

УДК 543.061:006.015.5

## РОЗРОБКА ФОТОАНАЛІТИЧНОГО МЕТОДУ ЕКСПРЕС-ОЦІНКИ ВИХІДНОЇ ОДНОРІДНОСТІ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

*Янович Віталій Петрович асистент*  
*Купчук Ігор Миколайович аспірант*  
*Полевода Юрій Алікович асистент*  
*Михайловська Маргарита Артурівна студентка*  
*Вінницький національний аграрний університет*  
*Yanovich V.*  
*Kupchuk I.*  
*Polyevoda Y.*  
*Mihailovska M.*  
*Vinnitsia National Agrarian University*

**Анотація:** в статті проведено аналіз основних методів визначення однорідності дрібнодисперсних сумішей, в результаті чого було встановлено, що всі вони характеризуються значною трудомісткістю та низькою швидкістю реалізації. Розроблено високоефективний фотоаналітичний метод оцінки однорідності, що базується на цифровому аналізі фотоперерізу отриманих сумішей в середовищі MathCad с послідовною ідентифікацією кольорності кожного пікселю отриманого зображення, що дає можливість значно знизити час на проведення лабораторних досліджень однорідності за умови високого ступеня валідації отриманих результатів, а як наслідок значно підвищити ефективність управління якістю продукції.

**Ключові слова:** однорідність, якість змішування, цифровий фотопереріз, фото аналітичний метод, суміш.

### **Вступ**

Приготування сипких сумішей є невід'ємною складовою багатьох сучасних технологічних процесів в агропромисловому комплексі країни [1]. Однорідність вихідних сумішей значним чином впливає на формування різноманітних фізико-механічних властивостей та якісних характеристик кінцевого продукту.

Основною проблематикою означеної технологічної операції, є значна трудомісткість та низька швидкість визначення однорідності дрібнодисперсних сумішей, із розмірами частинок менше 1 мм, що зумовлює актуальність пошуку високоефективних експрес-методів оцінки якості змішування компонентів означеного класу, за умови збереження точності результатів даної операції контролю.

**Метою даної роботи** є підвищення ефективності управління якістю продукції, шляхом розробки високоефективного методу для оцінки однорідності суміші мілкодисперсних матеріалів з розмірами від 0,8-0,05 мм.

### **Викладення основного матеріалу**

Усі існуючі методи кількісного аналізу проб суміші сипких матеріалів на вміст у них ключового компонента поділяють на дві групи [2, 3]. Методи першої групи розроблені для безпосередньо кількісного аналізу компонентів проби суміші без попереднього її розчинення. До них відносяться здебільшого гравіметричні, радіометричні та фотографічні методи. До другої групи віднесено методи, які вимагають попереднього розчинення проби

суміші у відповідній рідині. До цієї групи належать хімічні, кондуктометричні, потенціометричні, оптичні та деякі інші методи аналізу розчинів [4].

Гравіметричні методи першої групи полягають у поділі проби суміші сипких матеріалів на складові компоненти й у подальшому їх зважуванні. Ці частинки суміші мають порівняно великі розміри (більше 2 мм), та їх приналежність до того чи іншого компонента можна визначити за зовнішніми ознаками (кольором, формою) та розділити вручну.

Значно складніше розділити на компоненти пробу суміші дрібнодисперсних матеріалів. З відомих способів поділу сипких матеріалів використовують розсів на ситах, поділ у магнітному полі або в повітряних сепараторах. Розсів на ситах застосовується, коли частинки ключового компонента становлять фракцію, у яку не потрапляють частинки інших компонентів. Для аналізу проб невеликої ваги цей спосіб поділу компонентів практично не придатний. Другий спосіб поділу використовують, коли один із компонентів можна відділити завдяки його магнітним властивостям [4].

Гравіметричні методи другої групи полягають у розчиненні проби суміші у відповідній рідині і наступному визначенні ваги компонента, що перейшов у розчин, і залишку. Методи ці трудомісткі, тому що включають у себе операції розчинення, фільтрації, висушування, зважування і різняться незначною точністю [4].

Серед хімічних методів аналізу найбільшого поширення набув метод титрування. При цьому методі спеціально підібраний реагент (титрант) вибірково реагує з ключовим компонентом, що перебуває в розчині [2]. До недоліків означеного методу можна віднести не завжди швидке встановлення потенціалу після додавання титранту і необхідність у багатьох випадках робити при велику кількість проб.

Кондуктометричний метод визначення концентрації розчиненої у воді речовини (електроліту) ґрунтується на здатності таких розчинів проводити електричний струм. Ця здатність характеризується величиною електропровідності та залежить від концентрації і природи розчиненої речовини. Проте даний метод непридатний, якщо під час розчинення у воді досліджуваної наважки суміші сипких матеріалів у розчині виявляють речовини з приблизно однаковою рухливістю іонів [2,3].

Враховуючи недоліки вищеписаних способів, нами було запропоновано фотоаналітичний метод оцінки однорідності, що базується на цифровому аналізі фотоперерізу отриманих сумішей в середовищі MathCad с послідовною ідентифікацією кольорності кожного пікселю отриманого зображення.

Суть даного методу полягає у відбиранні проб отриманих сумішей по 50 грам та висипання їх в ємкість з прозорим дном, яка розміщується на полотні сканера, формуючи таким чином цифровий профіль матеріалу із заданим співвідношенням пікселів 600x600 (рис. 1). В даному випадку в якості базових елементів для змішування було вибрано попередньо здрібнений тальк та коріння валеріани.

Після чого за допомогою програмного середовища MathCad отримане зображення було розкладено в двовимірну матрицю, масив якої містить 360000 комірок, присвоюючи кольорову ідентифікацію кожному пікселю від 0 – «чорний» до 255 – «білий» колір.

Тобто кожна комірка містить ідентифікаційне значення кольорності відповідного пікселя на фотоперерізі отриманої суміші. В результаті даного аналізу ними було отримано середньостатистичні величини ідентифікаційних значень отриманих сумішей з похибкою в 1,2 % (рис. 2).



Рис. 1. Побудова фото перерізу отриманої суміші: 1 – прозоре деко; 2 – вихідна суміш; 3 – сканер; 4 – комп'ютер

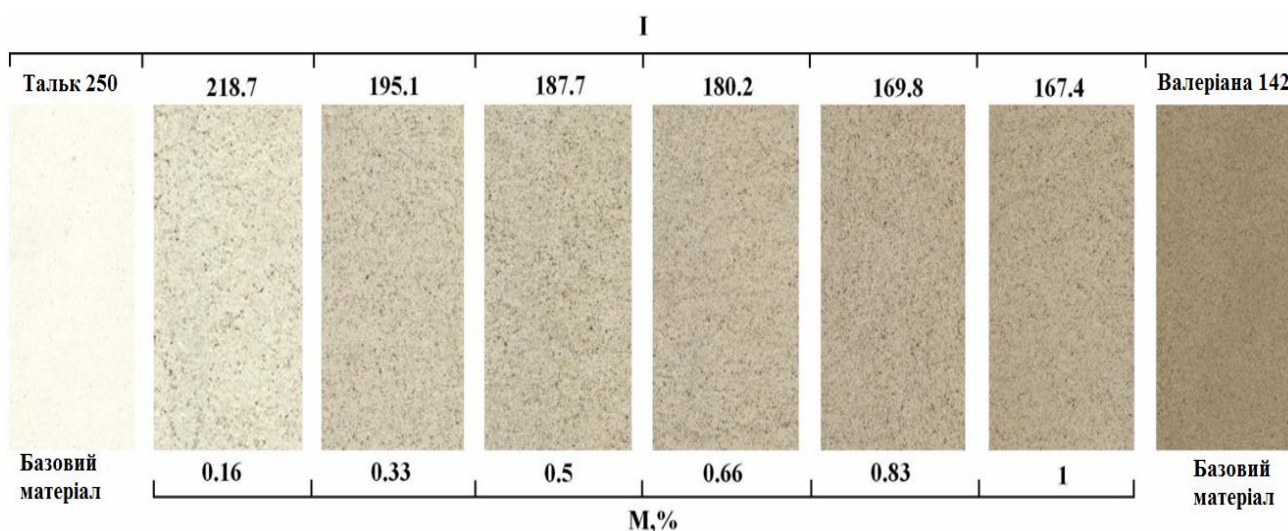
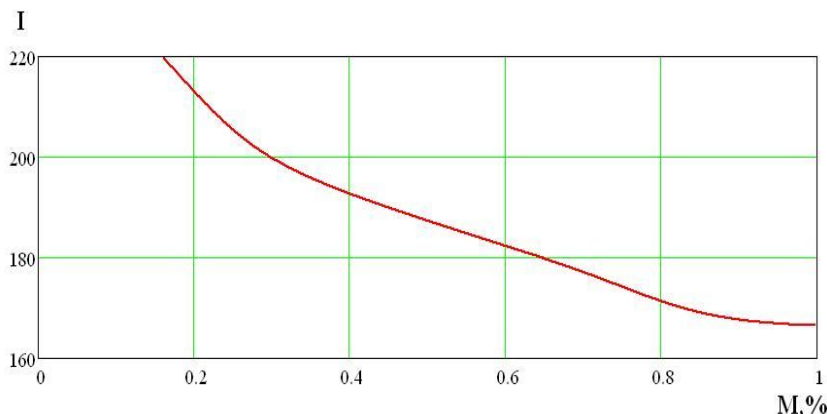


Рис. 2. Карта розподілу кольорності: I - ідентифікаційне значення кольору; M - ступінь однорідності суміші відповідно до кольорності, %

На основі отриманих ідентифікаційних значень кольорності ряду перерізу суміші із заздалегідь відомим ступенем змішування, було проведено регресійно-інтерполяційний аналіз даних та побудовано поліноміальне рівняння 4 степеня (1), що характеризує розподіл однорідності залежно від цифрового значення ідентифікатора.

$$F_{\text{регресія}} = 704,46 \cdot x^4 - 1,725 \cdot 10^3 \cdot x^3 + 1,504 \cdot 10^3 \cdot x^2 - 598,737 \cdot x + 282,596 \quad (1)$$

Далі за допомогою отриманого поліноміального рівняння (1) шляхом програмного аналізу було визначено ступінь однорідності змішування дрібнодисперсних матеріалів залежно від узагальненого ідентифікаційного значення фотоперерізу оброблюваного матеріалу рис. 4.



**Рис. 3. Залежність розподілу однорідності отриманої суміші від ідентифікації кольорності її фото перерізу: I - цифрове значення ідентифікації кольору суміші; M - однорідність отриманої суміші, %**



K = READBMP("d:\Анализ\0.5.jpg")

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	173	168	168	199	195	200	203	210	221	210
1	193	170	172	195	201	211	212	217	224	213
2	198	181	177	181	208	215	210	210	200	188
3	200	198	178	181	209	216	212	199	189	193
4	186	201	186	172	191	210	196	182	194	210
5	178	187	181	184	190	188	184	178	192	199
6	193	177	182	204	211	207	182	181	195	189
7	186	182	186	199	215	226	199	185	193	180
8	150	150	173	171	188	207	205	192	185	185
9	148	136	142	149	173	189	193	194	202	188
10	178	151	135	143	176	198	191	197	201	173
11	197	191	176	172	183	199	197	201	204	177
12	174	170	169	172	180	189	176	173	186	194
13	181	173	162	157	177	172	167	160	164	186
14	204	192	174	177	180	188	177	171	181	202
15	186	189	172	164	171	196	167	186	201	...

P := rows(K) \* cols(K)

h = 6.758 × 10<sup>7</sup>

P = 3.6 × 10<sup>5</sup>

O :=  $\frac{h}{P}$

h =  $\sum_{i=0}^{999} \sum_{j=0}^{999} K_{i,j}$

O = 187.717

**Рис. 4. Лістинг програмного аналізу для ідентифікації кольору фотоперерізу отриманої суміші: 1 – фотопереріз суміші; 2 – ідентифікаційна матриця кольорності; 3 – узагальнений ідентифікатор**

Основною перевагою поданої методики є значна швидкість та точність отриманих результатів, зумовлена мінімізацією впливу людського фактора на отримані результати.

### Висновки

Запропонована методика для оцінки отриманої суміші дає можливість значно знизити час на проведення лабораторних досліджень однорідності за умови високого ступеня валідації отриманих результатів, а як наслідок значно підвищити ефективність управління якістю продукції.

### Список літератури

1. Цуркан О.В. Комбінований вібраційний змішувач / О.В. Цуркан, І.М. Кесарчук // Вібрації в техніці

та технологіях. 2009. – № 1(53). – С. 114-115.

2. Руководство к лабораторным занятиям по заводской технологии лекарственных форм / под ред. А. И. Тенцовой. – М. : Медицина, 1986. – 272 с.

3. Ходаков Г. С. Основные методы дисперсного анализа порошков / Ходаков Г. С. – М. : Стройиздат, 1968. – 199 с.

4. Королев Л. В. Метод оценки качества смешения сыпучих материалов по распределению частиц в плоском сечении рабочего объема / Л. В. Королев, М. Ю. Таршиис // Известия вузов. Химия и химическая технология. – 2002. – Т. 45, вып 1. – С. 98–100.

### References

1. Tzurkan O.V. Kombinovanyu vibratsiynny zmishuvach / O.V. Tsurkan, I.M. Kesarchuk // Vibratsiyni v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh. 2009. – № 1(53). – S. 114-115.

2. Rukovodstvo k laboratornim zanyatyam po zavodskoy tekhnolohyy lekarstvennikh form / pod red. A. Y. Tentsovoy. – М. : Medytsyna, 1986. – 272 s.

3. Khodakov H. S. Osnovnie metodi dyspersnoho analiza poroshkov / Khodakov H. S. – М. : Stroyzdat, 1968. – 199 s.

4. Korolev L. V. Metod otsenky kachestva smesheniya sipuchykh materyalov po raspredeleniyu chastyts v ploskom secheniyu rabocheho obiema / L. V. Korolev, M. Yu. Tarshys // Yzvestiya vuzov. Khymyya y khymycheskaya tekhnolohyya. – 2002. – Т. 45, vip 1. – S. 98–100.

## РАЗРАБОТКА ФОТОАНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА АНАЛИЗА КАЧЕСТВА СМЕСИ

**Аннотация:** в статье проведен анализ основных методов определения однородности мелкодисперсных смесей, в результате чего было установлено, что все они характеризуются значительной трудоемкостью и низкой скоростью реализации. Разработан высокоэффективный фотоаналитический метод оценки однородности, основанный на цифровом анализе фотосечения полученных смесей в среде MathCad с последовательной идентификацией цвета каждого пикселя полученного изображения, что дает возможность значительно снизить время на проведение лабораторных исследований однородности при высокой степени валидации полученных результатов, а как следствие значительно повысить эффективность управления качеством продукции.

**Ключевые слова:** однородность, качество смешивания, цифровое фотосечение, фотоаналитический метод, смесь.

## DEVELOPMENT OF ANALYTICAL METHOD OF ANALYSIS PHOTO QUALITY TUMORS MIXTURE

**Summary:** in article the main methods of determining the uniformity of fine mixtures is analyzes, in resulting in it was found that all of them are characterized by considerable complexity and low rate of implementation. A highly efficient method for estimating analytical method uniformity based on numerical analysis foto profile resulting mixture in a medium with MathCad consistent identification color each pixel of the image, making it possible to significantly reduce the time to conduct laboratory tests of homogeneity provided a high degree of validation of the results, and consequently much increase the effectiveness of quality management.

**Keywords:** homogeneity, mixing quality, digital foto profile, photos analytical method, mix.