

Рекомендована д.ф.н., професором П.Д.Пашневим

УДК 615.32:539.219

ВИЗНАЧЕННЯ НАСИПНОЇ ЩІЛЬНОСТІ СУМІШІ ЧАСТОК ІЗ РІЗНОЇ ЛІКАРСЬКОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

М.М.Бойко, О.І.Зайцев

Національний фармацевтичний університет

Вивчена насипна щільність суміші частинок різної лікарської рослинної сировини. Запропонована математична модель розрахунку насипної щільності суміші рослинної сировини. Отримані результати дозволяють прогнозувати об'єм, який займає рослинна сировина при завантаженні в екстрактор.

Увага до фітопрепаратів ніколи не згасає [5-10], тому розробка нових та удосконалення старих технологічних підходів в отриманні біологічно активних речовин з рослинної сировини має і буде мати актуальність у майбутньому. Визначення технологічних параметрів лікарської рослинної сировини — це необхідна складова процесу планування і розрахунку у технології отримання лікарських препаратів з рослинної сировини [3, 4]. Технологічні параметри рослинної сировини дають уявлення про: кількість екстрагенту, який утримується у сировині; об'єм екстрактора для необхідної кількості сировини або навпаки як підібрати кількість рослинної сировини для того чи іншого екстрактора. Параметр, який дозволяє спрогнозувати об'єм, який займає рослинна сировина, називається насипною щільністю. Питанню розрахунку насипної щільності як для суміші часток окремої сировини, так і для суміші часток різних рослин ще не приділялася певна увага, хоча є препарати, які отримують із суміші рослинної сировини (фітобальзам “Кардіофіт”, мазь “Вундехіл” і т.п. [2, 4]), а інтерес до таких технологій не буде згасати і у майбутньому. Дослідження стосувалися експериментального визначення насипної щільності суміші часток як з однієї сировини, так і з різної рослинної сировини та побудування математичної моделі і пояснення фізичного аспекту моделі.

Аналіз досліджень

Згідно з [1] насипну щільність суміші часток сировини з фракційним складом φ_i (φ_i — масова частка фракції з характерним розміром часток d_i) обчислюють за формулою:

$$\rho_{см} = \frac{1}{\sum \frac{\varphi_i}{\rho_i}}, \quad (1)$$

де: $\rho_{см}$ — насипна щільність суміші, г/мл; φ_i — масова частка фракції з характерним розміром часток d_i , мас.ч.; ρ_i — насипна щільність i -тої фракції з характерним розміром часток d_i , г/мл.

Насипну щільність суміші сировини можна знаходити й через фракційний склад Ψ_i (Ψ_i — об'ємна частка фракції з характерним розміром часток d_i) [1]:

$$\rho_{см} = \sum \Psi_i \cdot \rho_i, \quad (2)$$

де: $\rho_{см}$ — насипна щільність суміші, г/мл; Ψ_i — об'ємна частка фракції з характерним розміром часток d_i , об.ч.; ρ_i — насипна щільність i -тої фракції з характерним розміром часток d_i , г/мл.

З наших даних відомо, що насипна щільність суміші дещо краще описується “емпіричним” рівнянням:

$$\rho_{см} = \sum \varphi_i \cdot \rho_i. \quad (3)$$

Отже, визначення залежності насипної щільності від характерного розміру часток і знання масових часток фракцій — необхідна складова для вирішення проблеми визначення насипної щільності суміші часток рослинної сировини.

Експериментальна частина

В якості експериментальної сировини було обрано три види подрібненої рослинної сировини: трава хвоща польового, листя берези і трава кропиви собачої, так як ця сировина має досить різні геометричні характеристики (голчасту, пластинчасту і на додаток круглі частинки суплідь відповідно). Сировину фракціювали на ситах лабораторних СЛП-300 з круглими отворами (1, 2, ... 7 мм). Насипну щільність кожної фракції визначали за такою методикою: у мірний циліндр на 250 мл (з ціною поділки 2 мл) поміщали зважену сировину (з точністю до 0,001 г на вагах WPS 210/C/2) і обережним постукуванням по стінках посудини доводили об'єм сировини до постійної величини та заміряли його.

Результати та їх обговорення

Хоча формула (1) загальноприйнята для розрахунку насипної щільності суміші, однак похибка по ній більша, ніж при розрахунку насипної щільності суміші за формулою (3). На перший погляд формула (3) не може мати фізичного підґрунтя для

Таблиця

Результати експерименту для модельної суміші часток з трьох видів рослинної сировини

Характерний розмір часток, см	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	Експериментальна щільність суміші, г/мл	Щільність суміші за (1), г/мл	Щільність суміші за (3), г/мл	Щільність суміші за (7), г/мл
№ досліду	Трава кропиви собачої (мас. частка фракції та її маса у грамах*)										
1		0,08 2,01*			0,06 1,58*		0,15 3,86*	0,1395	0,1152	0,1377	0,1334
2			0,09 1,95*	0,1 2,17*		0,15 3,42*		0,1051	0,1007	0,1093	0,1085
3		0,18 4,63*	0,15 3,93*	0,10 4,49*				0,1197	0,1188	0,1275	0,1237
4			0,15 3,71*	0,07 1,80*	0,17 4,04*		0,19 4,55*	0,1003	0,0888	0,0923	0,0919
5					0,11 2,66*	0,21 4,97*	0,13 3,04*	0,1099	0,0937	0,0992	0,0989
	Листя берези (мас. частка фракції та її маса у грамах*)							Похибки визначення щільності, %			
1		0,14 3,44*		0,08 1,94*		0,13 3,20*			17,41	1,29	4,36
2				0,09 2,06*		0,05 1,24*	0,15 3,30*		4,19	3,99	3,20
3		0,10 2,51*	0,07 1,90*	0,09 2,28*					0,75	6,49	3,33
4				0,03 0,85*	0,04 0,96*	0,07 1,64*	0,03 0,81*		11,46	7,97	8,29
5				0,06 1,43*	0,08 1,99*	0,09 2,16*			14,76	9,71	10,05
	Трава хвоща польового (мас. частка фракції та її маса у грамах*)							Середні похибки визначення щільності, %			
1	0,1 2,51*	0,13 3,15*	0,13 3,15*						9,71	5,89	5,85
2		0,18 4,21*	0,19 4,36*								
3		0,14 3,66*	0,10 2,53*	0,07 1,93*							
4		0,07 1,79*	0,03 0,82*	0,06 1,37*							
5		0,13 3,14*	0,17 4,12*								

* — число зверху — масова частка фракції; число знизу — маса фракції у грамах.

свого пояснення, адже в ній мають бути об'ємні частки фракцій (Ψ_i) замість масових часток (ϕ_i). Однак це може бути тільки тоді, якщо об'єм кожної фракції (V_i) буде рівний масі (m_i), а це можливо, якщо густина частинок сировини буде близька до одиниці; та як виявляється, об'ємна густина частинок сировини для трави хвоща польового, листя берези та трави кропиви собачої відповідно дорівнює: 0,85; 1,01; 0,71 г/мл, що, як видно, дуже близько до одиниці. Об'ємна густина — це густина часток з внутрішніми порами та без урахування порожнин між ними. Отже насипна щільність суміші рослинної сировини залежить ще й від об'ємної густини сировини, що можна відобразити у таких формулах:

$$\rho_{см} = \sum \Psi_i \cdot \rho_i, \quad (4)$$

$$\Psi_i = \frac{V_i}{\sum V_i}, \quad (5)$$

$$V_i = \frac{m_i}{\rho_i^{об}}, \quad (6)$$

$$\rho_{см} = \sum \frac{m_i \cdot \rho_i}{\rho_i^{об} \cdot \left(\sum \frac{m_i}{\rho_i^{об}} \right)}, \quad (7)$$

$$\rho_{см} = \sum \frac{m_i \cdot \rho_i}{\rho_i^{об} \cdot \left(\sum \frac{m_i}{\rho_i^{об}} \right)} \xrightarrow{\text{одна сировина}}$$

$$\rightarrow \sum \frac{m_i \cdot \rho_i}{\sum m_i} = \sum \phi_i \cdot \rho_i, \quad (8)$$

де: m_i — маса i -тої фракції, г; Ψ_i — об'ємна частка фракції з характерним розміром часток d_i , об.ч.; V_i — об'єм, який займає i -та фракція, мл; ρ_i — насипна щільність i -тої фракції, г/мл; $\rho_i^{об}$ — об'ємна густина сировини, г/мл.

Для перевірки формули (7) ми використали модельні суміші з трьох рослин (хвоща, берези та кропиви собачої), експериментальні дані відображені у таблиці.

Як видно з таблиці, похибки визначення насипної щільності суміші частинок з трьох рослин, розраховані за формулами (3) та (7), менші, ніж розрахунок за формулою (1), та що характерно,

похибки за третім та сьомим рівнянням майже збігаються і цей збіг, мабуть, можна пояснити тим, що об'ємна густина сировини цих рослин близька до одиниці, тому рівняння (7) може перетворюватися на рівняння (3).

Насипна щільність з суміші часток різної рослинної сировини краще описується рівнянням (7), яке переходить у "емпіричне" рівняння (3) за таких двох умов: по-перше, при визначенні тільки для однієї рослинної сировини залежності насипної щільності сировини від характерного розміру її часток; по-друге, якщо об'ємна густина рослинної сировини буде близькою до одиниці (г/мл).

ВИСНОВКИ

Шляхом експерименту на модельних сумішах з різної рослинної сировини було встановлено, що

насипна щільність суміші часток рослинної сировини залежить не тільки від маси фракції з характерним розміром часток d_i , а й від об'ємної густини рослинної сировини.

Теоретично показано, що "емпіричне" рівняння (3): $\rho_{см} = \sum \varphi_i \cdot \rho_i$ має фізичне підґрунтя і є окремим випадком більш загального рівняння (7):

$$\rho_{см} = \sum \frac{m_i \cdot \rho_i}{\rho_i^{об} \cdot \left(\sum \frac{m_i}{\rho_i^{об}} \right)}$$

Одержані дані можна використовувати для розрахунку маси з суміші рослинної сировини, яку потрібно завантажити у мацератор відомого об'єму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Батунер Л.М., Позин М.Е. *Математические методы в химической технике*. — Л.: Химия, 1971. — 824 с.
2. Беловол А.Н., Георгиянц В.А., Гладченко О.М. и др. *Лекарственные препараты Украины / МЗ Украины. Нац. фармац. ун-т; Под ред. В.П.Черных, И.А.Зупанца*. — Х.: Изд-во НФаУ; Золотые страницы, 2005. — 512 с.
3. Георгиянц А.Н., Гладченко О.М. *Настойки, экстракты, эликсиры и их стандартизация / Под ред. проф. В.Л.Багировой, проф. В.А.Северцева*. — С.Пб.: СпецЛит, 2001. — 223 с.
4. Шпичак О.С., Тихонов О.І., Ярних Т.Г., Гладух Є.В. // *Вісник фармації*. — 2005. — №2 (42). — С. 38-42.
5. Bauer R. // *Zeitschr. Phytotherapie*. — 1997. — Bd. 18. — S. 207-214.
6. Brinkenborn R.M., Shah D.V., Degenring F.M. // *Phytomedicine*. — 1999. — Vol. 6. — P. 1-5.
7. Calapsi G., Cupci A., Firenzuols F. et al. // *J. Pharm. and Pharmacol.* — 1999. — Vol. 51, №6. — P. 723-728.
8. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals*. — Stuttgart: Medpharm. Sci. Publishers, 1994. — 566 p.
9. Melcyart D., Linde K., Worku F., Bauer R. // *Phytomedicine*. — 1999. — №1. — P. 245-254.
10. Parnham M. // *Phytomedicine*. — 1996. — №3. — P. 95-102.

УДК 615.32:539.219

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАСЫПНОЙ ПЛОТНОСТИ СМЕСИ ЧАСТИЦ ИЗ РАЗНОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

М.М.Бойко, А.И.Зайцев

Исследована насыпная плотность смеси частиц разного лекарственного растительного сырья. Предложена математическая модель расчета насыпной плотности смеси растительного сырья. Полученные результаты позволяют прогнозировать объем, занимаемый растительным сырьем при загрузке в экстрактор.

UDC 615.32:539.219

DETERMINATION OF THE BULK DENSITY OF THE PARTICLES MIXTURE FROM DIFFERENT PLANT RAW MATERIAL

M.M.Boyko, A.I.Zaytsev

The bulk density of the particles mixture from different plant raw material has been investigated. A mathematical model of calculation of the bulk density from plant raw material has been proposed. The results obtained allow predicting the volume of the raw material loading in the extractor.