Рекомендована д.ф.н., академіком АНТК України В.І.Чуєшовим

УДК 539.124:633.88

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ЕКСТРАКТИВНИХ РЕЧОВИН У РОСЛИННІЙ СИРОВИНІ

А.Г.Горбанюк, В.Г.Дем'яненко

Українська фармацевтична академія

Запропонована методика визначення вмісту екстрактивних речовин у лікарській рослинній сировині за їх вмістом у злитому екстракті після настання рівноважного стану в результаті першого екстрагування.

Для визначення поглиненої дози за виходом екстрактивних речовин у радіаційній технології фітопрепаратів необхідно знати їх середню густину ρ у висушеній рослинній сировині. Її можна визначити за відомим насипним об'ємом сировини та масою екстрагованих речовин при умові їх повного витягнення з використанням методики повторних екстрагувань [1, 2, 3]. Але показник ρ можна визначити за виходом екстрактивних речовин і в результаті однократного екстрагування, не добиваючись повного виснаження сировини шляхом повторних екстрагувань.

Припустимо, що екстрагування проводиться при постійній зовнішній температурі τ і тиску P та що система сировина з поглиненим розчинником та екстракт знаходяться у дифузійному контакті. Припустимо також, що кількість сировини і кількість екстрагента збалансовані так, що при настанні рівноважного стану відбувається повне розчинення екстрактивних речовин. Основою для останнього припущення є те, що в живій клітині розчинні компоненти клітинного соку не утворюють насиченого розчину.

Крім дотримання вказаних вище умов, будемо вважати розчини всередині клітин і зовні сировини ідеальними, тобто, що виконується умова

$$n_i<N, \qquad (I)$$

де n_i — числа молекул розчинених речовин;
N — число молекул розчинника.

Умова (I) означає, що хоч числа n_i самі по собі великі, але молекули розчинених речовин знаходяться досить далеко одна від другої для того, щоб взаємодією між ними можна було знехтувати. Внаслідок цього компоненти розчину можна розглядати незалежно один від одного і при термодинамічному аналізі рівноважного стану при розкладі в ряд термодинамічного потенціалу G (потенціалу Гібса) можна залишити тільки лінійні члени по числах n_i.

Перевіримо умову (I), наприклад, для процесу екстрагування полісахаридного комплексу "Плантаглюцид" з листя подорожника великого в лабораторних умовах. Практика показує [4], що збалансовані кількості сировини та екстрагента (вода), як вказано вище, складають: сировини — 50 г, екстрагента — 500 г. Як буде показано далі, 50 г листя подорожника великого містять 7,958 г полісахаридного комплексу. Його якісний і кількісний склад (у вагових процентах) наведений у роботах [5, 6]: D-галактуронова кислота (68%), D-галактоза (12,5%), L-арабіноза (8,3%), L-рамноза (4,1%), а також D-глюкоза і D-ксилоза (біля 1%). Там же [5, 6] є дані щодо ваги D-галактуронової кислоти, яка складає 7000.

Умова (I) для найбільш представленого інгредієнта (D-галактуронової кислоти) і для найменш представленого (глюкози) при екстрагуванні полісахаридного комплексу "Плантаглюцид" у вказаних вище умовах має вигляд:

$$^{n}\text{D-галакт.кисл.}=4{,}66\cdot10^{20}<N=1{,}67\cdot10^{25},$$

$$^{n}\text{глюкози}=2{,}54\cdot10^{20}<N=1{,}67\cdot10^{25},$$

тобто виконується з великим запасом.

Таким чином, залишивши тільки лінійні члени по n_i, розклад у ряд термодинамічного потенціалу G можна записати у такому вигляді:

$$G = N\mu_0+\sum_i n_i\tau\ln\frac{n_i}{eN} + \sum_i n_i\psi_i, \qquad (2)$$

де μ_0 — хімічний потенціал чистого розчинника;

τ — температура;

e — основа натуральної системи логарифмів;

$\psi_i(P,\tau)$ — різні функції тільки температури τ і тиску P, які можуть бути визначені за відомими розчинностями C_{oi} (концентраціями насиченого розчину).

З формули (2) виводяться вирази для хімічних потенціалів μ розчинника (в розчині) та і-ї розчиненої речовини μ_i:

$$\mu = \frac{dG}{dN} = \mu_0 - \tau \sum_i \frac{n_i}{N} = \mu_0 - \tau \sum_i C_i,$$

$$\mu_i' = \frac{dG}{dn_i} = \tau \ln\frac{n_i}{N} + \psi_i = \tau \ln C_i + \psi_i, \qquad (3)$$

де $C_i=n_i/N$ — концентрація і-ї речовини у розчині.

З умови мінімуму термодинамічного потенціалу у рівноважному стані

$$\delta G=0 \qquad (4)$$

випливають його умови:

$$\mu_{01} = \mu_{02}, \quad \mu_{i1}' = \mu_{i2}', \quad \tau_1 = \tau_2, \quad P_1 = P_2, \qquad (5)$$

де індекси 1 та 2 відносяться до розчину в сировині і до екстракту, відповідно.

Використовуючи умови рівноваги (5), можемо написати:

$$\mu_{01} - \tau_1 \sum_i C_{i1} = \mu_{02} - \tau_2 \sum_i C_{i2},$$

$$\tau_1 \ln C_{i1} + \psi_1 = \tau_2 \ln C_{i2} + \psi_2, \qquad (6)$$

звідки витікає також, що для рівноважного стану будемо мати

$$C_i = C_{i2} = C_i, \ \psi_{i1} = \psi_{i2} = \psi_i. \qquad (7)$$

Друга формула в (7) має місце тому, що властивості розчину в сировині та екстракту однакові.

Формули (7) дають змогу визначити вміст екстрактивних речовин в нативній сировині за їх утриманням у злитому екстракті після першого екстрагування за умови дотримання зроблених вище припущень.

Дійсно, нехай V — об'єм розчинника, який використано для екстрагування, V_1 — об'єм злитого екстракту, m_1 — сумарна маса екстрактивних речовин, яка визначена випарюванням. Тоді маса m екстрактивних речовин, яка утримується в нативній сировині, визначиться за формулою

$$m = m_1 \frac{V}{V_1} = m_1 \left(1 + \frac{V_0}{V_1}\right), \qquad (8)$$

тому що $V=V_0+V_1$, де V_0 — об'єм розчину, який залишився у сировині після першого екстрагування.

При екстрагуванні полісахаридного комплексу "Плантаглюцид" у вказаних вище лабораторних умовах об'єм злитого екстракту складає $V_1=315$ см^3, $m_1=5{,}014$ г. Отже, маса екстрактивних речовин в 50 г листя подорожника великого становить:

$m = 5{,}014(1+185/315) = 7{,}958$ г.

За відомою масою m можна знайти середню густину ρ екстрактивних речовин у сировині. Насипний об'єм 50 г сухого листя подорожника великого після відповідного подрібнення і струшування складає 564 см^3 [4]. Тому маємо

$\rho = 7{,}958/564 = 0{,}0141$ г/см^3.

Відзначимо, що у формулі (8) ми знехтували незначним збільшенням об'єму розчину у порівнянні з об'ємом чистого розчинника.

При стимулюванні процесу екстракції випромінюванням експериментально показано [4], що вихід екстрактивних речовин дещо збільшується (на 20-30%) в залежності від виду сировини, речовин, які екстрагуються, та від конкретного екстрагента. Це можна пояснити тим, що після попередньої обробки рослинної сировини випромінюванням екстрактивними речовинами стають ті, які у звичайних умовах неекстрактивні. Крім цього, на динаміку екстрагування з опроміненої сировини суттєвий вплив чинить не градієнт концентрації, а градієнт хімічного потенціалу, який виникає за рахунок поглиненої дози. Усе разом узяте приводить до збільшення виходу в залежності від величини поглиненої дози D.

Знання середньої густини ρ екстрактивних речовин і збільшення їх виходу за рахунок поглиненої дози D можна використати для визначення останньої з використанням процесу екстрагування.

ВИСНОВКИ

1. Запропонований спосіб визначення вмісту екстрактивних речовин у натуральній сировині за результатом першого екстрагування.
2. Отриманий результат дає змогу оцінити середню густину екстрактивних речовин у сировині.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Аксельруд Г.А.// Массообмен в системе твердое тело—жидкость. — Львов, 1970. — 188 с.*
2. *Гончаренко Г.К., Чернышев И.С.// Хим.фарм.журн. — 1979. — №7. — С. 100.*
3. *Горин А.Г.// Химия природ. соед. — 1965. — №5. — С. 297.*
4. *Горин А.Г.// Химия природ. соед. — 1967. — №6. — С. 369.*
5. *Демьяненко В.Г.// Применение ионизирующего излучения в технологии лекарственных препаратов из растительного сырья. Диссертация. — Харьков. — 1990.*
6. *Киттель Ч. Статистическая термодинамика. Перевод с англ., М.: Наука. — 1977. — 336 с.*
7. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика.— М.: Наука. — 1964. — 567 с.*
8. *Пономарев В.Д.// Экстрагирование лекарственного сырья. — М.: Медицина. — 1976. — 204 с.*

УДК 539.124:633.88

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ

А.Г.Горбанюк, В.Г.Демьяненко

Разработана методика определения содержания экстрактивных веществ по их содержанию в сливаемом экстракте после достижения равновесного состояния.

UDC 539.124:633.88

THE DEFINITION OF THE EXTRACTIVE SUBSTANCES KEEPING IN THE ROW MATERIALS

A.G.Gorbanyuk, V.G.Demyanenko

The definition method of the extractive substances on their keeping in the poured out extract after reached equilibrium state is proposed.