

МЕТОД ЕКСТРАГУВАННЯ ОЛІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ВПЛИВУ ІМПУЛЬСНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

Михайлов І.В.

здобувач вищої освіти ступеня Магістр

Костенко О.М.

д.т.н., професор кафедри безпеки життєдіяльності, професор,

Дрожжана О.У.

старший викладач кафедри безпеки життєдіяльності

Полтавський державний аграрний університет

м.Полтава, Україна

Для отримання соняшникової олії, в промисловості, одним з основних способів є механічне пресування, що забезпечує високу якість одержуваного продукту. Для здійснення механічного пресування застосовуються шнекові преси. Однак при механічному пресуванні отримання олії відбувається не в повному обсязі (до 70-80 %), що вимагає проведення додаткового процесу екстрагування, при якому з використанням розчинника отримується до 95% олії. Але використання розчинника призводить до зниження якості одержуваної олії, пов'язаного з наявністю небажаних компонентів в кінцевому продукті та додатковими тепловими процесами регенерації розчинників [2].

В даний час особливу увагу в дослідженнях процесу екстрагування з розчинником направлено на використання екологічних, енергетично ефективних технологій, які базуються на використанні безпечних видів розчинників. Розробка «зелених технологій» екстрагування на сьогоднішній день є широко обговорюваної тематикою [3].

Основні принципи екстракції «зелених технологій»:

- використання альтернативних видів розчинників, що забезпечують безпеку та екологічність процесу;
- скорочення споживаної енергії в процесі екстракції, за рахунок використання енергозберігаючих та інноваційних технологій.

Недоліками звичайної техніки екстракції є тривалість процесу екстрагування, а також використання великої кількості розчинника.

Використання різних фізичних впливів дозволяє значно інтенсифікувати технологічні процеси, а іноді отримувати результати не досяжні при традиційній обробці. До традиційних фізичних методів обробки в технології олійно-жирового виробництва відносять подрібнення, пресування, перемішування, відстоювання, фільтрацію та теплову обробку.

Серед нетрадиційних можна назвати електрофізичні методи і акустичні методи обробки. До електрофізичних методів обробки відносять обробку надвисокочастотною (НВЧ) енергією, електричними розрядами, електричними імпульсами високої напруги [5]. До акустичних методів обробки відносять обробку з використанням ультразвукових і звукових коливань [4].

Розглянемо принципи обробки імпульсним електричним полем (ІЕП).

Обробка імпульсним електричним полем - це дбайлива, безтемпературна обробка харчового продукту, отримана в результаті енергоефективного, якісного технологічного процесу. Даний метод заснований на впливі імпульсного електричного поля на матеріал, розташований між двома пластинчастими електродами, що призводить до утворення пор на поверхні мембран клітин, що в свою чергу призводить до більш швидкого і легкого виведення внутрішньоклітинних компонентів з структури рослинного матеріалу.

Метод ІЕП був позначений як нетеплова, енергозберігаюча обробка харчових продуктів, що дозволяє отримувати екологічно чисті та якісні харчові продукти [5].

Під час процесу електропороутворення, має місце явище молекулярної орієнтації, де полярні молекули, орієнтуючись вздовж силових ліній електричного поля, переміщуються до межі мембрани. Електричний потенціал, створюваний на поверхні мембрани, розриває її, утворюючи пори. Даний ефект призводить до утворення тимчасових (оборотних) або постійних пор, супроводжуваних зміною електропровідності мембран (рис.1), що відбувається без теплового впливу на мембрану. Зміна величини електропровідності мембран, а також утворення пір, залежать від величини критичної сили електричного поля (1-2кВ/см), розмірів оброблюваної клітини (40-200 мкм) та її електричних властивостей. Вплив ІЕП може істотно збільшити величину масопереносу в процесах екстрагування рослинних матеріалів, так само, як і швидкість екстракції під час етапу десорбції та етапу дифузії [3,5].

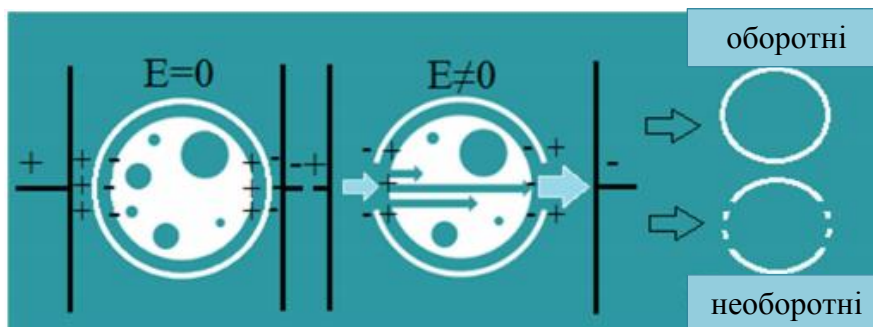


Рисунок 1 – Процес пороутворення мембран клітин

В якості моделей клітин можуть бути одношарові і багатшарові діелектричні оболонки [1], всередині і зовні яких знаходиться поляризована середа. В основному клітини представлені в якості двошарової моделі. Діелектрична проникність середовища поза клітиною являється оброблюваним середовищем. Оболонка клітини відповідає клітинній мембрані, а діелектрична область під нею - цитоплазмі. Електричний пробій оболонки служить однією з причин електропороутворення клітини. Тому

напруженість електричного поля і потенціал напруги на мембрані - важливі характеристики впливу імпульсного електричного поля на клітину.

Клітинна мембрана, може бути представлена як резистор, а клітинна цитоплазма як конденсатор. Коли електричне поле впливає на мембрану, заряджені частинки скупчуються на внутрішній і зовнішній стороні мембрани. Клітинна мембрана поляризується, і утворюється трансмембранний потенціал, значення якого становить приблизно 1 В [1].

Формування пор на поверхні мембрани після впливу ІЕП відбувається, коли перевищується певна порогова величина трансмембранного потенціалу в 1 В. Було встановлено, що критична напруженість поля сильно залежить від розміру клітини, а також орієнтації клітин в електричному полі. Зі зменшенням розміру клітини, необхідна величина сили електричного поля різко зростає, що призводить до значного збільшення значення напруженості E .

Величина напруженості поля визначається з урахуванням застосовуваної напруги U і відстанню між електродами d та може бути виражена рівнянням [1]:

$$E = \frac{U}{d}. \quad (1)$$

Підвищення напруженості електричного поля призводить до подальшого зростання ефективності обробки, але обмежена діелектричної постійної оброблюваного продукту в діапазоні від 60 до 80кВ/см. Подальше збільшення значення напруженості може викликати електричну дугу з протіканням струму в вузькому каналі, створюючи небажані електрохімічні реакції, утворення бульбашок і ерозії електродів. Це може бути припинено за рахунок оптимізації розподілу електричного поля в камері, зміни геометрії вузла обробки, а також проведення обробки шляхом дегазації або під вакуумом для запобігання утворення бульбашок [1].

Енергія імпульсу для всіх видів форм сигналів, заснована на показниках напруги поля і сили струму, визначається рівнянням:

$$W_{\text{ім}} = \int U(t) \cdot I(t) \cdot dt. \quad (2)$$

Величина енергії одного одиночного прямокутного імпульсу $W_{\text{ім}}$ може бути визначена рівнянням:

$$W_{\text{ім}} = U \cdot I \cdot t, \quad (3)$$

де U - напруга імпульсу, В;

I – стум, що проходить крізь оброблюване середовище, А;

t – тривалість імпульсу, с.

Рівняння (2) може бути використано як для експоненціального характеру сигналу, так і для прямокутних імпульсів.

Грунтуючись на кількості оброблюваних імпульсів, спрямованих на продукт, можна розрахувати повну затрачену енергію обробки ІЕП. Для *тривалої обробки число імпульсів залежить від частоти імпульсів, які подаються, і маси оброблюваного матеріалу, а енергія може бути виражена рівнянням:

$$W_{\text{ІЕП}} = \frac{W_{\text{ім}} \cdot f \cdot 3,6}{m}, \quad (4)$$

де m - маса завантаження, кг;

f – частота проходження імпульсів, Гц.

Метод обробки імпульсним електричним полем, переваги якого полягають в нетепловій і енергоефективній обробці сировини високовольтними імпульсами короткої тривалості і можливості руйнування цілісності поверхні мембран рослинних клітин, не знайшов широкого поширення в обробці олійних матеріалів, внаслідок недостатньо вивчених механізмів переносу маси, енергетичних розрахунків і електричних параметрів оброблюваного середовища.

Отже, для ефективного вилучення олії необхідна розробка вузла безперервної обробки з урахуванням електричних і діелектричних характеристик матеріалу і речовин, що протікають по ньому (розчинник з олійним матеріалом) при обліку даних по оптимізації режимів обробки, отриманих на основі аналітичних і експериментальних досліджень.

Список використаних джерел

1. Бойко Н.И., Бондина Н.Н., Михайлов В.М. Моделирование воздействия электрического поля на объекты, имеющие многослойную структуру. *Электронное моделирование*. 2002. Т. 24. № 1. С. 70–82.
2. Осейко М. І. Технологія рослинних олій: підручник. Київ: Варта, 2006. 280 с.
3. Ресурсоефективне та чисте виробництво (підручник) http://www.recpc.kpi.ua/images/eap_green/printed_materials/RECP-Study-Book-2017.pdf
4. Черненко В. С., Кіндрачук М. В., Дудка О. І. Променеві методи обробки: навч. посібник. Київ: Кондор, 2004. 166 с.
5. Шорсткий И.А., Кошевой Е.П. Экстракция с наложением импульсного электрического поля. *Известия вузов. Пищевая технология*. №4, 2015, С.40-42.