

УДК 62229.316.002.51/52:665.3

## ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ХВИЛЬ У ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ

**П. І. Осадчук**

*Одеський державний аграрний університет*

**С.М. Перетяка**

*Одеський національний морський університет*

**В. В. Гриб**

*Одеський державний аграрний університет*

*Створено комплекс технічних засобів, що включає обладнання і блоки пресування насіння, адсорбентної рафінації, гідратації і коагуляції, центрифугування і дезодорації, очищення і мікрофільтрації олії. Конструкції технічних засобів дозволяють компонувати окремі складові частини поблочно (модульно), враховуючи умови їх розміщення у мало контурних цехах. У технологічному процесі, за необхідності використовується ультразвуковий кавітатор для зниження кислотності олії. Наведені теоретичні та експериментальні дослідження впливу ультразвукового поля на процес очищення соняшnikової олії. Аналізуючи які можна зробити висновки про позитивний вплив даного фізичного поля. За рахунок якого спостерігається інтенсифікація процесу очистки і також покращення якості кінцевого продукту. Сформований за цим принципом комплекс забезпечує одержання екологічно чистої рослинної олії за безвідхідною технологією, що актуальна для фермерських господарств. Олія такої якості відноситься до категорії кошерних продуктів.*

**Ключові слова:** агровиробництво, олія рослинна, технологія, обладнання, ультразвукове поле, кавітатор, показники якості.

**Вступ.** На сьогодні в міні-цехах агровиробництва і фермерських господарств широко розповсюджена спрощена технологія отримання соняшnikової олії, що базується на простому і не дорогому обладнанні. Однак, ця технологія не включає в себе наступну очистку олії, яка відповідала би діючим стандартам

якості продукту щодо вмісту механічних домішок та канцерогенних речовин.

**Аналіз останніх досліджень та літературних джерел.** Лєвова частка всіх показників якості олії припадає на процес очищення. Отож чим краще очищена олія – тим вона якісніша, в певній мірі. Отриманні рослинні олії містять різні механічні домішки, супутні речовини, білкові, слизисті, ароматичні речовини, пігменти, можуть містити продукти розпаду жирів (вільні жирні кислоти і продукти їх окислення) та інші. Багато з них забезпечують специфічний запах, смак і колір олій. Використовувані для харчових цілей рослинні олії мають бути нейтральними. Тому актуальним є визначення оптимального режиму проведення технологічного процесу очистки соняшникової олії з використанням фізичних полів. З метою отримання скорочення часу очистки та зменшення енерговитрат при отриманні продукції вищої якості. У процесі вилучення олії утворюються умови, які сприяють переходу у нього супутніх речовин, визначаючих у подальшому вибір режимів, апаратури та схеми очистки олії в залежності від подальшого його використання. К таким речовинам відносяться фосфатиди, віск, вільні жирні кислоти, пігменти та інш. Ці речовини присутні в олії у невеликій кількості, але деякі з них істотно впливають на її якість та технологічні властивості [7,8]. Крім того аналіз інтернет ресурсу та літературних джерел, дозволив дійти висновку, що дана проблема досить актуальна, однак наукові пошуки відносно використання фізичних полів для очистки олій рослинного походження практично відсутні.

**Мета досліджень.** Для отримання високоякісних харчових олій їх необхідно максимально очистити від супутніх речовин, тобто механічних домішок, фосфатидів, восків, мильних речовин та гідрофобних фракцій. Цей процес можливо реалізувати за розробленою нами технологією на базі фізичних методів із допомогою спеціальних відцентрованих апаратів, керамічних мікрофільтрів, гідратаційного способу очистки фосфатидного концентрату із наступною бельтинг-фільтрацією одно-двохосновних ненасичених кислот [1-6].

**Результати експериментальних досліджень.** Технологічна модель доочистки соняшникової олії фізичними методами включає в себе використання ультразвукового поля з метою інтенсифікації процесу очистки. Відомо, що при збільшенні частот довжина хвилі ультразвуку наближається до величини, порівнянної з міжмолекулярними відстанями, що впливає на структуру та енергетику середовища, а отже змінює її фізико-механічні властивості. Ці зміни поширюються в просторі нерівномірно, тому що інтенсивність ультразвукових хвиль зменшується внаслідок поглинання в середовищі. Так виникає проблема неоднорідності оброблюваного ультразвуком матеріалу, що вирішується оптимальним розташуванням джерела ультразвуку відповідно до форми та розмірів робочого простору, а також вибором оптимального часу дії ультразвуку. Оптимізацію вібраційної обробки за допомогою ультразвуку можна науково обґрунтувати, якщо знати закон коливання в кожній крапці робочого простору. Такі завдання вирішуються методами математичної фізики на основі хвильового рівняння

$$\Delta^2 \Phi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

де  $c$  - швидкість розповсюдження хвилі

Для поперечних коливань завдання приводиться до інтегрування рівняння

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad (2)$$

Для поздовжніх коливань завдання приводиться до рішення рівняння (2) при умовах:

$$\begin{aligned} U(0, t) = 0, \quad \frac{\partial U(l, t)}{\partial x} &= \frac{A}{E} \sin \omega t; \\ U(x, 0) = 0, \quad \frac{\partial U(x, 0)}{\partial t} &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

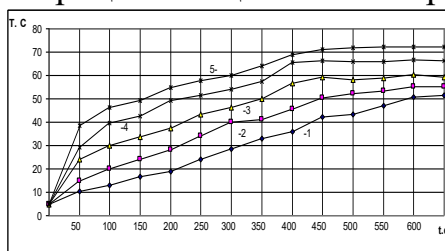
Отже, віссесиметрична задача поширення ультразвуку представляється функцією  $\phi(r, z, t) = G(r)H(z)I(t)$ , яка визначається рішенням рівнянь:

$$\phi(r, z, t) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n I_0(K_n r) \left( \sin \sqrt{\lambda_n^2 + K_n^2 z} \right) \sin K_n c t,$$

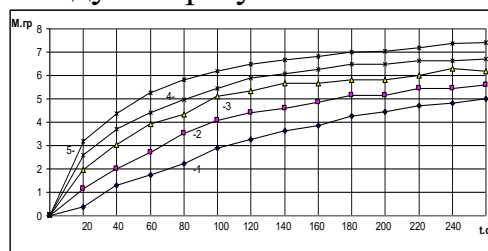
$$b_n = (-1)^{n-1} \frac{2\alpha\omega}{El\gamma_n},$$

$$\lambda_n = \sqrt{\frac{1}{l} \arcsin \frac{\sin \gamma_n l}{\omega^2 - \alpha^2 \gamma_n^2}}.$$
(4)

Рішення (4) містить модуль пружності вібратора та швидкість поширення хвиль пружності в його матеріалі, а також швидкість поширення ультразвуку в рослинній олії. Геометричні параметри  $h, l$  і  $R$  ємності з рослинною олією варто вибирати залежно від критерію оптимальності відповідно до вимоги технології обробки ультразвуком, у якій оптимальний час можна знаходити, використовуючи функцію  $\phi(r, z, t)$ . Існування оптимального часу обробки рослинного масла можна пояснити тим, що дія ультразвуку, викликає як коагуляцію дрібних твердих часток так і здрібнювання твердих часток. Завдяки тому, що здрібнювання та коагуляція протилежні за результатами їхньої дії, обробка ультразвуком зважених у соняшникової олії часток має оптимальний час дії. У результаті проведення експериментальних досліджень впливу ультразвуку на процес очищення олії отримали наступні результати:



**Рис.1.** Визначення часу нагріву олії при зміні частоти ультразвукових коливань опромінювача: **1** - 24 кГц, **2** – 50 кГц, **3** – 75 кГц, **4** – 115 кГц, **5** – 130 кГц.



**Рис.2.** Визначення кількості осаду при потужності опромінювача 1,3 кВт, та різній температурі олії: **1** – 20 °С, **2** – 30 °С, **3** – 40 °С, **4** – 50 °С, **5** – 60 °С.

Проаналізувавши експериментальні дані, можна зробити висновки, що досягнення максимального ефекту по видаленню зважених речовин відбувається при наступних технологічних

параметрах: потужність ультразвукових коливань 1,3 кВт, частота ультразвукових коливань 120 кГц, час обробки 450 секунд, температура олії 50 °С. Погрішність теоретичного та практичного експерименту не перебільшує 10 відсотків. В порівнянні зі звичайною фільтрацією, при обробці ультразвуковим полем видалення домішок збільшилось на 12%. Для реалізації технології одержання рослинної олії пропонується комплекс технічних засобів, який містить:

1. Блок пресування (серійного виготовлення).
2. Блок коагуляції і гідратації.
3. Блок центрифугування.
4. Блок вакуумного сушіння.
5. Блок суперочищення (мікрофільтрації).

Конструкції технічних засобів дозволяють компоувати окремі складові частини поблочно (модульно), враховуючи умови їх розміщення у малоконтурних цехах. При наявності обладнання для пресування (п.1), необхідно виготовити і впровадити у виробництво тільки устаткування по п. п. 2-5. Комплекс технічних засобів забезпечує пресування олійного насіння, очищення від механічних домішок центрифугуванням, видалення води під вакуумом, суперочищення (освітлення), коагуляцію й гідратацію олії. Призначений для одержання екологічно чистої олії з насіння соняшника. Технологічний процес виконується в такій послідовності. Олійне насіння підлягає пресуванню, потім неочищена олія подається на центрифугу для очищення від механічних домішок. Очищена олія потрапляє до вакуумної камери для видалення води і легкокиплячих фракцій, потім подається в блок суперочищення для мікрофільтрації і освітлення. В технологічному процесі, при необхідності використовується ультразвуковий кавітатор для зниження кислотності олії. Сформований за цим принципом комплекс забезпечує одержання екологічно чистої рослинної олії по безвідхідній технології і в умовах фермерських господарств. Технічна характеристика комплексу:

Номінальне виробництво, л/год – 150-450.

1. Залишковий вміст механічних домішок, не більш 0,005 % масових. Залишковий вміст води в олії – відсутня.

2. Споживча потужність, кВт – 9,5
3. Сировина – насіння соняшника.
4. Персонал – один оператор.

Ефективність методу одержання освітленої екологічно чистої рослинної олії при повному збереженні органолептичної якості і поживній цінності продукту. Такий ефект досягається застосуванням при виробництві олії тільки фізично-механічних процесів, без хімічної обробки. Технологія реалізується компактним малогабаритним технічним комплексом, виконаним по модульно-блочному типу, яким легко керувати. Він зручний та компактний. Сформована за таким принципом технологія і розроблене обладнання впроваджені в ТОВ “Прогрес” (с. Кремидівка, Одеської області). Отримано позитивні результати, 100 г рослинної олії в середньому містить: жирів – 99,9 г; холестерину – нуль г; вітамінів А – 27 мг., Е – 125 мг.; жирні кислоти – насичені – 11,1 г.; мононасичені – 59,3 г. Калорійність олії 3693 кДж (898 ккал), зберігає смак і аромат свіжевіджатої олії за своєю якістю відноситься до кошерних продуктів. Показники якості олії приведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Показники якості олії.

№ п/п	Найменування показників	Показники
1	Сорт	Дезодорована
2	Масова доля вологи та летючих речовин, %	0,1
3	Ступінь прозорості, фен.	25
4	Кислотне число, мгКОН/г	0,35
5	Перекисне число, мМоль/кг	5,0
6	Кольорове число, мг йоду	10

Показники якості олії з насіння соняшника відповідають діючому стандарту ДГСТ 1129-93 “Олія соняшника”.

**Висновки.** Сформована прогресивна технологія і створено комплекс технічних засобів для здійснення процесу отримання якісної рослинної олії з насіння соняшника. Ефективність запропонованої технології і технічного комплексу обладнання для її реалізації – отримання екологічно чистої олії при повному

збереженні органолептичної якості і поживної цінності продукту.

## ЛІТЕРАТУРА

- 1.Осадчук П.І., Вітковський Я. О. Основні процеси у виробництві рослинних олій. //Аграрний вісник причорномор'я, Технічні науки – Одеса, 2014 - № 74 – С.176-179
- 2.Ф. Велдкамп, С. Домина. Новые технологии фильтрации отбеленного масла /Масла и жиры, 2008. – №9. – с. 6–7; №10. – с. 28–30.
- 3.Осадчук П. І. Вивчення впливу ультразвукового та надвисокочастотного полів на процес очистки соняшникової олії. //Аграрний вісник причорномор'я, Технічні науки – Одеса, 2015 - № 78 – С.128-137
4. Киншаков, К.Д. Совершенствование технологии гидратации фосфолипидов подсолнечного масла / О.С. Восканян, А.Ю. Кривова, О.Н. Беляева //Хранение и переработка сельхозсырья.-2011.-№10.-С.11-13.
5. Киншаков, К.Д. Совершенствование технологии нейтрализации свободных жирных кислот подсолнечного масла /О.С. Восканян, А.Ю. Кривова, О.Н. Беляева // Хранение и переработка сельхозсырья.-2011.-№11.-С.20-22.
- 6.Осадчук П. І., Третяк О. О. Удосконалення технології очищення рослинних олій в умовах мініцехов агропромисловництва. //Аграрний вісник причорномор'я, Технічні науки – Одеса, 2016 - № 80 – С.167-170.
- 7.Осадчук П. І., Бондарчук Д. К. Використання ультразвуку з метою інтенсифікації процесу гідратації при очистці олій. //Аграрний вісник причорномор'я, Технічні науки – Одеса, 2017 - № 85 – С.194-197.
8. Osadchuk P. I. Introduction of magnetic hydrodynamic resonators when cleaning vegetable oils.. // Agrarian Bulletin of the Black Sea Region, Engineering - Odessa, 2017 - No. 85 - P. 96-100.
- 9.Технология производства растительных масел. В. М. Копейковский, С. И. Данильчук, Г. И. Гарбузова и др. под ред. В. М. Копейковского. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 416 с.

10.Жири и масла. Производство, состав и свойства, применение. /Р. О' Брайен: пер. с англ. 2-го изд. В. Д. Широкова, Д. А. Бабейкеной, Н. С. Селивановой, Н. В. Маглы – СПб: Профессия, 2007. – 752 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

Осадчук П. И, Перетяка С.М., Гриб В. В.

**Ключевые слова:** агропроизводство, масло растительное, технология, оборудование, ультразвуковое поле, кавитатор, показатели качества.

### Резюме

*Создан комплекс технических средств, включая оборудование и блоки прессования семян, адсорбентной рафинации, гидратации и коагуляции, центрифугирования и дезодорации, очистки и микрофльтрации масла. Конструкции технических средств позволяют компоновать отдельные составные части поблочно (модульно), учитывая условия их размещения в мало контурных цехах. В технологическом процессе, при необходимости используется ультразвуковой кавитатор для снижения кислотности масла. Приведены теоретические и экспериментальные исследования влияния ультразвукового поля на процесс очистки подсолнечного масла. Анализируя которые можно сделать выводы о положительном влиянии данного физического поля. За счет, которого наблюдается интенсификация процесса очистки и также улучшение качества конечного продукта. Сформированный по этому принципу комплекс обеспечивает получение экологически чистого растительного масла по безотходной технологии, что актуально для фермерских хозяйств. Масло такого качества относится к категории кошерных продуктов.*



## USE OF ULTRASOUND WAVES IN THE TECHNOLOGY OF CLEANING OF PLANT OIL

Osadchuk P.I., Peretiaka S. M., Gryb V.V.

**Key words:** agricultural production, vegetable oil, technology, equipment, ultrasonic field, cavitator, quality indices.

### Summary

*To obtain high-quality edible oils, these should be as much as possible cleaned from concomitant substances, mechanical impurities, phosphatides, waxes, soap and hydrophobic fractions. This process can be realized on the basis of physical methods developed by us with the help of special centrifugal devices, ceramic microfilters, hydration means for purifying phosphatidic concentrate with subsequent belting filtration of mono-dibasic unsaturated acids. A complex of technical means was developed, including equipment and blocks for pressing the seed, adsorbent refinement, hydration and coagulation, centrifugation and deodorization, cleaning and microfiltration of oils. Structures of technical means allow to compose separate components of a unit (modular), taking into account the conditions of their placement in small contour workshops. In the technological process, if necessary, an ultrasonic cavitator is used to reduce the acidity of the oil. The complex formed on this principle ensures the production of ecologically pure vegetable oil in the non-waste technology and in the conditions of the farms. Oil of this quality belongs to the category of casserole products. The technological process involves pressing the seeds, then feeding to a centrifuge for purification from mechanical impurities, for removing water and lightly flowing fractions into a vacuum chamber and microfiltration and lighting in the super-cleaner unit, an ultrasonic cavitator is used to reduce the acidity of the oil. The vegetable oil retains its organoleptic qualities and the nutritional value of the product. Such an effect is achieved by the use of only the production of oils, physical and mechanical processes, without chemical treatment. The technology is implemented by a compact small-scale technical complex, executed in a modular-block type, which is easy to control.*