

Висновки. На основі існуючих математичних залежностей була створена база даних детермінованих моделей, що описують реологічні властивості розчинних сумішей на основі СБС. Був розроблений алгоритм автоматизованого підбору складу СБС, що задовольняє задані значення реологічних показників розчину. За даним алгоритмом був створений програмний модуль у Visual Basic for Application, в основі якого лежить аналіз детермінованих та побудова і аналіз експериментально-статистичних моделей, що описують задані реологічні властивості розчину із бажаними значеннями показників якості суміші.

1. Обзор рынка строительных материалов // Бизнес. – №10. – 2000.
2. Коровяков В. Ф. «Гипсовые сухие смеси» // Сухие строительные смеси. – №4. – 2008.
3. Загальний Класифікатор «Галузі народного господарства України»

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ БІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ СПОЛУК ІЗ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВИПАДКІВ ПЕРЕБІГУ ЕКСТРАКЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Дячок В.В., Мальований М.С.

Національний університет "Львівська політехніка", mmal@polynet.lviv.ua

Екстрагування біологічно-активних сполук із рослинної сировини є важливим технологічним процесом, підвищення ефективності якого впливає на техніко-економічні показники виробництва цілого ряду галузей промисловості. Збільшити кількість цільових речовин в результаті екстрагування, а також покращити їх якість можна шляхом вдосконалення самого процесу. Метою досліджень було дослідити ефективність та оцінити доцільність проведення технологічної операції – пресування рослинної сировини, на процес екстрагування, ускладнений супутніми явищами (умовно названий нетрадиційним випадком перебігу екстракційних процесів).

Математична інтерпретація операції пресування розглядалась виходячи із такої послідовності протікання процесів, які мають місце в процесі екстрагування рослинної сировини: набухання, кінетичний процес розчинення цільового компоненту з досягненням певного ступеня рівноваги та пресування відпрацьованої рослинної сировини.

Для аналізу вводились такі величини: C_o – початкова концентрація цільового компоненту у твердій фазі (рослинній сировині), W – об'єм екстрагенту, G – маса твердої фази взятої для екстрагування, $\chi = C/C_p$ - ступінь наближення до рівноваги $0 \leq \chi \leq 1$, C_p , C - рівноважна та біжуча концентрація екстрагенту, що міститься у клітинному та міжклітинному просторі твердої фази, або іншими словами у порах та вмістилищах рослинної сировини, $\gamma = [1 - (V/V_o)]$ – ступінь відтиснення, $0 \leq \gamma \leq 1$, тут V та V_o – фактичний об'єм та максимально можливий об'єм екстрагенту, який міститься у порах, клітинному та міжклітинному просторі рослинної сировини, враховуючи здатність її до набухання; $\beta = G/W$ - співвідношення фаз $\eta = V/G$ – об'єм екстрагенту, який утримується твердою фазою після її набухання, $\varphi = V/W$ – співвідношення об'єму екстрагенту, що міститься у порах, клітинному та міжклітинному просторі рослинної сировини, до основного об'єму екстрагенту, завантаженого для екстрагування.

Концентрація цільових речовин у екстрагенті, що міститься у клітинному та міжклітинному просторі твердої фази після умовно першої стадії екстрагування (набухання), рівна:

$$C_{\text{поч.}} = GC_o/V = C_o/\eta. \quad (1)$$

На кінетичній стадії проходить дифузійний перехід цільового компоненту через пори клітинних мембран, міжклітинний простір і у основний об'єм екстрагенту. Цю стадію доречно називати кінетично-дифузійною. Ступінь наближення до рівноваги на цій стадії виражається рівнянням:

$$C_p = C\chi. \quad (2)$$

Якщо ступінь наближення до рівноваги виразити через концентрацію екстракту, то $C_{lp} = C_l\chi$ (де C_l і C_{lp} - біжуча та рівноважна концентрації екстракту).

Кількість цільової речовини у екстракті, який міститься у порах та вмістилищах (тобто у твердій фазі), рівна VC , а в перерахунку на суху рослинну сировину $VC/G=C\eta$. За таких обставин об'єм основного екстракту зменшиться на V і буде становити $(W-V)$. Таким чином, має місце так зване заміщення фаз, що вимагає уточнення традиційного рівняння матеріального балансу до вигляду:

$$G(C_o - \eta C) = (W - V)C_l, \quad (3)$$

тоді

$$C_l = \frac{GC_o - VC}{W - V} = \frac{GC_o - \frac{V_o(1-\gamma)C_p}{\chi}}{W - V_o(1-\gamma)}. \quad (4)$$

В технологічному аспекті найбільш вигідною є ситуація, коли концентрація екстрагенту C_l досягає максимального значення. Із рівняння (4) випливає, що C_l буде досягати максимального значення тоді, коли ступінь відтиснення γ , а також ступінь наближення до рівноваги χ , наблизяться до максимального значення, тобто одиниці.

Кількість цільової речовини, яка перейшла на кінетично-дифузійній стадії у екстрагент, визначається рівнянням:

$$M = GC_o - \frac{V_o(1-\gamma)C_p}{\chi}, \quad (5)$$

або через об'єм екстрагенту:

$$M = (W - V_o(1-\gamma))C_{lp}\chi; \quad M = \left(\frac{1}{\beta} - \eta\right)C_{lp}\chi G, \quad (6)$$

Кількість втраченої цільової речовини з відпрацьованою рослинною сировиною встановлюється виразом:

$$m = V_o(1-\gamma)\frac{C_p}{\chi}. \quad (7)$$

Як впливає з експериментальних даних (таблиця 1), для обох варіантів відділення екстрагенту спостерігається нетрадиційний випадок досягнення умов рівноваги та перебігу екстракційного процесу в цілому, тобто: $C_{lp} \neq C_p$, а $C_p > C_{lp}$. Пояснення цьому полягає в утворенні асоціатів між молекулами екстрагенту та дифільними молекулами алкалоїдів.

Таблиця 1 – Експериментальні дані

№ стадії екстракції	Пресуванням			Фільтруванням		
	$C_{lp}; [\text{кг/м}^3]$	$C_p; [\text{кг/м}^3]$	$\Delta C_p; [\text{кг/м}^3]$	$C_{lp}; [\text{кг/м}^3]$	$C_p; [\text{кг/м}^3]$	$\Delta C_p; [\text{кг/м}^3]$
1	3,60	8,90	5,30	3,30	4,20	0,90
2	1,40	5,02	3,62	2,10	2,85	0,75
3	0,95	3,67	2,69	0,69	1,39	0,70
4	0,35	2,36	2,01	0,14	0,86	0,72
5	0,22	2,04	1,82	0,10	0,82	0,72
6	0,14	1,50	1,36	0,09	0,78	0,69
7	0,12	1,51	1,39	0,08	0,78	0,70

У випадку реалізації методу відтискання, рушійна сила процесу екстрагування виражається рівнянням

$$\Delta C_p = C_p - C_{lp}. \quad (8)$$

Як видно із табл. 1, концентрація алкалоїдів в основному об'ємі екстракту C_{lp} , після розділення фаз для варіанту пресування більша за таку ж концентрацію для варіанту фільтрування. Разом з тим, внаслідок реалізації методу пресування концентрація алкалоїдів у клітинному та в деякій мірі у міжклітинному середовищі C_p , також значно більша такої ж у випадку використання методу фільтрування для розділення фаз. Це говорить про те, що мембрани вцілілих клітин внаслідок набухання в екстрагенті частково відновлюють свої початкові властивості напівпроникливих оболонок. В результаті вони легко пропускають молекули екстрагенту і не пропускають молекул алкалоїдів, асоційованих у великі об'ємні комплекси з розчинником.

Таким чином, вирішення проблеми повноти вилучення можливе за рахунок застосування в технології отримання екстракту пресування рослинної сировини після кожного екстрагування. Тому у випадку реалізації процесу екстрагування рослинної сировини на практиці, стадію пресування слід не тільки враховувати, а й проводити.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ АНАМОКС

Мальований А.М., Ятчишин Й.Й., Мальований М.С.

Національний університет "Львівська політехніка", mmal@polynet.lviv.ua

Біологічний процес анаеробного окислення амонію (Анамокс), який нещодавно був відкритий, дав можливість розробити системи ефективного повністю автотрофного вилучення амонію з висококонцентрованих стічних вод. Першим кроком вилучення амонію у системах, що базуються на процесі Анамокс є трансформація приблизно половини амонію, що міститься у воді, у нітрит із використанням добре відомого процесу нітритифікації: Другим кроком є процес Анамокс, де залишок амонію окислюється до газоподібного азоту з використанням нітриту, що вироблений у першому кроці, як електрон акцептора. Основними факторами, які проявляють інгібуючий ефект на процес Анамокс є розчинний кисень та вміст органічних речовин з низькою молекулярною масою. Нітрати, сульфіді, фосфати та ацетати проявляють інгібуючі властивості у тих чи інших концентраціях. Амоній та нітрит є головними субстратами для бактерій Анамокс, тому підвищення доступності субстрату повинно збільшувати активність бактерій в зв'язку з пришвидшенням дифузії їх у глибину біоплівки та через мембрани бактерій. Водночас, підвищена концентрація загального амонію та нітриту зменшує активність бактерій Анамокс.

Досліджувався вплив температури, вмісту загального азоту (ЗА) та відношення ВА/ВАК (ВА – вільний амоній, ВАК – вільна азотиста кислота), які можуть мати найбільш вагомий вплив на специфічну активність процесу Анамокс (САА). Для планування експериментів з ціллю дослідження впливу температури та вмісту субстрату на САА було обрано програму MODDE версії 7.0, що розроблена Umetrics AB. Ця програма дає можливість визначати залежність кількох відгуків системи від різних факторів (кількістю до 20) використовуючи мінімальну кількість експериментів. У програму вводились відрізки значень факторів, які досліджувались, після чого програма пропонувала сукупність тестів з різною комбінацією значень факторів, які аналізувались. Після проведення тестів значення відгуку вводилось у програму і створювалась модель (використовувався метод множинної лінійної регресії), яка відповідала експериментальним даним. Пізніше обчислювались значення відгуку та межі неточності для кожної точки інтервалів факторів, які аналізувались, та будувались дво-, три- та чотиривимірні графіки залежності відгуку від факторів. Досліджувані проміжки факторів для двох наборів тестів подано у Таблиці. Значення ВА/ВАК використовувались у логарифмічній шкалі. Перший набір тестів не показав