

УДК 631.363. 636.085

## ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОЗДАЧІ КОРМІВ КОРМОРОЗДАВАЧАМИ

Шацький В.В., д.т.н.,

Побігун А.М., к.т.н.,

Коломієць С.М., к.т.н.,

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-05-70

**Анотація** – наведені показники якості виконання технологічного процесу роздачі кормів кормороздавачами та методика їх визначення в практичних умовах.

**Ключові слова** – показник якості, методика, кормороздавач, щільність, вологість, рівномірність змішування, роздача кормів, дозуючий пристрій, технологічний процес.

*Постановка проблеми.* На даний час якість продукції (послуг, технології) передбачає орієнтацію на споживача, як головного арбітра даної продукції, тому вона має відповідати потребам та очікуванням споживача, бути оціненою ним. З цього випливає, що якість – це відносне поняття, яке великою мірою визначається конкуренцією на ринку. Якість продукції з часом може знижуватися при виведенні конкурентами на ринок альтернативної продукції з кращими характеристиками [1].

Годування тварин кормосумішами, збалансованими за поживністю та енергією – одна з важливих умов підвищення їхньої продуктивності [2]. Сучасні кормороздавачі-змішувачі, головним завданням яких є приготування багатокомпонентних сумішей та дозована роздача їх тваринам, у більшості випадків, не забезпечують необхідну якість змішування та роздавання. На це впливає ряд факторів, зокрема, спосіб змішування, технологічна схема та конструктивні особливості змішувачів і їх режими роботи, фізико-механічні характеристики компонентів суміші, конструктивні особливості дозуючих пристроїв.

Тому, дослідження методики визначення показників якості виконання технологічного процесу роздачі корму кормороздавачами, з метою визначення недоліків їх функціонально-якісного забезпечення для подальшого удосконалення, є актуальними.

*Аналіз останніх досліджень.* Останнім часом якості змішування компонентів корму присвячено багато досліджень. Питання з методики визначення показників якості виконання технологічного процесу роздачі корму кормороздавачами, особливо жуйним тваринам, на даний час висвітлені недостатньо.

*Формулювання цілей статті.* Навести методику визначення показників якості виконання технологічного процесу роздавання кормів кормороздавачами в практичних умовах.

*Основна частина.* При визначенні якісних показників виконання технологічного процесу роздачі кормів в практичних умовах необхідно визначитись з точністю вимірювальних приладів і кількістю необхідних вимірів (дослідів) [3].

*Методика визначення продуктивності.* Продуктивність процесу (устаткування) визначається у відповідності до вимог ОСТ 70.19.2-83. Проби відбираються в термін, визначений вимогами щодо якості виконання процесу (від 1с і більше) з постійністю інтервалу часу в триразовій повторності. Кожна проба зважується на вагах (з відомою точністю виміру) або визначається її об'єм (також з певною точністю), а далі підраховується її середнє значення і визначається продуктивність за формулою

$$Q = m/t = (V_{\text{п}} \rho)/t_{\text{пр}}, \quad (1)$$

де  $m$ , ( $V_{\text{п}}$ ) – середнє значення маси (об'єму) проби, кг ( $\text{м}^3$ );

$t_{\text{пр}}$  – час подачі проби корму, с;

$\rho$  – щільність корму,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Час подачі проби (порції) корму для мобільного кормороздавача визначається виходячі з швидкості його переміщення при роздаванні корму по фронту годування тварин.

$$t_{\text{пр}} = s/v_{\text{к}},$$

де  $s$  – відстань (м), яку проходить кормороздавач з певною швидкістю  $v_{\text{к}}$  (м/с).

За відстань, як правило, приймають фронт годування тварин. Для молочного поголів'я ВРХ фронт годування дорівнює 1м.

Задавана норма видачі корму тваринам визначається за формулою

$$M_{\text{і}} = \frac{Q_{\text{к}} f_{\text{к}}}{v_{\text{к}}}, \quad (2)$$

де  $Q_{\text{к}}$  – продуктивність видачі корму кормороздавачем,  $\text{кг}/\text{с}$ ;

$f_{\text{к}}$  – фронт годування тварин, м.

*Показники функціональної якості виконання процесу роздачі кормів.* Складовими якості виконання процесу роздачі кормів є:

- нерівномірність роздачі кормів;

- рівномірність змішування компонентів раціону;
- точність роздачі кормів;
- втрати корму.

Відхилення маси порцій залежить від фракційного складу та різного розташування часток в об'ємі порції ( $\sigma_{ml}$ ), геометричних параметрів ( $\sigma_{mH}$ ) корму в бункері роздавача, коливань щільності ( $\sigma_{mp}$ ) і вологості корму ( $\sigma_{mw}$ ), а також конструктивно-технологічних параметрів дозуючого пристрою ( $\sigma_{mk}$ ).

Через взаємозалежність перерахованих вище факторів середнє квадратичне відхилення  $\sigma_{\Sigma}$  порцій виражається залежністю

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sigma_{ml}^2 + \sigma_{mp}^2 + \sigma_{mw}^2 + \sigma_{mH}^2 + \sigma_{mk}^2} . \quad (3)$$

*Нерівномірність роздачі кормів.* Середнє значення вибірки ( $\bar{x}$ ) визначається за формулою

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{n_{1-3}}, \quad (4)$$

де  $m_i$  – маса  $i$ -ої проби, кг;

$n_{1-3}$  – три проби з додатку.

Мінімальний об'єм вибірки (числа вимірювань) визначається для малих вибірок ( $n < 30$ ) за формулою

$$n_{\min} = \frac{v_{\hat{a}} t^2}{T^2}, \quad (5)$$

де  $t$  – коефіцієнт Стюдента, що визначає рівень значущості, обумовлений ступенем свободи  $k = n - 1$  і рівнем ймовірності  $P = 0,95$ ;

$T$  – точність вимірювань, проц. ( $t < 5\%$ );

$v_{\hat{a}}$  – коефіцієнт варіації, визначається за формулою

$$v_{\hat{a}} = \frac{\sigma_{1-3}}{m_{1-3}} 100\%, \quad (6)$$

де  $\sigma_{1-3}$  – середнє квадратичне відхилення

Відповідність процесу роздачі корму зоотехнологічним вимогам визначається нерівномірністю розподілу корму по фронту годування тварин (для великої рогатої худоби фронт годування в середньому дорівнює 1 м), яка за оцінкою коефіцієнта варіації не може перевищувати  $\pm 10\%$ .

Коефіцієнт варіації оцінює 67% сукупності дослідів (вимірювань), що не дає повної характеристики процесу. Тому частіше для оцінки нерівномірності розподілу використовують показник  $\theta$  (відно-

сне поле допуску), який може оцінювати до 99,7% сукупності даних вимірювань [3].

$$\theta = \frac{t\sigma}{\bar{m}_n} \cdot 100\% , \quad (8)$$

де  $t$  – рівень значущості, обумовлений ступенем свободи  $k = n-1$  і рівнем ймовірності  $P=0,95$ ;

$\sigma$  – середнє квадратичне відхилення маси порцій;

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (m_i - \bar{m}_i)^2}{n - 1}} , \quad (9)$$

де  $n$  – кількість проб ( $n=5$ );

$\bar{m}_n$  – математичне очікування маси порції.

*Рівномірність змішування компонентів раціону.* У зв'язку з тим, що споживачем корму є тварини, для яких головним в кормі є суха речовина, то доцільно для оцінки якості роздачі використовувати нерівномірність розподілу сухої речовини (СР). Особливо це відноситься до оцінки розподілу СР компонента корму в кормосуміші при використанні кормороздавачів як змішувачів (при пошаровому розподілу компонентів в бункері) [2].

Рівномірність змішування оцінюється розподілом контрольного компонента, яким може бути суха речовина основного компонента кормосуміші.

Суха речовина компонента раціону визначається як добуток маси компонента в  $i$ -ій пробі кормосуміші і концентрації СР цього виду корму

$$СР_{ki} = \bar{I}_{\text{є}^3 k_{\text{п} \delta^3}} , \quad (10)$$

де  $СР_{ki}$  – суха речовина компонента раціону, кг;

$M_{ki}$  – маса компонента раціону згідно дослідів, кг;

$k_{\text{ср}i}$  – концентрація СР в 1 кг компонента корму раціону, кг/кг.

Рівномірність розподілу СР компонента в раціоні, що отримують тварини

$$\theta_{\text{п}i} = 100 - \frac{t\sigma_{\text{п} \delta^3}}{\bar{N} \bar{D}} \cdot 100\% , \quad (11)$$

де  $\sigma_{\text{ср}i}$  – середнє квадратичне відхилення сухої речовини компонента корму, кг (розраховується аналогічно до формули (9));

$\bar{СР}_i$  – середнє значення сухої речовини порції кормосуміші, кг;

$$\bar{СР}_i = \bar{I}_{\text{є}^3 k_{\text{п} \delta^3}} , \quad (12)$$

де  $M_{ki}$  – середнє значення маси компонента корму, кг.

Таблиця 1– Розрахунок рiвномiрностi розподiлу корму за сухою речовиною

Найменування даних та обчислень	Компоненти рацiону				
	1-й КОМ-ПО-НЕНТ	2-й КОМ-ПО-НЕНТ	3-й КОМ-ПО-НЕНТ	...	n-й КОМ-ПО-НЕНТ
Вид корму					
Маса корму $M_{ki}$ , кг					
Концентрацiя СР в 1 кг корму $k_{срi}$					
Кiлькiсть проб, од.					
Середня кiлькiсть СР в компонентi, кг					
Середнє вiдхилення СР в компонентi, кг					
Середнє квадратичне вiдхилення СР в компонентi, кг					
Рiвномiрностi розподiлу i-го компонента в кормосумiшi, %					

*Точнiсть видачi заданої норми корму тваринам.* Пiд точнiстю видачi заданої норми корму розумiється показник, який вiдображає кiлькiсну оцiнку долi сукупностi порцiй.

Кiлькiсна оцiнка визначається при наявностi середнього квадратичного вiдхилення норми видачi корму по фронту годування тварин.

Вiдхилення норми видачi корму визначається на рiзних режимах роботи кормороздавача (наприклад, на мiнiмальному i максимумному) за допомогою регулювань механiзму швидкостi повздовжнього транспортера.

Оцiнка вiдхилення проводиться таким чином. Пiсля роздавання корму на кожному з цих режимiв визначають фактичну його видачу по фронту годування тварин шляхом послiдовного вiдбору та зважування проб в кiлькостi, яка забезпечує певну достовiрностi оцiночного показника (не менш 10 проб).

Вiдхилення вiд заданої норми видачi корму для окремого дослiду визначають за формулою

$$W_{\hat{a}^3} = \frac{\hat{I}_{\hat{e}1} - \hat{I}_{\hat{e}0^3}}{\hat{I}_{\hat{e}0^3}}, \quad (13)$$

де  $M_{\text{кн}}$  – задана норма видачі корму, кг;

$M_{\text{кфі}}$  – фактична видача корму, кг.

Середнє квадратичне відхилення норми видачі

де  $n$  - число вимірювань.

*Втрати корму.* Загальні втрати корму  $K_{\text{втр}}$  у відсотках визначають за формулою

$$K_{\text{втр}} = M_{\text{втр}} / M_{\text{к}}, \quad (15)$$

де  $M_{\text{втр}}$  – маса втраченого корму ( $M_{\text{втр}} = 0,3 \dots 0,5 \text{ кг}$ ), кг;

$M_{\text{к}}$  – маса розданого корму, кг

Повернені втрати корму за зоотехнічними вимогами не повинні перевищувати 1%. Неповернених втрат корму не повинно бути.

Втрати зважують з точністю до 0,01 кг.

*Якість виконання технологічного процесу.* Якісне виконання технологічного процесу визначається як своєчасне виконання основної технологічної функції в межах зоотехнологічних вимог для визначеної продуктивності тварин при мінімальних втратах і мінімальному негативному впливі на навколишнє середовище.

Це покладено в основу показника якості виконання технологічного процесу

$$K_{\text{y}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5, \quad (16)$$

де  $\eta_1$  – показник своєчасності;

$\eta_2$  – показник задоволення технологічних вимог;

$\eta_3$  – показник втрат;

$\eta_4$  – показник корисності процесу;

$\eta_5$  – показник впливу на навколишнє середовище.

Ефективність технологічного процесу роздачі кормів тим вище, чим більше енергії корму перейде в продукцію тварини. У цьому випадку спостерігаються мінімальні його втрати і найменший негативний вплив на навколишнє середовище.

Оціночний показник своєчасності постачання корму (задоволення вимог по діапазону продуктивності роздачі) ( $\eta_1$ ) виражається як відношення нормативного часу роздачі корму в приміщенні (0,5год.) до фактичного часу роздавання корму в приміщенні або відношення маси  $M_{\text{к}}^{\text{н}}$  розданого корму в приміщенні за нормативний час (0,5год.) до маси корму  $M_{\text{кпр}}$ , розданого всім тваринам в приміщенні.

$$\eta_1 = \frac{\dot{I}_{\hat{e}}}{\dot{I}_{\hat{e}\delta}}. \quad (17)$$

Оцінка задоволення зоотехнологічних вимог ( $\eta_2$ ) проводиться по відношенню обсягу корму  $M_{tr}$ , виданого в межах вимог, до всього обсягу виданого корму  $M_{\hat{e}\delta}$

$$\eta_2 = \frac{\dot{I}_{tr}}{\dot{I}_{\hat{e}\delta}}. \quad (18)$$

Кількість продукту, виданого в межах вимог, визначається формулою

$$M_{tr} = M_{\hat{e}\delta} \frac{1}{\sigma_{\hat{o}}} \int_{m-t\sigma_{\phi}}^{m+t\sigma_{\phi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\bar{m}}{\sigma_{\hat{o}}}\right)^2} dx, \quad (19)$$

де  $M_{кр}$  – маса розданого корму;

$t\sigma_{\phi}$  – допустиме відхилення;

$m$ ,  $\sigma_{\phi}$  - математичне очікування і середнє квадратичне фактичного відхилення функціонального показника процесу.

Показник  $\eta_3$  оцінює втрати при роздачі корму і визначається як відношення корму, поданого на годування, до всього корму, що направлено до приміщення

$$\eta_3 = \frac{M_{\hat{e}\delta} (1 - \hat{e}_{\hat{a}\delta})}{\dot{I}_{\hat{e}\delta}}, \quad (20)$$

де  $k_{втр}$  – показник втрат.

Корисність проведення технологічного процесу є основним критерієм доцільності введення його в технологію виробництва продукції і визначається як відношення додатково отриманої продукції від підвищення якості виконання технологічного процесу роздачі до витрат на його здійснення, виражених у єдиному еквіваленті

$$\eta_4 = \frac{\Delta \Pi_{(\Phi)}^{\tau}}{\Phi}, \quad (21)$$

де  $\Delta \Pi_{(\Phi)}^{\tau}$  – додаткова продукція, отримана в результаті підвищення якості виконання технологічного процесу (операції), МДж;

$\Phi$  – затрати на здійснення роздачі корму, МДж.

Вплив виконання технологічного процесу на навколишнє середовище оцінюється як відношення різниці витрат на виконання процесу і витрат на усунення збитку від виконання цього процесу до витрат на його виконання.

$$\eta_5 = \frac{\Phi - \Delta\Pi RO}{\Phi}, \quad (22)$$

де  $\Delta\Pi RO$  – збиток навколишньому середовищу від виконання процесу (затрати на усунення збитку).

Вираз для розрахунку показника якості виконання технологічного процесу без врахування додатково отриманої продукції та впливу на навколишнє середовище має вид

$$K_B = \frac{M_{\hat{e}}^i \cdot \dot{I}_{\text{пр}} \cdot (1 - \hat{e}_{\text{аод}})}{\dot{I}_{\text{еіо}}^2}. \quad (23)$$

*Висновки.* Науково обґрунтоване методичне забезпечення з питань визначення показників якості роздавання корму дасть змогу поставити вимоги до функціонально-якісного наповнення технічних засобів, зокрема кормороздавачів-змішувачів, з метою подальшого їхнього удосконалення.

#### Література

- 1 Ганаба М.Д. Якість як основний критерій виробництва конкурентоспроможної продукції / М.Д. Ганаба// Економіка АПК.- 2006.- № 9.- С.108-113.
- 2 Шацкий В.В. Моделирование механизированных процессов приготовления кормов / В.В. Шацкий. – Запорожье: ПЦ «Х-ПРЕСС», 1998. -140 с.
- 3 Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных / Г.В. Веденяпин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1973. - 198 с.