

УДК 615.012.014

Є.М. Семенишин, В.І. Троцький, І.М. Петрушка, В.І. Федорчук-Мороз*
 Національний університет “Львівська політехніка”,
 кафедра хімічної інженерії та промислової екології,
 *Волинський державний університет ім. Лесі Українки

КІНЕТИКА ВИЛУЧЕННЯ ПЕКТИНІВ І ПОЛІСАХАРИДІВ З БУРЯКОВОГО ЖОМУ

© Семенишин Є.М., Троцький В.І., Петрушка І.М., Федорчук-Мороз В.І., 2002

Наведені результати досліджень екстракційного вилучення пектинів і полісахаридів з бурякового жому. Встановлено вплив температури екстрагування та попередньої термічної обробки сировини.

The results of investigation of extraction process of pectin and poly-sugars from raw beets are given. The influence of extraction process temperature and preliminary thermal processing of raw materials was established.

Виробництво ферментних препаратів у мікробіологічній промисловості характеризується широким спектром препаратів. Належне місце займають пектинові речовини, які належать до класу полісахаридів.

Характерною особливістю вилучення цільових продуктів з такої сировини є їх порівняно низький вміст (10 – 20 %) і велика тривалість процесу – до 40 годин. Процеси екстрагування з такої сировини з погляду механізму і кінетики вилучення компонентів є досить складним, оскільки містять як внутрішню, так і зовнішню дифузію. Внутрішня дифузія є найбільш повільною (лімітуючою) стадією процесу, тому розрахунок процесів екстрагування пов'язаний з труднощами визначення коефіцієнтів стислої дифузії. Знання коефіцієнтів стислої дифузії необхідне для розрахунку кінетики процесу.

В роботі наведена методика експериментального визначення коефіцієнтів на основі математичної моделі, яка базується на механізмі вилучення.

Аналіз частинок бурякового жому показав, що сировина характеризується ізотропною структурою і за формою наближається до пластин.

Для опису кінетики екстрагування цільових компонентів використовуємо рівняння вигляду

$$\frac{C_0 - \overline{C}_2}{C_0 - C_m} = \frac{1}{1 + \beta} - \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{2}{\mu_n^2 + \beta(1 + \beta)} e^{-\mu_n^2 \tau}, \quad (1)$$

де C_0 – початкова концентрація речовини в порох; \overline{C}_2 – концентрація речовини в порох, яка відповідає часу τ ; C_m – початкова концентрація розчинника; β – константа, яка залежить від співвідношення твердої і рідкої фаз; μ – корені характеристичного рівняння $\text{tg} \mu = -\frac{\mu}{\beta}$;

$\tau = \frac{D_m \cdot t}{R^2}$; D_m – коефіцієнт стислої дифузії; t – час екстрагування;

R – половина товщини пластини.

Оскільки співвідношення між твердою і рідкою фазами є досить малим, то можна прийняти $\beta \ll 1$ і тоді рівняння (1) зводиться до вигляду:

$$1 - \frac{C_1}{C_n} = \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{8}{\pi^2} e^{-\frac{\pi^2 D_m t}{4 R^2}} \quad (2)$$

де C_1 – концентрація компонента в розчині, яка відповідає часу t ;

C_n – концентрація розчину в умовах повного вилучення компонента з пористої структури об'єкта.

При великих значеннях критерію Біо ($Bi = \frac{D_M \cdot t}{R^2}$) можна обмежитись першим членом розкладу і тоді після логарифмування одержимо

$$\lg\left(1 - \frac{C_1}{C_n}\right) = \lg \frac{8}{\pi^2} - 0,434 \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{D_M \cdot t}{R^2}. \quad (3)$$

Згідно з рівнянням (3) між величинами $\lg\left(1 - \frac{C_1}{C_n}\right)$ і часом t повинна існувати лінійна залежність, яка дасть можливість визначити коефіцієнт стислої дифузії за тангенсом кута нахилу прямої.

Перевірка адекватності даної математичної моделі вимагає проведення експериментальних досліджень кінетики процесу.

Методика експерименту полягає у такому. В апарат з мішалкою заливалась вода в кількості 1 л, яка нагрівалась до відповідної температури, після чого завантажувались частинки сухого жому в кількості 100 гр. Суміш перемішувалась при $n=150$ об/хв. Протягом повних інтервалів часу відбирались проби, які аналізувались на вміст цільових компонентів ваговим методом. Експерименти проводились при постійних температурах – 20, 40 і 60°C.

Кінетичні залежності $C_1 = f(t)$ зображені на рис. 1 і $\lg\left(1 - \frac{C_1}{C_n}\right) = f(t)$ – на рис. 2

залежно від температури.

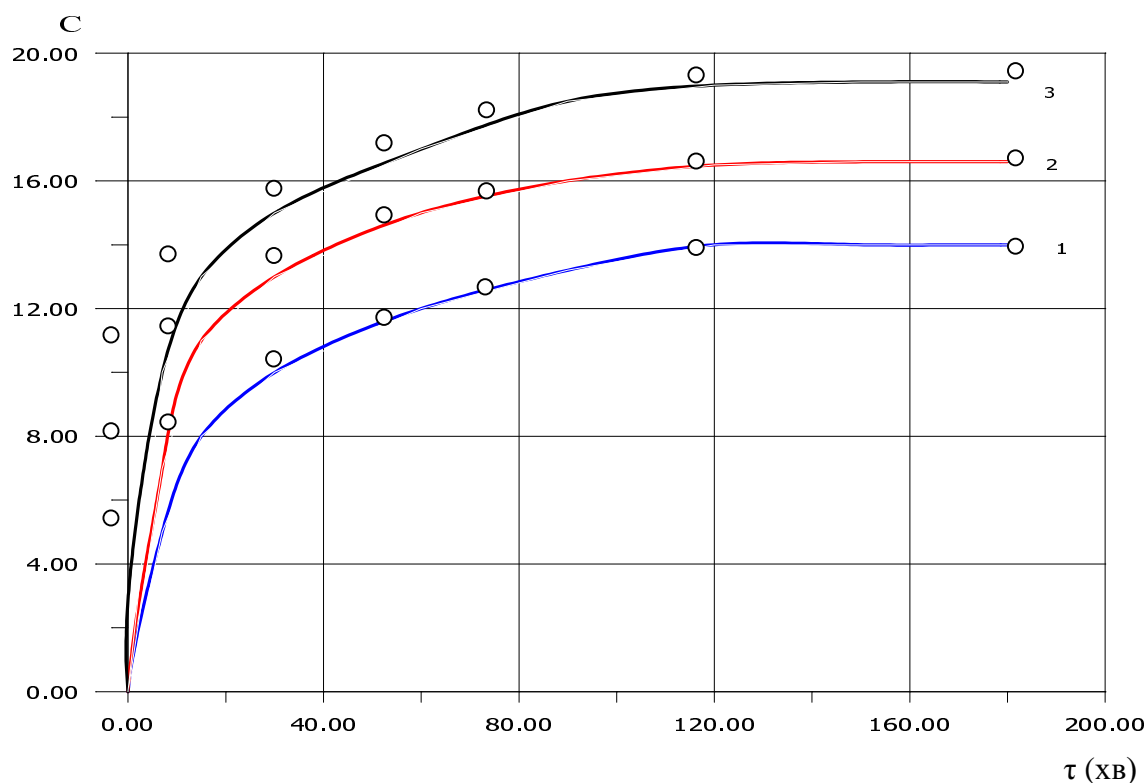


Рис.1. Кінетичні криві екстракції бурякового жому:
1 – при температурі 20°C, 2 – 40°C, 3 – 60°C

Як видно з рис. 2, дану залежність можна вважати прямою, якщо нехтувати відхиленням від прямолінійності в початковий період, а це дає можливість визначити коефіцієнт стислої дифузії за тангенсом кута нахилу цих прямих.

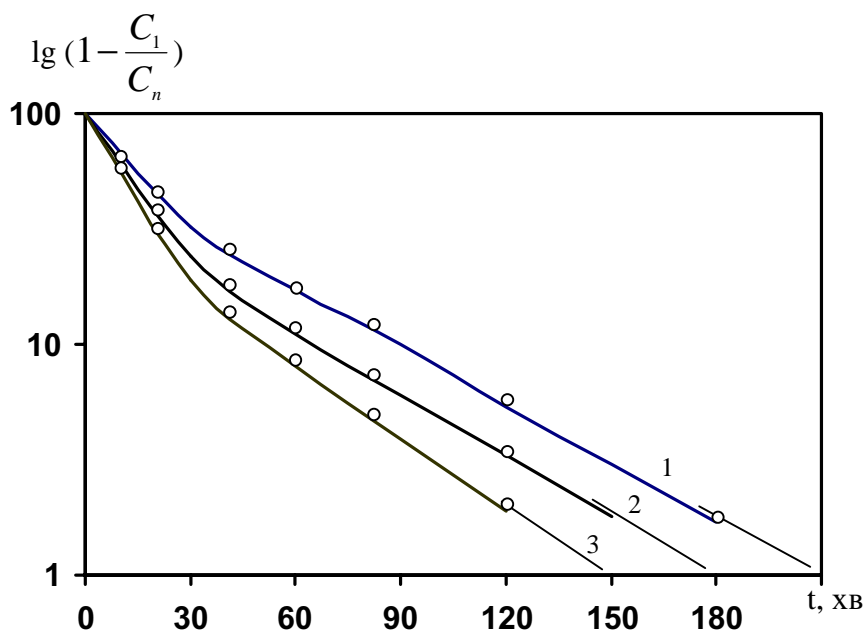


Рис. 2. Криві залежності $\lg\left(1 - \frac{C_1}{C_n}\right) = f(t)$ при температурах: 1 – 20°C, 2 – 40°C, 3 – 60°C

Одержані значення коефіцієнтів дифузії для температур 20, 40 і 60°C становити, відповідно: $D_{20} = 0,12 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$, $D_{40} = 0,14 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$, $D_{60} = 0,168 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$.

Визначені коефіцієнти стислої дифузії вказують на певне зростання з підвищенням температури.

Отже, використання математичної моделі дає можливість прогнозувати кінетику процесу в умовах виробництва, а методика визначення коефіцієнтів дифузії експериментальним шляхом може бути використана для інших об'єктів, які характеризуються пористою ізотропною структурою для аналогічних цільових компонентів, які містяться в ній.

Поряд з визначенням коефіцієнтів дифузії вивчався вплив попередньої термічної обробки досліджуваної сировини на кінетику процесу. Термічна обробка може спричинити деякі зміни структури пористого матеріалу, яка сприятиме більш ефективному екстрагуванню цільових компонентів.

Методика експерименту полягала у такому. Відповідна кількість досліджуваного об'єкта попередньо нагрівалась до 150 °C при якій витримувалась 4 години. Потім матеріал завантажували в екстрактор, в якому досліджувалась кінетика вилучення цільових компонентів при температурі 20°C.

Аналогічні експерименти проводились із зволженим матеріалом і наступною термічною обробкою.

На рис.3 зображені кінетичні криві, які дають підстави вважати, що попередня термічна обробка матеріалу сприяє більш інтенсивному екстрагуванню. Разом з тим попереднє зволоження теж підвищує ступінь вилучення цільових компонентів (рис.3, крива 2 і 3)

Що стосується впливу тривалості термічної обробки на ступінь вилучення і швидкість екстрагування, то як показали результати експериментальних досліджень (рис. 4) тривалість термічної обробки також позитивно впливає на вищевказані параметри.

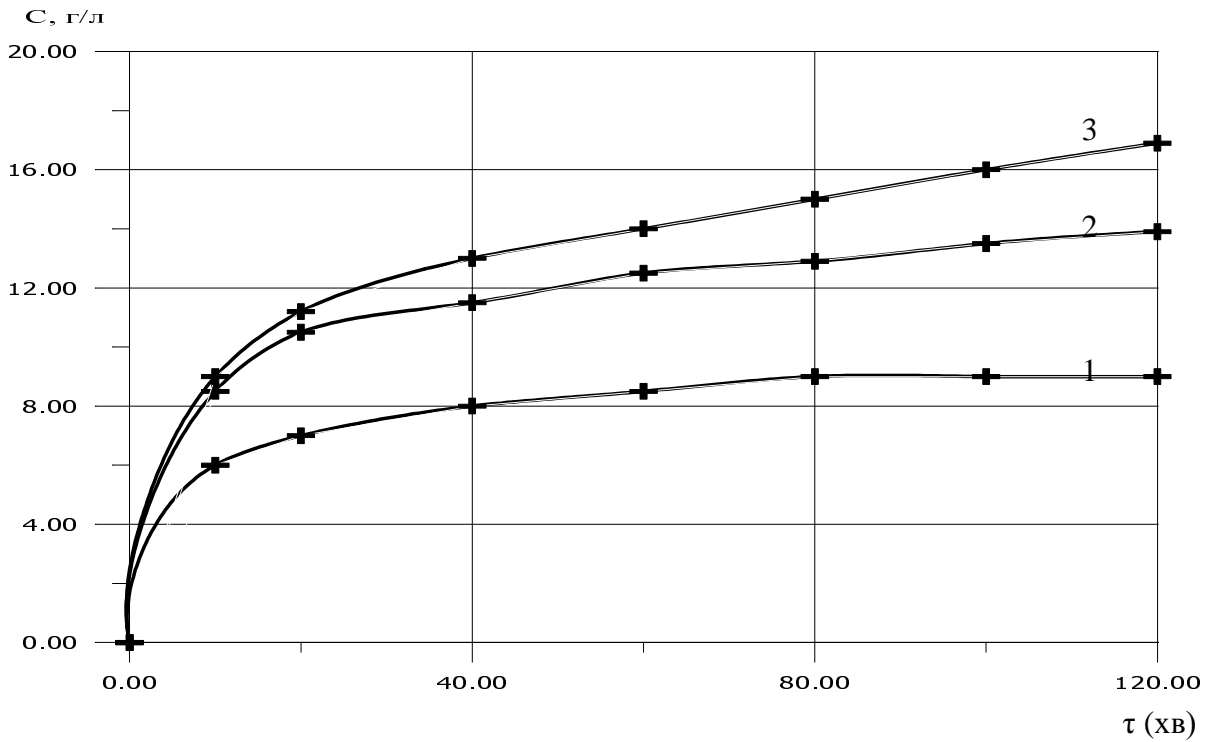


Рис. 3. Вплив попередньої термічної обробки на кінетику екстрагування: 1 – без термічної обробки; 2 – термічна обробка сухого жому; 3 – термічна обробка зволоженого жому

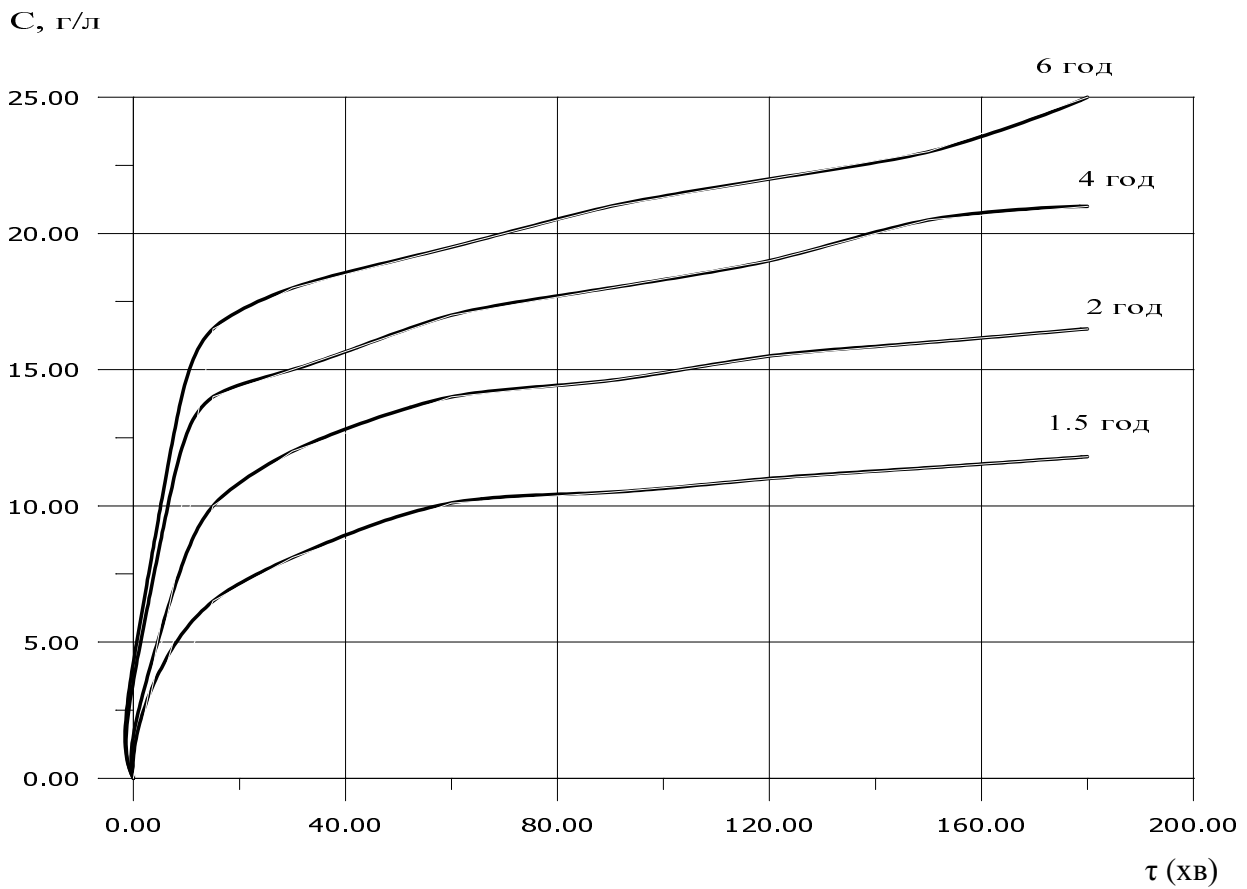


Рис. 4. Вплив часу витримки при термічній обробці на кінетику екстрагування

Отже, з метою інтенсифікації екстрагування цільових компонентів з жому буряка необхідно провести заходи по попередній термічній обробці зволоженого матеріалу з відповідним збільшенням тривалості термічної обробки.

УДК 628.511

А.І. Дубинін, В.В. Майструк, А.Д. Марков
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра хімічної інженерії

АНАЛІЗ РОБОТИ ВІДЦЕНТРОВОГО ПИЛОВЛОВЛЮВАЧА З ПОПЕРЕЧНО-ПОТОЧНОЮ ЗОНОЮ РОЗДІЛЕННЯ, ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ

© Дубинін А.І., Майструк В.В., Марков А.Д., 2002

Досліджено аеродинамічні, гідравлічні характеристики і ефективність роботи відцентрового пиловловлювача. Запропоновано більш досконалу конструкцію даного апарата.

The effectiveness of work the hydraulic the aerodynamic resistance of centrifugal apparatus is investigated. Modernize design of this apparatus is proposed.

В [1] розглянуто будову і принцип роботи відцентрового пиловловлювача з поперечно-поточною зоною розділення.

Для більш детального вивчення даного пиловловлювача були проведені дослідження:

- гідравлічного опору;
- ефективності очищення;
- аеродинаміки апарата.

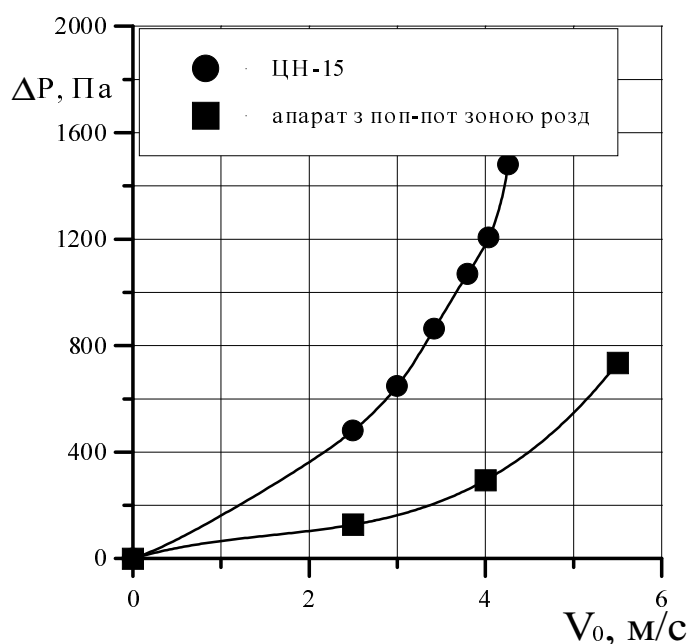


Рис. 1. Залежність гідравлічного опору від фіктивної швидкості