

УДК 664.34.061.34

КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ МАСОПЕРЕНОСУ.

П. І. Осадчук канд. тех. наук

Одеський державний аграрний університет

Наведено методи експериментального визначення кінетичних закономірностей масообмінних процесів при екстрагуванні зерна амаранта.

Ключові слова: молекулярна дифузія, конвективна дифузія, масовіддача, масоперенос, екстрагент.

Вступ. В світі існує багато рослин які насичені олією. Але далеко не всі рослини є масовою сировиною для отримання рослинних олій. Хоча якість цих олій є дуже високою з різноманітних точок зору у тому числі для здоров'я людини. До таких рослинних олій відноситься олія амаранту.

Проблема. Вивчення кінетики процесу масопереносу при екстрагуванні нетрадиційних рослинних олій має досить велике значення. Завдяки тому, що де які з цих олій дуже корисні. При цьому як правило стандартні режими отримання готового продукту з подібного роду сировини відсутні. Що приводить при проведенні даних технологічних процесів до великих втрат, як енергетичних так і самого продукту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналізуючи літературні джерела, прийшли к висновку, що досить часто зустрічаються наукові публікації у даному напрямку, але чіткої методики дослідження масопереносу при взаємодії «тверда фаза – рідина» знайдено не було.

Мета досліджень: Вивчення кінетики масопереносу при екстрагуванні нетрадиційної рослинної сировини.

Результати досліджень. Перенос речовини внаслідок неоднорідності поля концентрацій - масообмін може здійснюватися двома способами: молекулярною та конвективною дифузією. Молекулярна дифузія являє собою перенос речовини в полі неоднорідних концентрацій, внаслідок хаотичного (теплого) руху дрібних часток речовини (атомів, молекул, іонів і т.д.). Конвективна дифузія - перенос речовини у вигляді окремих невеликих обсягів його розчину. Основним дифузійним законом є закон Фіка, що встановлює зв'язок між щільністю дифузійного потоку j і градієнтом концентрацій $\frac{dc}{dn}$ на виділеній у просторі поверхні d :

$$\vec{j} = -D\left(\frac{dc}{dn}\right), \quad (1)$$

де D – коефіцієнт пропорційності, який називають коефіцієнтом дифузії, m^2/c ; c - концентрація, % мас; n - напрямок, нормальне до елемента поверхні. Варто відразу ж звернути увагу на те, що закон Фіка характеризує лише

перенос через виділену в тілі або на його поверхні площадку, але не перенос речовини в обсязі цього тіла. Знак “мінус” у правій частині рівняння (1) показує, що вектор щільності дифузійного потоку й вектор градієнта концентрацій спрямовані в протилежні сторони. Молекулярний коефіцієнт дифузії залежить від структури твердого тіла, температури й концентрації розчинних речовин, але не залежить від гідродинамічних умов на поверхні твердих часток, конструкції апарата і його окремих елементів. У випадку нестационарної дифузії, а саме вона має місце у всіх випадках екстрагування із твердих тіл, поле концентрацій безупинно міняється й міняється градієнт концентрацій у кожній крапці тіла. Рівняння (1) не може служити для розрахунку кількості речовини, що проходить за певний проміжок часу через обрану в тілі або на поверхні тіла площадку, тому що поле концентрацій і відповідно градієнт концентрацій у кожній крапці тіла змінюються, а закон Фіка не дає відповіді на те, яким є градієнт концентрацій у кожний момент часу. Щільність дифузійного потоку j від поверхні твердого тіла до рідини виражається звичайно рівнянням, аналогічним рівнянню Ньютона - Рихмана

$$\text{для тепловіддачі: } j = \beta(c_n - c_1), \quad (2)$$

де β - коефіцієнт масовіддачі, м/с; c_n - концентрація на поверхні твердого тіла, % мас.; c_1 - концентрація екстрагенту, % мас.

Інтенсивність масовіддачі характеризується коефіцієнтом масовіддачі, що на відміну від коефіцієнта дифузії не є фізичною константою. Коефіцієнт масовіддачі виражає всю складність явищ переносу на поверхні твердого тіла. За формулою (2) ховається вся складність залежності коефіцієнта масовіддачі від найважливіших факторів які впливають на масовіддачу від поверхні твердої частки до омиваючої його рідини. Найважливішими факторами, що впливають на величину коефіцієнта масовіддачі, є: 1) режим руху рідини; 2) фізичні, у тому числі і дифузійні, властивості рідини (μ, ρ, D, \dots); 3) форма і розміри твердих часток; 4) конструктивні особливості пристрою, у якому протікає процес екстрагування. У зв'язку з тим, що частки сировини міняють у процесі екстрагування свою пружність і структуру, умови омивання часток рідиною можуть різко погіршитися, тому що при цьому зменшиться активна поверхня часток, що участвують у процесі екстрагування. Погіршення гідродинамічної обстановки можна запобігти лише шляхом правильного вибору визначального розміру часток і конструкції транспортного органу, що сприяв би розпушенню, а не злежуванню шару часток. Два кінетичних коефіцієнти - коефіцієнт дифузії і коефіцієнт масовіддачі характеризують дві зовсім різні сторони процесу. Коефіцієнт дифузії відбиває тільки дифузійні властивості матеріалу твердих часток, які залежать винятково від температури і концентрації, і тому при тих самих температурі й концентрації коефіцієнт дифузії має ту саму величину незалежно від того де відбувається процес - у промисловому апараті, лабораторній установці або пробірці. Коефіцієнт масовіддачі цілком залежить від розміру часток і конструктивних особливостей апарата, які

забезпечують відповідну гідродинамічну обстановку при проведенні процесу. Таким чином, якщо за допомогою відомого коефіцієнта дифузії в матеріалі визначити величину коефіцієнта масовіддачі в апараті або його елементі, то по величині цього коефіцієнта можна довідатися, наскільки вдало виконана конструкція апарата або розглянутого елемента. Для експериментального визначення кінетичних закономірностей масообмінних процесів при екстрагуванні можна виділити чотири основних етапи: 1. Визначався вплив різних видів екстрагентів. Для цього використовувалося три види екстрагента нефрас, гексан, етиловий спирт. Умови проведення процесу екстрагування при цьому були наступні, температура екстракції становила $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, гідромодуль 1:2, швидкість проходження екстрагенту становила $0,52 \cdot 10^{-4}\text{ м/с}$. 2. Вплив гідромодульних режимів, тобто співвідношення мас рідкої й твердої фаз. Гідромодуль змінювався в діапазоні від 1:1 до 1:4. Умови проведення процесу залишалися незмінними. 3. Вплив температурних режимів екстрагування. Температура екстрагування мінялася в діапазоні від $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Інші режимні параметри були незмінними. 4. Вплив швидкості протікання екстрагенту. Зміна якого, становило від $0,0052 \cdot 10^{-4}\text{ м/с}$ до $52 \cdot 10^{-4}\text{ м/с}$, при незмінних інших параметрах проведення процесу. Для проведення даних досліджень використовується екстрактор колонного типу, тому що даний тип екстракторів найбільш використовується у промисловості. Екстрактор заповнювався нерухливим шаром продукту, і через нього пропускався екстрагент із вище описаними змінами режимних параметрів. Зміна температурних параметрів відбувалася за рахунок термостатування термостатом марки ТС - 24, зміна швидкості проходження екстрагента за рахунок витратоміра. За допомогою даної методики проведено визначення режимних параметрів, при яких вихід цільового компонента буде максимальним.

Висновки. Вивчена кінетика масообмінних процесів при екстрагуванні зерна амаранта. Визначені режими проведення даного процесу: 1) кращим із використовуваних у експерименті екстрагентів є нефрас, 2) гідромодуль 1:2, 3) температура процесу екстрагування $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, 4) швидкість проходження екстрагенту $5,2 \cdot 10^{-4}\text{ м/с}$.

ЛІТЕРАТУРА

1. Терентьева Е. Амарант — растение прошлого и будущего // В мире растений. — 2003. — № 10.
2. Железнов А. В. Амарант — хлеб, зрелище и лекарство // Химия и жизнь. — 2005. — № 6. — С. 56—61.

КИНЕТИКА ПРОЦЕССА МАССОПЕРЕНОСА.

П. И. Осадчук

Ключевые слова: молекулярная диффузия, конвективная диффузия, массоотдача, массоперенос, экстрагент.

Резюме

Приведены методы экспериментального определения кинетических закономерностей массообменных процессов при экстрагировании зерна амаранта.

KINETICS OF PROCESS OF MASSOPERENOSA.

P.I.Osadchuk

Key words: molecular diffusion, konvektivnaya diffusion, massootdacha, massoperenos, extractant.

Summary

Resumes methods of experimental determination of kinetic conformities to law of massoobmennykh processes at extracting of grain of amaranth.