at Ukrainian plants is leading, as it provides greater yield of oil than with the use of the press process.

The object of research is the use of rapeseed and soybean seeds, locally, oil obtained as a result of extraction of oilseeds. Experimental researches were carried out in laboratory conditions at the department "Processes and equipment of processing and food industries of a name of professor P. S. Bernik" of Vinnytsia National Agrarian University. Production tests of the laboratory sample of the extractor were carried out at PJSC "Vinnitsa OZHK".

Physical and chemical researches of raw materials and intermediate materials were carried out. The optimum temperature regimes of the extraction process are established. The expediency and necessity of use as a solvent of ethyl alcohol is described. The research of rapeseed and soybean oils obtained as a result of extraction was conducted.

The production of oil on the plant for extraction in an electromagnetic intensifier (EEMI) will enable the product to meet the requirements of regulatory documents and has a higher content of biologically active substances - tocopherols in comparison with traditional methods.

Key words: extraction, oil, local, shrot, solvent, quality, technology.

Tab. 2. Ref. 4.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Фіалковська Лариса Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Харчових технологій та мікробіології» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: iryagunko@vsau.vin.ua).

Фіалковская Лариса Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Пищевых технологий и микробиологии» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: larisa_fialkova@ukr.net).

Fialkovska Larisa – PhD, Associate Professor of Department "Food technologies and microbiology" of Vinnytsia National Agrarian University (3, Soniachna str., Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: larisa_fialkova@ukr.net).