

**III. ПЕРЕРОБНІ ТА ХАРЧОВІ ВИРОБНИЦТВА**

Мисюра Т. Г.

Зав'ялов В. Л.

Бодров В. С.

Попова Н. В.

*Національний
університет
харчових
технологій***УДК 621.1.013****ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИЧНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСУ
ВІБРОЕКСТРАГУВАННЯ В
СИСТЕМІ РОСЛИННА
СИРОВИНА - ЕКСТРАГЕНТ**

Приведена методика и результаты относительно определения равновесных концентраций в системе "растительное сырье - экстрагент" и предложено уравнения линий равновесных концентраций экстрактивных веществ для выбранных групп огородини и лекарственных растений.

Ключевые слова: виброэкстрагирование, математическая модель, кинетика, гидродинамика, массообмен, виброэкстрактор.

A method and results is resulted in relation to determination of balance concentrations in the system a "digister is an extractant" and equalizations of lines of balance concentrations of extractive matters are offered for the chosen groups of ogorodiny and medical plants.

Keywords: vibroextracting, mathematical model, kinetics, hydrodynamics, mass-transfer, vibroextractor.

Одним із кінцевих результатів фізичного та математичного моделювання, зокрема процесу екстрагування в системі "тверде тіло – рідина" в робочих об'ємах колонних віброекстракторів безперервної дії (з транспортувально-сепарувальними контактними пристроями – тарілками), є визначення кількості реальних контактних пристроїв по висоті апарата.

В основу відомих методик їх визначення покладено закон зміни концентрації екстрактивних речовин у стані термодинамічної рівноваги системи "тверде тіло – рідина" за координатою реальної поточної концентрації екстрактивних речовин однієї з фаз – тобто так звану криву рівноваги та її рівняння, [1].

Метою роботи було дослідження та експериментальне визначення рівноважних

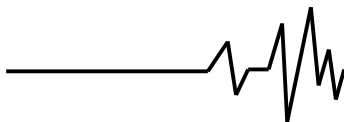
концентрацій екстрактивних речовин в системі "рослинна сировина – екстрагент".

Всю досліджувану рослинну сировину було умовно поділено на дві групи, [2]:

- огородини: морква, цибуля, часник, кріп, петрушка, буряк столовий, буряк цукровий, гірчиця столова;

- лікарська сировина: березові бруньки, хмелю шишки, липи суцвіття, чай листовий чорний, м'яти перцевої листя, кропиви листя, евкаліпту листя, зубрівки трава, грициків трава.

Екстрагентом використано технологічну воду з фільтра механічної очистки, яка відповідає вимогам до питної води. Досліджені органолептичні властивості води узагальнено в таблиці 1.



Таблиця 1.
Органолептичні показники води

Показник	Норма
Зовнішній вигляд	Прозора, безбарвна рідина
Запах при 20 °С, бали	2
Запах при нагріванні до 60 °С, бали	2
Смак і присмак при 20 °С, бали	2
pH	7,5
Загальна лужність, мг CaCO_3 / дм ³	1,9

З метою отримання рівноважних концентрацій систем "подрібнена рослинна сировина – екстрагент" була проведена серія експериментів за наступною методикою, що складалася з двох етапів:

1. Отримання модельних зразків твердої фази із різним вмістом екстрактивних речовин;
2. Основний процес екстрагування для визначення рівноважних концентрацій у твердій та рідкій фазах.

Для виконання мети першого етапу експериментів в підготовлені колби вносили наважки рослинної сировини масою $m = 5\text{г}$, заливали нагрітим до запланованої температури $t = 80^\circ\text{C}$ екстрагентом з фіксованим гідромодулем $\Gamma = 20$ та розміщували на вібростенді, який мав фіксовану частоту коливань $n = 3\text{Гц}$. Екстрагування тривало певний час, а саме, для кожної колби цей час був різним: $\tau_1 = 5\text{хв}$, $\tau_2 = 10\text{хв}$, $\tau_3 = 15\text{хв}$, $\tau_4 = 20\text{хв}$ і т.д. По закінченню запланованої для кожної колби тривалості екстрагування її знімали із вібростенда, негайно фільтрували суміш та відпресовували тверду фазу (тиск складав $\sim 2000\text{Па}$). Визначали маси твердої фази і екстракту, об'єми твердої фази і екстракту, вміст екстрактивних речовин в екстракті. За складеними рівняннями матеріального балансу визначали залишковий вміст екстрактивної речовини в твердій фазі. Таке дозволило отримати модельні зразки твердої фази із різним (залишковим) вмістом екстрактивних речовин, – як вихідні (базові) для виконання другого етапу експериментів.

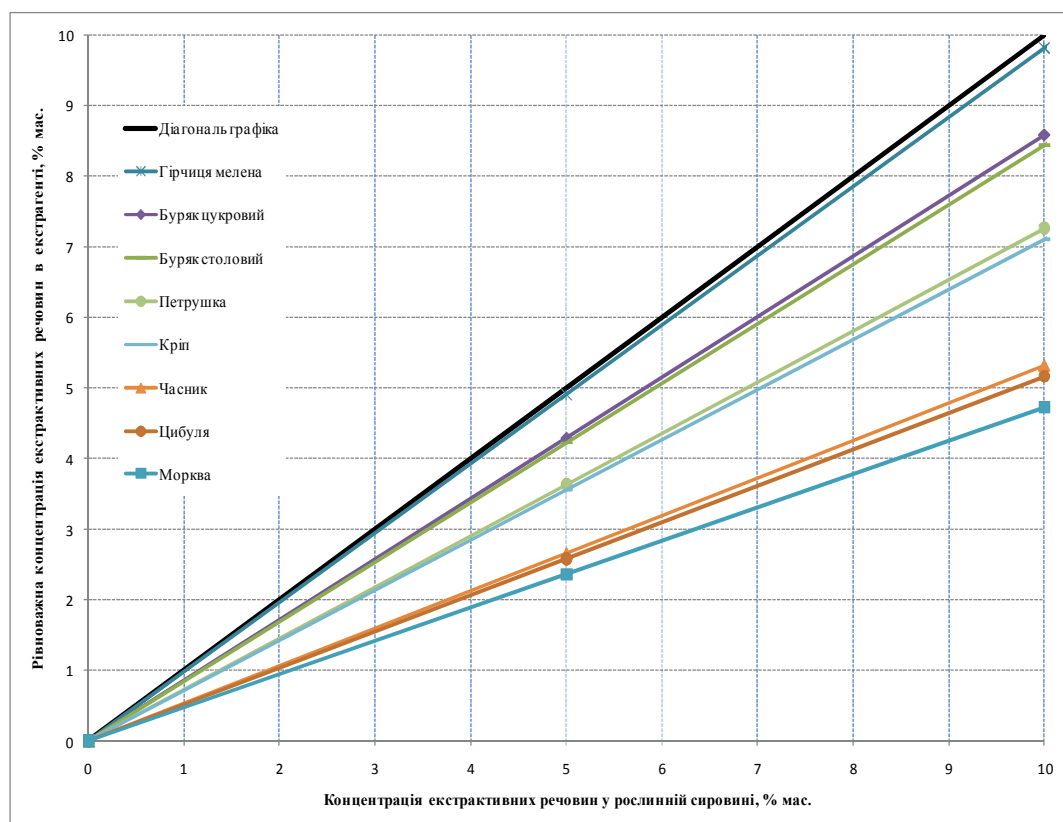


Рис. 1. Лінії рівноважних концентрацій в системі "рослинна сировина першої групи – екстрагент"



При проведенні другого етапу експериментів отримані базові зразки твердої фази піддавали безперервному екстрагуванню (за однаковими умовами першого етапу експерименту) з поточним у часі та з однаковим часовим інтервалом визначень (на рефрактометрі) концентрації екстрактивних речовин у рідкій фазі, – до набуття відповідних систем "тверде тіло – рідина" стану термодинамічної рівноваги, тобто до набуття незмінної у часі поточної концентрації екстрактивних речовин у рідкій фазі протягом двох – трьох останніх її вимірювань.

За отриманими даними було побудовано лінії рівноважних концентрацій в системі "рослинна сировина – екстрагент", (рис.1, 2).

Розміщення ліній рівноважних концентрацій досліджених зразків нижче від діагоналі графіків пояснюється структурною відмінністю рослинних сировин і вказує на те, що навіть в умовах, наближених до ідеальних,

в проекстрованій сировині має місце залишковий вміст екстрактивних речовин.

Після апроксимації дослідних даних нами отримано в узагальненому виді рівняння, за яким можна визначити рівноважні концентрації екстрактивних речовин в екстракті в залежності від вмісту екстрактивних речовин у дослідженій рослинній сировині:

$$C_p^* = k \cdot C_{ms}, \quad (1)$$

де C_p^* – рівноважна концентрація екстрактивних речовин в екстракті, %мас; C_{ms} – поточна концентрація екстрактивних речовин у рослинній сировині, %мас; k – константа фазової рівноваги (тангенс кута нахилу лінії рівноважної концентрації екстрактивних речовин в екстракті). Його значення наведено в табл.2, 3.

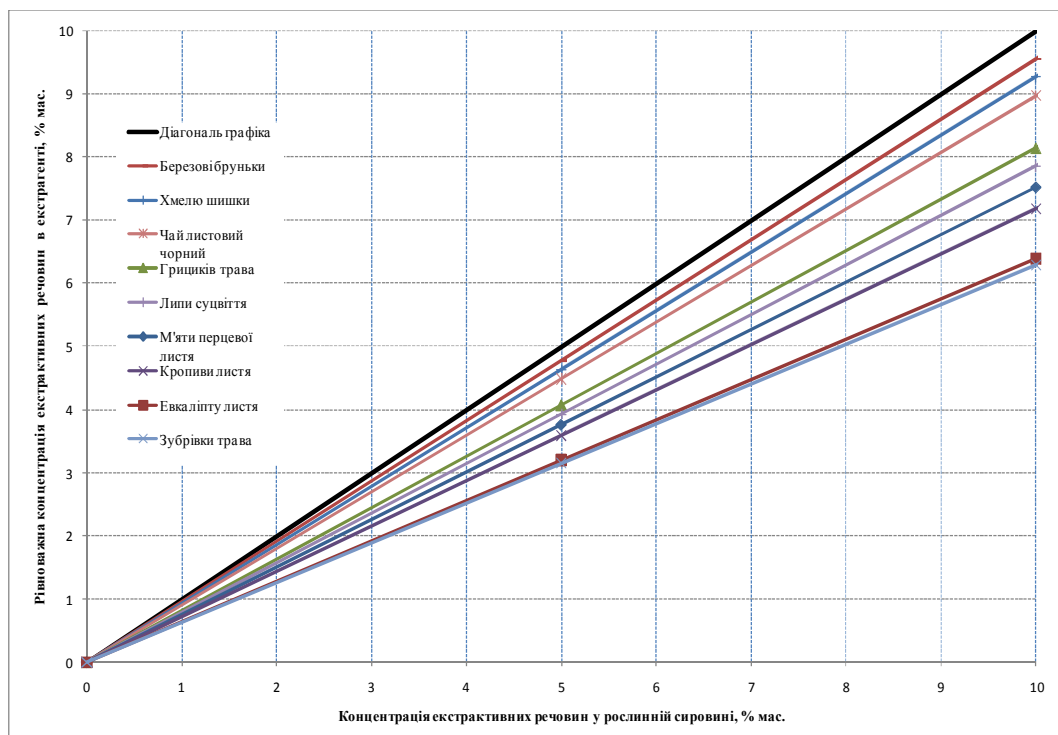


Рис. 2. Лінії рівноважних концентрацій в системі "рослинна сировина другої групи – екстрагент"



Таблиця 2.
Зведена таблиця коефіцієнтів k рівнянь ліній рівноважних концентрацій для рослинної сировини першої групи

Рослинна сировина	Коефіцієнт рівняння, k
Морква	0,4728
Цибуля	0,5164
Часник	0,5321
Кріп	0,7111
Петрушка	0,7265
Буряк столовий	0,8441
Буряк цукровий	0,8585
Гірчиця мелена	0,9822

Таблиця 3.
Зведена таблиця коефіцієнтів k рівнянь ліній рівноважних концентрацій для рослинної сировини другої групи

Рослинна сировина	Коефіцієнт рівняння, k
Зубрівки трава	0,6289
Евкалипту листя	0,6385
Кропиви листя	0,7178
М'яти перцевої листя	0,7519
Липи суцвіття	0,7854
Грициків трава	0,8139
Чай листовий чорний	0,8965
Хмелю шишки	0,9264
Березові бруньки	0,9551

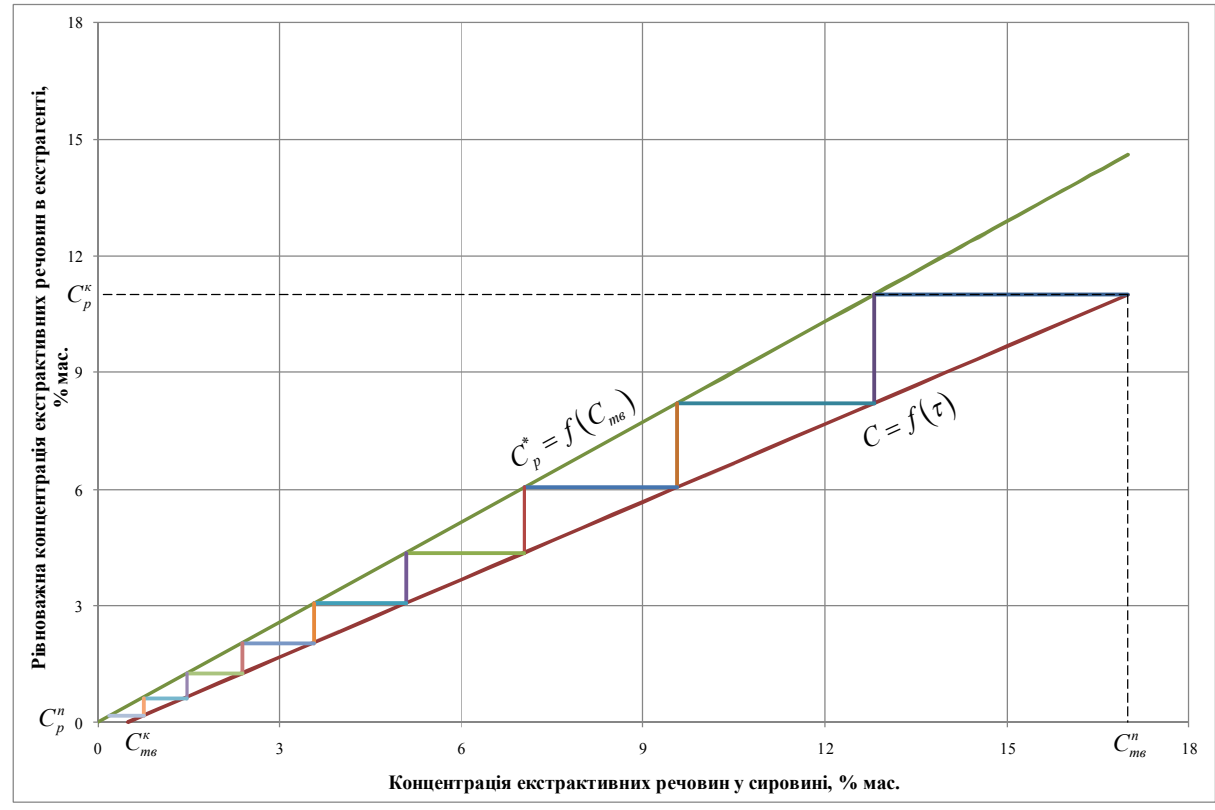


Рис. 3. До визначення теоретичних ступенів концентрування екстрактивних речовин в процесі їх екстрагування в системі "цукровий буряк – вода"

Рівняння рівноважних концентрацій за відомою методикою [3] було використано для визначення числа теоретичних ступенів концентрування екстрактивних речовин в процесі екстрагування із рослинної сировини.

Як приклад, розглянемо процес екстрагування із буряка цукрового і кропиви листя.

Рівняння робочої лінії для процесу екстрагування в системі "тверде тіло – рідина" має наступний вигляд, [3]:

$$G \cdot (C_{мв}^n - C_{мв}^к) = L \cdot (C_p^к - C_p^n), \quad (2)$$



де G, L – відповідно витрати твердої і рідкої фаз, що надходять в апарат, $кг/с$; C_{me}^n, C_{me}^k – відповідно початковий і кінцевий вміст екстрактивних речовин у твердій фазі, $кг/кг$; C_p^n, C_p^k – відповідно початковий і кінцевий вміст екстрактивних речовин у рідкій фазі, $кг/кг$.

Визначення теоретичних ступенів концентрування екстрактивних речовин в процесі їх екстрагування в системі "буряк цукровий – вода" і "кропиви листя" – вода зображено відповідно на рис.3 і на рис.4.

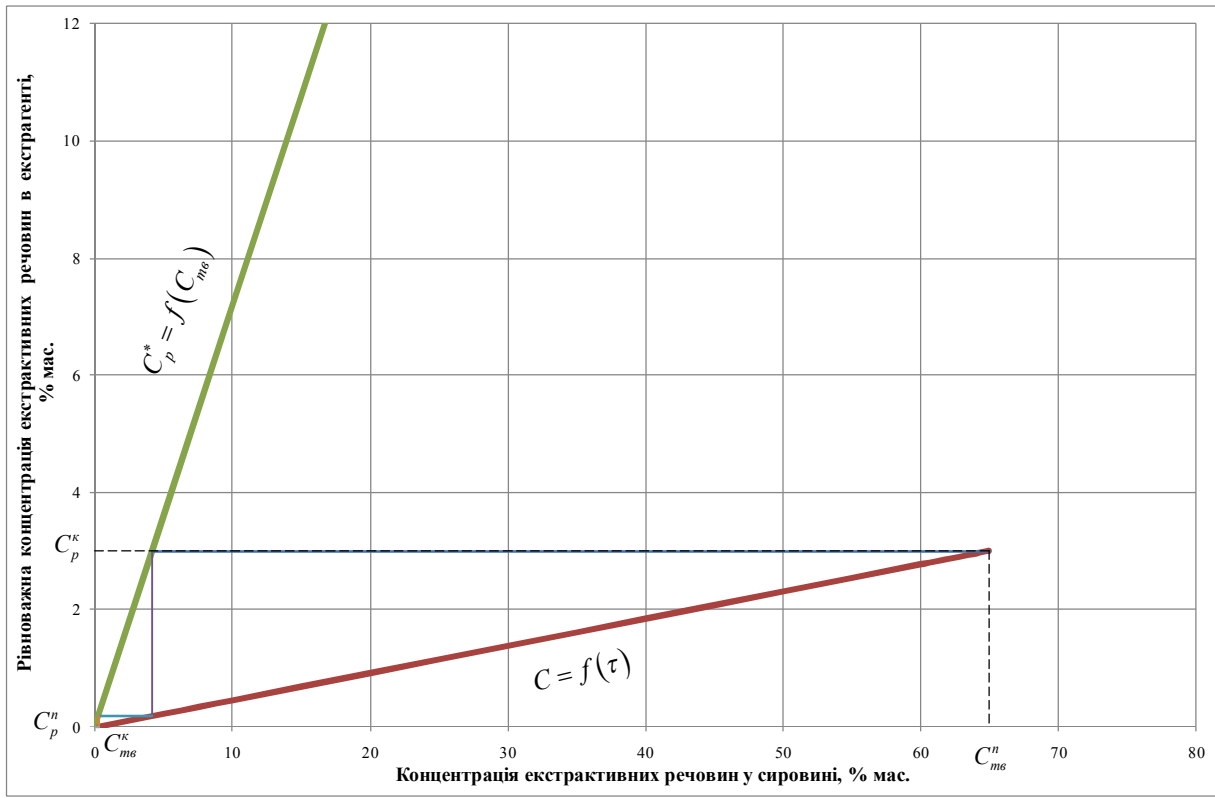


Рис. 4. До визначення теоретичних ступенів концентрування екстрактивних речовин в процесі екстрагування в системі "кропиви листя – вода"

Таким чином, отримані експериментальні дані та їх математичні описи можуть бути використані, зокрема, при математичному моделюванні процесу екстрагування у колонних віброекстракторах безперервної дії.

Література

1. Аксельруд Г.А. Экстрагирование (система твердое тело - жидкость) - Л.: Химия, 1974. - 256 с.

2. Универсальная энциклопедия лекарственных растений / Сост. И. Путырский, В. Прохоров. – Мн.: Книжный Дом; М.: Махаон, 2000. – 656 с.

3. Аношин И.М. Теоретические основы массообменных процессов пищевых производств – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 342 с.