

2. Погожих, Н. И. Научные основы теории и техники пищевого сырья в массообменных модулях [Текст] : дис. ... доктора техн. наук / Н. И. Погожих. – Харьков, 2002. – 331 с.
3. Пак, А. О. Розробка процесу сушіння плодово-ягідної сировини змішаним теплопідводом зі штучним пороутворенням [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / А. О. Пак. – Харьков, 2008. – 153 с.
4. Потанов, В.О. Структурно-енергетичний метод аналізу ізотерм сорбції-десорбції харчової сировини [Текст] / В.О.Потанов // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі: Зб. наук. пр. Харків: ХДУХТ, 2005. - Вип.1. - С. 313 - 322.
5. Марх, А. Т. Биохимия пищевых продуктов [Текст] / А. Т. Марх. – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 371с.

*Розглянуто методи дисперсійного аналізу, стосовно харчових порошоків. Наведено функції розподілу об'єму частинок за розмірами, що дозволяє зробити найбільш об'єктивний аналіз харчових порошоків*

*Ключові слова: дисперсійний аналіз, розподіл частинок, харчові порошки*

*Рассмотрены методы дисперсионного анализа, применительно к пищевым порошкам. Приведены функции распределения объема частиц по размерам, что позволяет сделать более объективный анализ пищевых порошков*

*Ключевые слова: дисперсионный анализ, распределение частиц, пищевые порошки*

*The methods dispersion analysis as applied to food powders. Listed distribution function of the volume of the particle size that allows to made more objective analysis of food powders*

*Key words: dispersion analysis, distribution of particles, food powders*

УДК 664-492.2:531.717.1

## ВИКОРИСТАННЯ МІКРОСКОПІЧНОГО МЕТОДУ ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ОБ'ЄМУ ЧАСТИНОК ХАРЧОВИХ ПОРОШКІВ ЗА РОЗМІРАМИ

**Ж. В. Воронцова**

Кандидат педагогічних наук, доцент \*  
E-mail: zhvorontsova@mail.ru

**І. М. Павлюк**

Асистент

\*Кафедра енергетики та фізики

Харківський державний університет харчування та торгівлі  
вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051  
Контактний тел.: (057) 3494-500

### Постановка проблеми у загальному вигляді

Порошкоподібні матеріали застосовуються в багатьох галузях промисловості. Властивості порошоків у значній мірі залежать від дисперсності. Аналіз дисперсного складу є обов'язковим методом контролю у всіх технологічних процесах, пов'язаних з виготовленням і переробкою порошкоподібних матеріалів. Не є винятком і харчова промисловість. У зв'язку із цим стає зрозумілим велике значення аналізу дисперсного складу порошоків для науки, техніки й технології.

Найпоширенішими методами експрес-аналізу дисперсного складу порошоків є ситовий та мікроскопічний. У результаті ситового аналізу одержують гістограми розподілу маси частинок за розмірами, у результаті мікроскопічного – гістограми розподілу кількості часток за розмірами.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Чимале значення при аналізі дисперсного складу харчових порошоків є правильне підготування проби порошоків для дослідження. Для цього пробу досліджуваного порошку після ретельного перемішування розміщують у вигляді монослою на предметне скло. Для уникнення агрегування частинок і їхнього злипання допускається легке механічне розтирання. У якості диспергуючої рідини може бути вода або рослинна олія.

Із проби для дослідження готують два препарати й порівнюють їх під мікроскопом. Якщо вони співпадають, тоді вимірювання проводять на одному з них. Вважають, що підготовлені мікроскопічні препарати співпадають, якщо у полі зору, обмеженому полем основного прямокутника або кола, перебуває:

- від 6 до 30 частинок при безпосередньому візуальному спостереженні мікроскопічного зображення;

- не більше 150 частинок при автоматичному вимірюванні за мікроскопічним зображенням. При цьому відстань між частинками повинна бути не менше розміру більшої із частинок, котрі розташовані близько між собою. При недотриманні цих умов готування мікроскопічного препарату повторюють.

Наступним кроком буде процес вимірювання підготовлених зразків порошку з харчової сировини. Для цього розміри частинок вимірюють при безперервному пересуванні препарату або при спостереженні окремих полів зору. Окремі поля зору обирають на пробі досліджуваного порошку, переміщаючи його на величину, більшу діагоналі прямокутника або діаметра кола, що обмежує поле зору. Площа, на якій проводять вимірювання й рахунок частинок, дорівнює: при безперервному пересуванні препарату – довжині лінійки окуляра, помноженій на довжину шляху, пройденого препаратом від початку до кінця процедури вимірювання; при спостереженні окремих полів зору – сумі їхніх площ.

Частинку вважають приналежною до розглянутого поля, якщо вона перебуває на одній з половинок границь поля. Наприклад, у випадку прямокутника враховують частинки, які знаходяться у середині нього, на лівій вертикальній і верхній горизонтальній боках, на перетинанні цих боків і на іншому кінці однієї з них. Частинки, які розташовані на інших боках і в кутах, не враховують. У випадку кола враховують всі частинки, які знаходяться у середині нього, а також всі частинки, які розташовані на одному півколі й на одному кінці проведеного діаметру.

При безперервному пересуванні мікроскопічного препарату вимірювальною лінійкою виступає вертикальна сторона прямокутника або вертикальна лінія мікрометричної шкали окуляра. Враховують частинки, центри яких проходять через довжину лінійки, не пропускаючи ні одної. Не враховують ті частинки, центри яких проходять поза лінійкою, хоча частково вони можуть проходити через кінцеві точки лінійки.

Вимірювання частинок на окремих полях зору проводять за допомогою лінійки на матовому склі, на екрані проектора або на мікроскопічних знімках. Лінійку перед застосуванням треба відкалібрувати за допомогою об'єктмікретра. Вимірюють максимальну хорду частинок у горизонтальному або вертикальному напрямках.

Якщо харчовий порошок містить частинки у великому інтервалі розмірів і це, через недостатню глибину різкості об'єктива мікроскопа, не дозволяє одержувати різке зображення одночасно всіх частинок, тоді малі й великі частинки спостерігають і вимірюють при різних збільшеннях.

Всі вимірювання проводять при трьохкратному (двохкратному, однократному) збільшеннях. При малому збільшенні враховують тільки великі частинки, при великому збільшенні – тільки малі частинки.

Результати вимірювань при різних збільшеннях перераховують, визначаючи розрахункову кількість частинок. Під розрахунковою кількістю частинок розуміють кількість частинок, віднесена до одного обраного збільшення й розрахованому за формулою (для трьохкратного збільшення)

$$N_{\text{роз}} = \sum_{i=1}^{I_B} N_{Bi} + \sum_{i=1}^{I_{\text{сер}}} N_{\text{сер}i} \left( \frac{F_{\text{сер}}}{F_B} \right)^2 + \sum_{i=1}^{I_M} N_{Mi} \left( \frac{F_M}{F_B} \right)^2 \quad (1)$$

де  $N_{Bi}$  – кількість частинок  $i$ -го класу, обмірюваних при великому збільшенні;

$N_{\text{сер}i}$  – кількість частинок  $i$ -го класу, обмірюваних при середньому збільшенні;

$N_{Mi}$  – кількість часток  $i$ -го класу, обмірюваних при малому збільшенні;

$F_B$  – велике збільшення;

$F_{\text{сер}}$  – середнє збільшення;

$F_M$  – мале збільшення.

Число полів зору, переглянутих при різних збільшеннях, повинне бути однаковим. Якщо вимірювання частинок проводять при безперервному пересуванні препарату, то при різних збільшеннях повинні бути переглянуті однакові площі досліджуваної проби порошку.

Кількість обмірюваних частинок (при використанні однократного збільшення) або розрахункова кількість обмірюваних частинок (при використанні двохкратному або трьохкратному збільшенні) повинне бути не менш 625.

#### Мета та завдання статті

Метою статті є удосконалення визначення дисперсного складу харчових порошків мікроскопічним методом та розрахунок функції розподілу об'єму частинок за розмірами.

Дисперсний склад здрібненого порошку з харчової сировини зручно описувати інтегральною функцією розподілу  $D(\delta)$  кількості порошку за розмірами частинок  $\delta$  або пов'язаної з нею функцією  $R(\delta)$ . Функція  $D(\delta)$  дорівнює вираженому у відсотках або в частках відношенню всіх частинок, діаметр яких менше  $\delta$ , до загальної кількості порошку. Функція  $R(\delta)$  визначається як виражене у відсотках відношення кількості всіх частинок, діаметр яких більше  $\delta$ , до загальної кількості порошку [1].

Розрахуємо функцію розподілу об'єму частинок за розмірами. При цьому методі розрахунку кожен частинку вважають сферичної, а її об'єм розраховують за формулою

$$v = \frac{1}{6} \pi d^3 \quad (2)$$

і загальний об'єм частинок даної фракції

$$V = vN \quad (3)$$

де  $v$  – об'єм однієї частинки діаметром  $d$ ;

$N$  – число частинок даної фракції.

Потім визначають відсотковий вміст об'єму частинок даної фракції стосовно їхнього загального об'єму

$$Q = \frac{V}{\Sigma V} 100 \quad (4)$$

Отримані результати використовують для побудови інтегральних та диференціальних кривих розподілу, подібно тому як розглядалося у попередній статті [2].

**Висновки**

Наведений розрахунок функції розподілу об'єму частинок за розмірами для аналізу дисперсного складу харчових порошоків за допомогою мікроскопічного методу можна розглядати як складову частину ба-

гатофакторного аналізу харчової сировини. Встановлено, що даний метод знаходження дисперсного складу харчових порошоків дійсно надає досить повну інформацію щодо подальшого використання в харчовій промисловості, особливо при використанні у якості компонентів складних багатокомпонентних систем.

Дана робота виконана у відповідності до держбюджетної теми № 2-11 ФБ «Дослідження стану та структури вологи в харчових продуктах методами ЯМР та ЕПР спектроскопії».

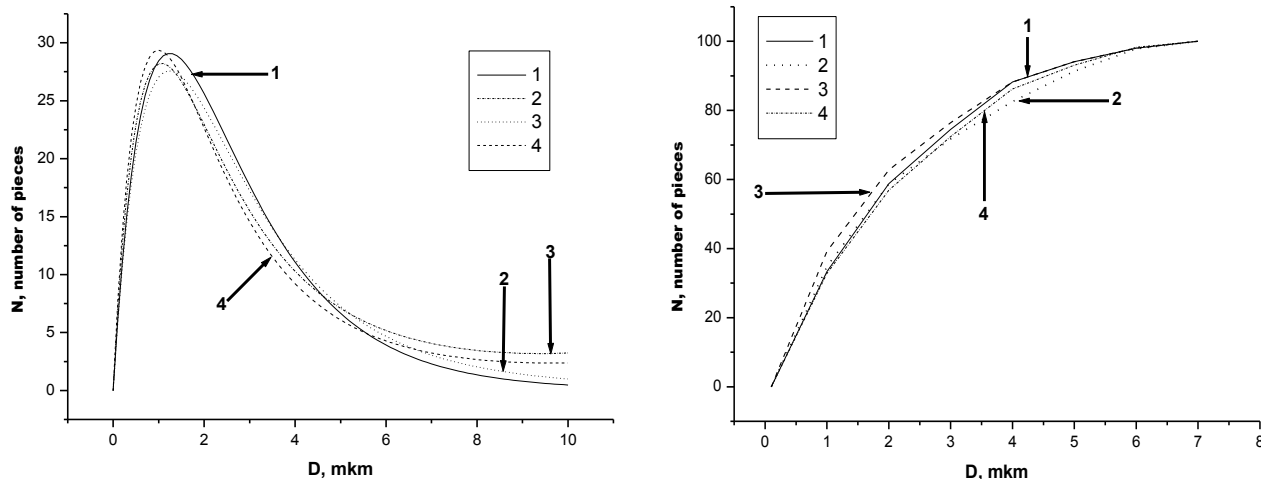


Рис. 1. Інтегральні та диференціальні криві розподілу об'єму частинок за розмірами харчових порошоків різного ступеня подрібнення

Література:

1. Погожих, М.І. Визначення дисперсних характеристик харчових порошоків мікроскопічним методом. [Текст] / Ж.В. Воронцова. Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів // Зб. статей III Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Львів, 2011. – С. 88 - 92.
2. Погожих, М.І. Розрахунок дисперсності порошоків на прикладі модельного зразку із харчової сировини. [Текст] / Ж.В. Воронцова, І.М. Павлюк. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. Праць // Редкол.: О.І. Черевко (відпов. ред.) та ін.; Харк. Держ. Ун-т харчування та торгівлі. – Харків, 2011. – Вип. 1.
3. Методи мікроскопічного аналізу / Медовий В.С. – М., 2009. – 264 с.