

УДК 636.085.55.4

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КОМБІКОРМІВ У ЗМІШУВАЧАХ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

І.І.Дударев, канд.техн.наук

Одеський державний аграрний університет

Виготовлення комбікормів можливо прогнозувати з врахуванням того, що утворення суміші здійснюється під впливом щільності потоків подій тому запропоновано рівняння, яке дозволяє оцінювати досягнення однорідності в функції часу.

Ключові слова: суміш, комбікорм, змішування, однорідність, сегрегація.

Вступ. Із зоотехнічної точки зору важливо не лише ввести до складу кормосуміші передбачені раціоном компоненти в необхідному співвідношенні, але і необхідно, щоб усі вони були рівномірно розподілені в усьому об'ємі суміші. Однорідність суміші забезпечує однакову поживну цінність корму в усіх частинах його об'єму. Використання для годування тваринних неоднорідних за своїм складом сумішей значно знижує їх продуктивну дію. Особливо важливо розподіляти в масі кормосуміші компоненти, що вводяться в невеликих кількостях і мають високу кормову цінність або біологічну активність : комбікорми, БВД, премікси, вітаміни, мікроелементи, лікарські препарати та ін. Однорідність має велике значення, оскільки добовий раціон, а особливо разова дача корму тваринам, зокрема птахів, дуже мала. В окремих випадках вона обчислюється декількома десятками грамів. І в цій невеликій кількості корму мають бути усі речовини, передбачені раціоном комбікормів, БВД, преміксів і так далі. Рівномірність розподілу компонентів забезпечується їх змішуванням.

Проблема. Перетворення деякого переліку компонентів на кормосуміш з певними властивостями. Інакше кажучи, змішування -сукупність процесів спрямованого формування однорідних по складу, щільності і фізико-механічними властивостям систем з набору необхідних компонентів. На підставі узагальнення даних про механіку змішування, математичний опис визначають залежністю між параметрами, що характеризують механічний рух часток під дією вхідних факторів по рівнянням балансів або імовірнісних характеристик процесу. При таких поданні процесу можна одержати характеристики по енергетичних витратах, часу і якості змішування, обумовлені різними показниками, які можна прийняти критеріями оптимальності. Математичні описи в цьому випадку можуть бути отримані як на основі детермінованих факторів, що викликають зміну положення часток у просторі, так і з використанням імовірнісних методів оцінки фізичних властивостей часток і розподілу їх у робочій зоні змішувача. Критерії

оптимальності в обох випадках можуть бути однаковими. Одержати найбільш однорідну суміш можна при змішуванні компонентів, що володіють однаковими або близькими фізико-технологічними властивостями. Для кожної сукупності компонентів, користуючись вибраними критеріями оцінки однорідності суміші, можна визначити час, після чого ефективність змішування не покращиться.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Завершаючою операцією приготування кормових сумішей та комбікормів є змішування компонентів в спеціальних пристроях - змішувачах порційної або безперервної дії. При дослідженні процесу змішування в безперервно-потоківих апаратах широко використовується спосіб непрямой оцінки дії їх шляхом визначення часу перебування в робочій зоні мічених часток, або інших індикаторів. Цей прийом заснований на аналізі функції розподілу часу перебування суміші компонентів в апараті. Іноді операцію змішування поєднують з основним або додатковим подрібненням компонентів. Зокрема, хороший змішувачий ефект мають молоткасті дробарки, і ця властивість успішно використовується при виробництві комбікормів. При приготуванні вологих кормосумішей застосовують подрібнювачі-змішувачі з ножовими робітниками органами. Залежно від виду і способу утримання тварин або птахів, прийнятого типу годування, а також і наявності кормів в господарстві кормові суміші готують різній консистенції:

- сухі (комбікорми і кормосуміші) - вологість $W=13 - 15\%$;
- вологі розсипні - $W=45 - 70\%$;
- рідкі (текучі) $W=75 - 85\%$.

Усі ці суміші отримують шляхом механічного перемішування до однорідної маси. Тому якість змішування визначається мірою однорідності суміші. Її мінімум встановлюють зоотехнічні вимоги:

- для свиней - 85% ;
- для птаха - 90% ;
- для великої рогатої худоби - 80% (з введенням карбаміду - 90%);
- комбікормів власного виробництва - $90 - 95\%$.

Перемішування кормової маси іноді проводять для перерозподілу вологи, тепла і розчинення деяких добавок.

Основні принципи змішування.

У змішувачах відбувається взаємне переміщення часток різних компонентів, причому в ідеальному випадку може бути отримана суміш, у будь-якій точці якої співвідношення компонентів відповідає заданому. Такий розподіл можливий в суміші, де компоненти складаються з сферичних часток однакових властивостей і розмірів, і за відсутності гравітації. Природньо, що в кормах цього не може бути, суміш компонентів складається з часток різних розмірів, які мають різні фізико-хімічні властивості. Тому на процес їх переміщення

впливає величезне число чинників, а в малих об'ємах змішаного продукту можлива безкінцева різноманітність взаємного розташування часток. Тому співвідношення компонентів у будь-якій точці суміші - випадкова величина. Виходячи з цього, сучасні методи оцінки якості кормових сумішей, міри їх однорідності засновані на методах статистичного аналізу. Велике число компонентів створює систему з багатьма випадковими величинами, закони якої дуже складні. Для оцінки якості суміші зазвичай виділяють компоненти, зміст яких в суміші має бути порівняльний невеликим, т. до. найскладніше рівномірно розподілити в суміші саме такі компоненти. Бажано, щоб фізичні властивості їх найбільшою мірою відрізнялися від властивостей інших компонентів і, найголовніше, щоб метод їх визначення був досить простий і надійний. При періодичному змішуванні в змішувач зазвичай поступає набір компонентів, причому вони заздалегідь майже не змішані один з одним. В процесі змішування відбувається: - переміщення групи суміжних часток з одного місця суміші в друге впровадження або ковзанням шарів; - поступовий перерозподіл часток різних компонентів крізь знову освічені межі їх розділу; - зосередження часток, що мають близькі розміри, форму, масу в різних місцях змішувача під дією сил тяжіння (гравітаційних сил). У першому і в другому випадках частки при змішуванні рівномірно розподіляються в суміші, останній, третій процес перешкоджає рівномірному розподілу часток. Усі три процеси в змішувачі протікають одночасно, але їх роль в різні періоди змішування неоднакова. На початку процесу якість суміші покращується в основному в результаті переміщення часток з одного місця суміші в інше впровадженням або ковзанням шарів. Швидкість процесу змішування практично не залежить від фізико-механічних властивостей компонентів, т. до. процес йде на рівні великих об'ємів. Найбільш важливу роль в цей час грає конструкція змішувача, що надає суміші визначений характер руху. У цей період (т. е. на початку змішування) частки не устигають зосередитися в різних місцях змішувача, т. до. у пересувних об'ємах компоненти один відносно одного нерухомі. Поступово в процесі змішування відбувається перерозподіл часток. У цій фазі на ефективність змішування починають впливати щільність, форма і характер поверхні часток, гранулометричний склад, вологість компонента, його сипучість. Чим ближче по своїх властивостям компоненти, тим ефективніше процес їх змішування. Число компонентів також має значення для процесу змішування при великому числі компонентів доля кожного з них зменшується, а тривалість процесу збільшується. Розподілити рівномірно компоненти з високою дисперсністю легше, т. до. у одиниці об'єму міститься більша кількість часток. При цьому набуває чинності процес зосередження часток, злипання їх в різних частинах змішувача. Чим більше відмінність у фізичних властивостях змішуваних компонентів, тим цей процес довше. Вибір конструкції змішувача залежить від властивостей змішуваних компонентів. При перемішу-

ванні сипких компонентів широко використовують гравітаційні сили, під впливом яких вони пересипаються і перемішуються. Для важко сипких компонентів і для змішування сипких компонентів з рідкими гравітаційних сил недостатньо, доводиться переміщати матеріал шнеками, лопатками і т. д. При безперервному змішуванні вступ компонентів, їх змішування і видача готової суміші відбуваються безперервно. Якість суміші, що отримується в цих змішувачах, залежить не лише від їх конструкції, але і від рівномірності дозування компонентів. Особливо важко отримати кормо суміші, що включають силос, солому, сінаж, коренеклубнеплоди, комбікорм або дерть, які істотно розрізняються за фізико-механічними властивостями. При чисто механічному змішуванні створити кормосуміш необхідної однорідності 80-90% дуже проблематично. Для кормів з включенням довговолокнутих компонентів якісна кормосуміш може бути отримана тільки за рахунок зрізуючого змішування і розтирання порції шару, що досягається додатковим подрібненням компонентів під час змішування. Для приготування комбікормів в господарствах застосовують головним чином шнекові змішувачі - вертикальні, горизонтальні, похилі або планетарні. Для приготування вологих кормових сумішей із стеблових кормів і коренеклубнеплодів до останнього часу застосовувалися переважно тихохідні, горизонтальні одно- або двохвальні лопатеві змішувачі порційної дії. Застосування заміни незбираного молока для телят пов'язане з необхідністю готувати рідкі кормові суміші у вигляді емульсій. Застосування рідкого годування у свинарстві вимагає приготування суспензій. Виготовлення кормових дріжджів пов'язане з керуванням біомаси для насичення рідкої фази киснем. Рідкі компоненти змішують, як правило, механічним способом в апаратах з мішалками. Але у ряді випадків застосовують циркуляцію насосом або пневматичне перемішування (барботажа). Для механічного способу застосовують тихохідні лопатеві мішалки або швидкохідні - турбінні і пропелерні. Лопатеві мішалки використовують для перемішування в малих об'ємах рідин великої в'язкості, пропелерні - для рідин малої в'язкості. Турбінні мішалки допускають широкий діапазон в'язкості. На підставі узагальнення даних про механіку змішування, математичний опис визначають залежністю між параметрами, що характеризують механічний рух часток під дією вхідних факторів по рівнянням балансів або імовірнісних характеристик процесу. При таких поданні процесу можна одержати характеристики по енергетичних витратах, часу і якості змішування, обумовлені різними показниками, які можна прийняти критеріями оптимальності. Математичні описи в цьому випадку можуть бути отримані як на основі детермінованих факторів, що викликають зміну положення часток у просторі, так і з використанням імовірнісних методів оцінки фізичних властивостей часток і розподілу їх у робочій зоні змішувача. Процес безперервного збільшення поверхні розподілу фаз при змішуванні ґрунтується на дифузійному перерозподілу компонентів суміші. Автори досліджень

І.М.Кулон, М.К.Метра характеризують як:

$$\frac{ds}{d\tau} = K \left(S_p - S \right) \quad (1)$$

де S_p – повнота кінцевого змішування;

K – коефіцієнт пропорційності;

S – величина досягнутої поверхні розподілу фаз за час τ

Вираження коефіцієнту однорідності суміші тоді:

$$P = \frac{S}{S_p} = 1 - e^{-k\tau_c} \quad (2)$$

Змішування визначається кінетичним просторовим перерозподілом часток з пропорційним збільшенням поверхні розподілу фаз між компонентами, Ж.Воллан, С.Фельдман:

$$\Delta\rho = \Phi(1 - \rho_{\tau_c}) \quad (3)$$

ρ_{τ_c} - відносна частка досягнутої поверхні S розподілу до максимальної S_p за

час τ_c змішування є статистичною категорією з біномінальним законом розподілу часток компоненту у пробах суміші, близьким до нормального а процес змішування визначається статистичною моделлю з імовірнісним законом розподілу Пуассону ля дискретних часток представленої проби. Аналіз результатів теоретичних обґрунтувань дозволяє зробити висновок, що незалежно від конструкції апаратів, принципу їхньої дії, режимів обробки, розходжень у матеріалах, що змішуються, більшість отриманих авторами виражень для визначення величини коефіцієнта однорідності суміші після допущень, що спрощуються, перетворень і обробки приводяться до виду:

$$P = 1 - \alpha_c e^{-k \tau_c} \quad (4)$$

Мета досліджень. Процес змішування багатокомпонентної полідисперсної системи розсипного комбікорму можна інтегрувати випадковим процесом з дискретними станами й безперервним часом τ_c .

Результати досліджень. Процес змішування багатокомпонентної полідисперсної системи розсипного комбікорму можна інтегрувати випадковим процесом з дискретними станами й безперервним часом τ_c . При такому підході i -м станом елементарного обсягу називається заповнення його i -м компонентом розсипного комбікорму ($i=1,2,3,\dots,n$), де n – кількість компонентів суміші комбікорму, а стан елементарного обсягу в момент τ_c прогнозується системою ймовірностей P_1, P_2, P_3 . Переходи елементарного обсягу з одного стояння в інше відбуваються

під впливом деяких потоків подій. Загальна схема процесу змішування розглядається стосовно до полідисперсної суміші, у якій геометрично ймовірності задані в початковий момент $\tau = 0$.

$$P_i(0) = \alpha_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n), \quad (5)$$

де: n - число компонентів суміші, по яких визначається однорідність; α_i - параметри, що задаються початковими умовами.

Якщо K_{c_i} - щільність потоків подій, що відбивають динаміку розподілу компонентів суміші, характеризується ймовірністю $P(\tau_{c_i})$, тоді для стану системи без вороття потоків можна одержати рівняння:

$$\frac{dP}{d\tau_c} = -k_{c_i} P_i; \quad \frac{dP}{d\tau} = \sum_{i=1}^n k_{c_i} P_i \quad (6)$$

$$P(\tau_c) + \sum_{i=1}^n P_i(\tau_c) = 1 \quad (7)$$

Вирішивши систему одержимо:

$$P_i(\tau) = c_i e^{-k_c \tau_c} \quad P_i(\tau) = 1 - c_i e^{-k_c \tau_c} \quad (8)$$

Постійні інтегрування одержуємо з початкових умов :

$$c_i = \alpha_i \quad (9)$$

Остаточно для полікомпонентної суміші:

$$P_i(\tau) = 1 - \sum_{i=1}^n \alpha_i e^{-k_c \tau_c} \quad (10)$$

Математичний опис однорідності змішування при оцінці одним індикатором незалежно від принципу дії й конструкції змішувача, режиму обробки, розходжень у фізичних властивостях компонентів, що змішують, може бути представлено рівнянням:

$$P(\tau) = \alpha_c e^{-k_c \tau_c} \quad (11)$$

де: τ - час змішування; K_c - коефіцієнт, що визначає конструкцію змішувача, особливості процесу змішування й при вибраних кінематичних конструктивних параметрах його значення є постійною величиною α_c - узагальнений коефіцієнт, що враховує фізичні властивості компонентів суміші, їхня здатність до змішування. Граничній, рівне одиниці, асимптотичне досягнення однорідності суміші визначається у функції часу. Величина неоднорідності суміші, що має зміст сегрегації, визначається величиною:

$$q = \alpha_c e^{-k_c \tau_c} \quad (12)$$

Графічна інтерпретація зміни фазового стану багатокомпонентної полідисперсної сипучої суміші комбікорму, виконана стосовно до вираження (1), представ-

лена на рисунку 1 в загальному вигляді для m компонентів $m=1,2,3\dots$ і апроксимується асимптотичною експонентою. Форма залежності визначає початкову й кінцеву фази змішування й ілюструється зміною площ квадратів, що умовно представляє компоненти, що змішуються. Стадії трансформування системи із сегрегированої у змішану показані прямокутниками під кривою у функції часу змішування. Аналіз фазових змін процесу змішування показує, що всі імовірнісні характеристики в майбутньому залежать лише від того, у якому стані цей процес перебуває в цей момент часу й не залежить від того, яким образом цей процес протікав у минулому.

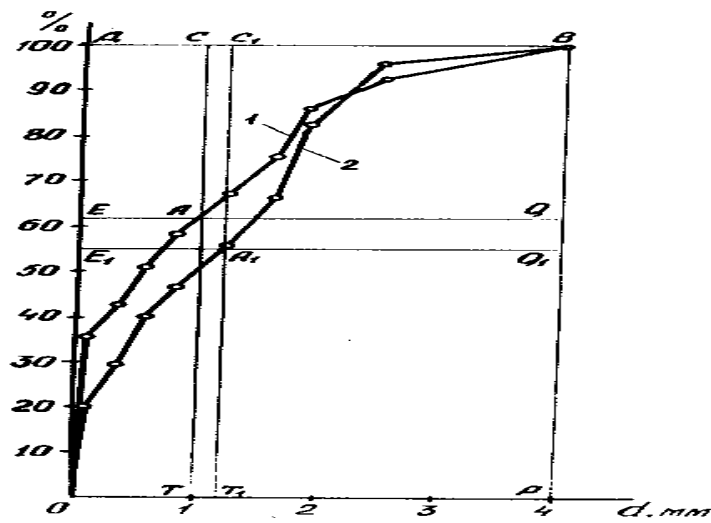


Рис. 1. Криві гравіметричного розподілу гранулометричного складу розсипних комбікормів: 1 – ПК1-18/31 2 – К55-13/7.

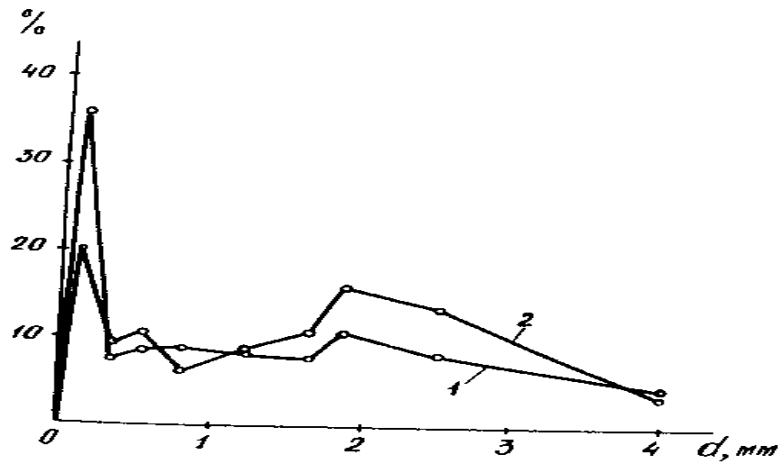


Рис. 2. Статистичні розподіли лінійних розмірів часток суміші компонентів комбікормів: 1 – ПК1-18/31, 2 – К55-1.

Висновки. Досягнення виготовлення комбікормів різного рецептурного складу з використанням n компонентів, які утворюють кінцевий стан суміші можливо прогнозувати з врахуванням того, що перехід з одного стану об'єму в інший здійснюється під впливом щільності потоків подій. Тому запропоновано вираження, яке дозволяє оцінювати досягнення однорідності в функції часу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Братерський Ф.Д., Дударев И.И., Матвиенко М.А. Опыт применения экспресных способов оценки содержания витаминов в комбикормах и БВД. – ЦНИИ комбикормовая промышленность. – М.: 1981, с. 3...4.
2. Дударев И.И., Братерский Ф.Д. Повышение эффективности смешивания компонентов комбикормов. – Обзорная информация. – М.: 1981, с.32...35.
3. Оцінка результатів зберігання сипучих комбікормів. Аграрний вісник Причорномор'я, збірник наукових праць, Технічні науки. Вип. ІУ19. Одеса, 2001-196 с. с.77...82.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ КОМБИКОРМОВ В СМЕСИТЕЛЯХ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

И.И.Дударев

Ключевые слова: смесь, комбикорм, смешивание, однородность, сегрегация.

Резюме

Изготовление комбикормов возможно прогнозировать с учетом того, что образование смеси осуществляется под воздействием плотности потоков событий потому предложено уравнение, которое позволяет оценивать достижение однородности в функции времени.

ANALYSIS OF PROCESS OF MIXING OF COMPONENTS OF COMBICORMOV IS IN MIXERS OF CONTINUOUS ACTION

I.I.Dudarev

Keywords: mixture, mixed fodder, mixing, homogeneity, segregation.

Summary

It is possible to forecast making of the mixed fodders taking to account that formation of mixture is carried out under act of closeness of streams of events that is why equalization which allows to estimate achievement of homogeneity constant-time is offered.

