

ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ОДНОРІДНОСТІ ПРЕМІКСІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ФЕРОМАГНІТНИХ МІКРОТРЕЙСЕРІВ

В.Ю. Крикунова

Полтавський державний аграрний університет

Обов'язковою умовою соціальної та економічної стабільності держави залишається продовольча безпека, що завжди посідає провідне місце у загальній національній безпеці кожної країни. Комбікормова промисловість є однією з основ забезпечення населення м'ясною продукцією. Виробництво збалансованих комбікормів у теперішніх реаліях в умовах перебоїв або обмеженого енергопостачання є справжнім викликом.

Збільшення кормовиробництва залежить від забезпечення тваринництва та птахівництва якісними кормосумішами шляхом введення преміксів – екологічно безпечних біологічно активних добавок, що позитивно впливають на обмін речовин, попереджають розвиток гіповітамінозу, дозволяють збалансувати вміст основних поживних речовин у раціонах годівлі, стимулюють імунобіологічні системи організму.

Так важливим етапом у технологічному процесі виробництва комбікормів та преміксів є досягнення їх однорідності. На сьогоднішній день розроблений національний стандарт України ДСТУ 4120-2002, що чинний від 2003-04-01. Методи контролю, які закладені в ДСТУ, громіздкі, тривалі за часом і дуже далекі від останнього слова техніки в лабораторній практиці і, зазвичай, повільно обновляються [1]. Саме тому для багатьох промислових виробників було прийнято рішення впровадити досить складну, але в той же час максимально ефективну інтегровану систему якості і безпеки продукції, що об'єднує основні міжнародні стандарти ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, GMP +B1, національний американський стандарт (ANSI/ASAE S303.4 SEP2007) [2]. Тому пошук технологічних рішень покращення умов отримання гомогенних сумішей та рівномірного розподілу мікрокомпонентів, таких як вітамінів, мікроелементів, антиоксидантів, кормових антибіотиків та інші поживних речовин у складі преміксів є актуальним, а необхідність зниження питомих витрат енергії на їх виробництво відповідає вимогам часу [3].

Один із біотехнологічних процесів у вирішенні проблеми виробництва високоякісних комбікормів та отримання достовірних результатів в однорідності змішування їх компонентів є використання так званих індикаторів або феромагнітних мікротрейсерів (МТ). Аналітична процедура із застосуванням цих маркерів досить економічна і не довготривала, аналітична помилка при їх визначенні може становити 2–3%. Індикатори не змінюють колір преміксів, і результати дослідження їх є відтвореними, знайшли широке застосування більше як у 70 країнах світу, з їх використанням вироблено понад 500 млн т готової продукції. МТ можуть служити також для маркування вітамінних, мінеральних або лікарських преміксів у готових кормах [4].

Метою нашої роботи було визначення однорідності компонентів преміксів при змішуванні із застосуванням феромагнітних мікротрейсерів. Робота виконана відповідно до ініціативної тематики наукових досліджень «Мікротрейсери – індикатори однорідності та безпеки кормів для сільськогосподарських тварин», державний реєстр тематики 0116U007733. Предметом дослідження є оцінка вірогідності (величина Р) вилучення розподілу часток МТ та визначення коефіцієнта варіації CV у кормовій суміші.

Експериментальна частина проводилась за методикою, що розроблена та запатентована в американській фірмі «Micro Tracers, Inc., San Francisco, CA 94124», яка виробляє маркери, відомі під назвою «мікротрейсери» (Eisenberg, Eisenberg, 1992), що представляють собою забарвлені частки заліза певного розміру («Microtraser Red #40») і прилади для їх видалення із сумішей. Гомогенність маркованого продукту, тобто преміксу визначали з використанням банки Мейсона, в кришку якої вмонтований керамічний магніт та фільтрувальний папір діаметром 7 см; висипали 70 г досліджуваного продукту – преміксу,

грунтовно струшували банку протягом 60 секунд для того, щоб основна кількість часток МТ притягнулась до поверхні фільтрувального паперу магнітної кришки, сприскували водно-спиртовим розчином; просушували фільтр, де й виявляли індикатор у вигляді червоних п'ятен. Якість змішування преміксу визначали за результатами аналізу методом математичної статистики [5].

Результати та їх інтерпретація. У нашому експерименті для оцінки однорідності (тестування) змішування компонентів преміксів (товариство «Інбел», Novakora) на 1900 кг було взято 19 г Microtraser Red #40, що склало 475000 часток, так як при змішуванні з 1 т преміксу, було взято 10 г МТ, що відповідає точності змішування 1:100000/ [6–8].

Наводимо приклад результатів змішування мікротрейсерів у пробах, зі змішувача та з фасування (кількість степенів свободи – (n-1).

Таблиця 1 – Результати змішування мікротрейсерів у пробах, взятих зі змішувача (число степенів свободи – (n-1)

Номер досліджуваного зразка	Кількість кольорових плям мікротрейсерів (X)	Абсолютне значення (X-X _{ср})	(X-X _{ср}) ²	χ ²	Вірогідність вилучення (P), %
1	7	-3	9	89 : 10 = 9	P=44%
2	6	-4	16		
3	8	-2	4		
4	13	3	9		
5	14	4	16		
6	14	4	16		
7	13	3	9		
8	11	1	1		
9	10	0	0		
10	7	-3	9		
	Сума S = 103		Сума = 89		

Кількість зразків n = 10

Число степенів свободи n – 1 = 9

Сума МТ S = 103, Середнє арифметичне значення (X_{ср}) S:10≈10 (округлено)

Середнє арифметичне квадратів 89 : 10 = 8,9

Корінь квадратний із 8,9 = 2,97

Коефіцієнт варіації CV (в %) 2,97 : 10 = 0,297 x 100% ≈ 30%

χ² = 89 : 10 = 8,9 ≈ 9

Вірогідність вилучення ≈ 44 %

Таблиця 2 – Результати змішування мікротрейсерів у пробах, взятих із фасування (число степенів свободи – (n-1)

Номер досліджуваного зразка	Кількість кольорових плям мікротрейсерів (X)	Абсолютне значення (X-X _{ср})	(X-X _{ср}) ²	χ ²	Вірогідність вилучення (P), %
1	8	-5	25	79: 13 = 6,01	P=64%
2	10	-3	9		
3	12	-1	1		
4	16	3	9		
5	17	4	16		
6	13	0	0		
7	10	-3	9		
8	12	-1	1		
9	16	3	9		
	Сума=114		Сума = 79		

Кількість зразків $n = 9$

Число степенів свободи $n - 1 = 8$

Сума МТ $S = 114$

Середнє арифметичне значення $(X_{cp}) 114 : 9 = 13$ (округлено)

Середнє арифметичне квадратів $79 : 9 = 8,8$

Корінь квадратний із $8,8 = 2,97$

Коефіцієнт варіації CV (в %) $2,97 : 13 * 100 \approx 23 \%$

$\chi^2 = 79 : 13 \approx 6,1 \approx 6$

Вірогідність вилучення $\approx 64 \%$

Залежно від величини вірогідності вилучення МТ прийнято виділяти три типи гомогенності отриманих сумішей: а) повне змішування (вірогідність понад 5%); б) проміжне (вірогідності 1–5%); в) неповне змішування (вірогідність нижче 1%) [4, 8].

За результатами даних з таблиць 1 і 2, де спостерігалась вірогідність вилучення МТ $P=44\%$ і $P=64\%$ відповідно, можна зробити висновок про повне змішування компонентів преміксу, тобто його однорідність.

Використання МТ можуть бути ефективним і в момент придбання обладнання, так як дозволяють швидко визначити якість його роботи. Населення планети потребує безпечних джерел живлення. За цим покликана стежити система контролю НААСР, тому що запобігання проблем значно важливіше і правильніше, ніж реагування на результати їх появи.

Отже, контроль за якістю змішування при виробленні різних кормосумішів з використанням мікротрейсерів є однією зі складових частин загальної системи контролю за виробництвом здорових харчових продуктів для людей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ ISO 22000:2007. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга (ISO 22000:2005, IDT Київ Держспоживстандарт України 2007).
2. GMP+ Certification Scheme for the Animal Feed Sector 2006 (version: 20.10.'09/corr.09.11.'09), ANSI/ASAE S303.4 SEP2007.
3. Опара В.О. Визначення ступеня однорідності комбікормів у господарських умовах // Вісник Сумського національного аграрного університету: СНАУ, 2015.– С. 125-128.
4. Барашков Н.Н., Писаренко П.В., Крикунова В.Ю., Сахно Т.В., Крикунов О.А. Ферромагнитные микротрейсеры как индикаторы качества однородности комбикормов для животноводства и птицеводства // Зернові продукти і комбікорма. – 2016. – Vol.63/1.3. – С.34-40.
5. Іргібаєва І.С., Сахно Т.В., Омелян О.М., Крикунова О.О., Писаренко П.В. Застосування статистичних методів для підвищення контролю якості змішування інградієнтів при виробництві кормів // Людина, природа, техніка: VII Міжнародна наукова практична конференція. – 2017. – С. 61-63.
6. Jolanta B. Krolczyk Homogeneity assessment of multi-element heterogeneous granular mixtures by using multivariate analysis of variance // Tehnički vjesnik 23, 2(2016), 383-388.
7. Eisenberg S., Eisenberg D. Particle Size and Mixing Problems for Aquatic Feeds, Feed Manufacturing, Technology IV, AFIA, 1994. p. 498.
8. Barashkov N., Eisenberg D., Eisenberg S., Mohnke J. Ferromagnetic microtracers and their use in feed applications. XII Int. Feed Technol. Symp. Novi Sad, 2008.