

УДК 631. 363

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПРОЦЕСУ ПОТОКОВОГО ЗМІШУВАННЯ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ З ВИКЛЮЧЕННЯМ СИСТЕМАТИЧНОЇ ПОХИБКИ

*Д.О. МІЛЬКО, к.т.н., e-mail: milko_dmitry@mail.ru; тел. +38067-798-85-46
Таврійський державний агротехнологічний університет*

РЕЗЮМЕ

Мета досліджень. Отримані дані при дослідженні якості роботи поточкових змішувачів містять у собі похибки систематичного характеру, перш за все, викликані похибками від коливання вологості компонентів та похибками їх дозування. Це не дає змогу об'єктивно оцінювати змішувач, оскільки одна і та ж машина на кормах із різних силососховищ і скирт соломи та у різних технологічних лініях навіть з однаковими, але по – іншому відрегульованими дозаторами, буде характеризуватися різними показниками.

Тому метою роботи є виключення із результатів якісної оцінки процесу поточкового змішування стеблових кормів похибок систематичного характеру, викликаних коливанням показників змішуваних компонентів та нерівномірності дозування при подачі їх у змішувач.

Методика досліджень базувалась на основі методів статистики та теорії помилок, завдяки чому було отримано можливість оцінити якість роботи поточкових змішувачів за коефіцієнтом варіації із виключенням систематичної похибки, що

викликана коливанням вологості змішуваних компонентів та похибками дозування.

Результати досліджень. У результаті проведеної роботи отримані вирази для розрахунків абсолютної систематичної похибки коефіцієнта варіації з виключенням впливу систематичних похибок. Також представлені вирази для визначення фактичного значення коефіцієнта варіації та його верхнього і нижнього відхилення.

Висновки. В статті наведено методику оцінки процесу поточкового змішування стеблових кормів з виключенням похибок систематичного характеру, викликаних коливанням вологості компонентів та їх дозуванням, що дає змогу об'єктивно оцінювати якість роботи поточкових змішувачів стеблових кормів незалежно від умов їх роботи. Оцінка виконується з використанням вимог стандартизованої методики, зокрема, кількості взяття проб та оцінки змішування компонентів силос–солома, за вихідною величиною їх вологості і результуючою вологістю суміші.

Ключові слова: статистичний аналіз, систематична похибка, похибка вимірювань, дозування, вологість, стебловий корм, якість змішування.

УДК 631. 363

METHODICS OF STEM FEED STREAM MIXING PROCESS EVALUATION WITH SYSTEMATIC ERROR EXCLUDING

*D.O. MIL'KO, Candidat of Technical Sciences (Ph.d.), e-mail: milko_dmitry@mail.ru;
Phone.: +38067-798-85-46 – Tavria State Agrotechnological University*

SUMMARY

The purpose of research. The data examined in the quality of work stream mixers contain systematic errors, especially errors caused by fluctuations in humidity and components and their dosage errors. This makes it impossible to objectively evaluate the mixer, as one and the same machine to feed from different silo storages and rick of straw and various technological lines even with similar but differently tuned feeders, will be characterized by different parameters.

Therefore, the purpose is to exclude the results of qualitative evaluation of stream mixers stem forage systematic errors caused by fluctuations in component mixing and dispensing with uneven bypassing the mixer.

The research methodology was based on statistical methods and the theory of errors, thus received the opportunity to assess the quality of the of stream mixers for coefficient of variation of the systematic errors elimination caused by fluctuations in humidity ingredients and dosage errors.

Results Studies. The work resulted in the expressions for the calculation of absolute systematic error of coefficient of variation of excluding the impact of systematic errors. There are expressions for determining the actual value of the coefficient of variation and its upper and lower deviation.

Conclusions. The article is based on statistical methods and the errors theory that exception systematic errors caused by fluctuations in humidity and components and their dosage. These take enables to

objectively evaluate the quality of the stem feed stream mixers regardless of the conditions of their work. Evaluation is performed using standardized methodology requirements, including the number of sampling and evaluation component mixing silo-straw on the original size of the resulting humidity and moisture mixture.

Key words: statistical analysis, systematic errors, measurement error, dosage, humidity, stem feed, mixing quality.

УДК 631. 363

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОЦЕССА ПОТОКОВОГО СМЕШИВАНИЯ СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ С ИСКЛЮЧЕНИЕМ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ОШИБКИ

*Д.А. МИЛЬКО, к.т.н., e-mail: milko_dmitry@mail.ru; тел. +38067-798-85-46
Таврический государственный агротехнологический университет*

РЕЗЮМЕ

Цель исследований. Полученные данные при исследованиях качества работы смесителей имеют ошибки систематического характера, первоначально вызванные ошибками от колебаний влажности компонентов и ошибками их дозирования. Это не дает возможности объективно оценить смеситель, потому как одна и та же машина на кормах из разных силосохранилищ и скирд соломы, и в разных технологических линиях даже с одинаковыми, но поразному отрегулированными дозаторами, будут характеризоваться разными показателями.

Поэтому целью работы является исключение из результатов качественной оценки поточных смесителей стебельчатых кормов ошибок систематического характера, вызванных колебаниями показателей смесителей компонентов и неравномерности дозирования при подаче их в смеситель.

Методика исследований основывается на методах статистики и теории ошибок, благодаря чему была получена возможность оценить качество работы поточных смесителей по коэффициенту вариации с исключением систематической ошибки, которая вызвана колебаниями влажности смешиваемых компонентов и ошибками дозирования.

Результаты исследований. В результате проведенной работы получены выражения для расчета абсолютной систематической ошибки коэффициента вариации с исключением влияния систематических ошибок. Также представлены выражения для определения фактического значения коэффициента вариации и его верхнего и нижнего отклонения.

Выводы. В статье представлена методика оценки процесса потокового смешивания стебельчатых кормов с исключением ошибок систематического характера, вызванных колебаниями влажности компонентов и их дозированием, что дает возможность объективно оценить качество работы поточных смесителей стебельчатых кормов независимо от условий их работы. Оценка выполняется с использованием требований стандартизированной методики, в частности, количества взятия проб и оценки смешивания компонентов силосо-солома, исходя из исходной величины их влажности и результирующей влажности смеси.

Ключевые слова: статистический анализ, систематическая ошибка, ошибка измерений, дозирование, влажность, стебельчатый корм, качество смешивания.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Технології післязбиральної обробки та зберігання кормових компонентів у сільськогосподарських підприємствах прогноуються на забезпечення повного прямого збирання, післязбиральної обробки, тривалого зберігання та приготування, яке не можливо без операцій

дозування та змішування [1]. Отже змішувачі кормів, які часто виконуються у поєднанні з подрібнювачами, входять практично у всі лінії кормоприготування ферм великої рогатої худоби [2]. Найчастіше вони виконують змішування компонентів силос-солома.

Показником оцінки якісних показників змішування є сталість заданого рецептурного

відношення λ компонентів — маси соломи m до маси силосу M , тобто пропорції солома–силос, поданої виразом

$$\lambda = \frac{m}{M}. \quad (1)$$

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Якість процесу змішування оцінюється коефіцієнтом варіації, причому при змішуванні компонентів силос–солома, для оцінки використовуються вихідні величини вологості компонентів і результуюча вологість суміші [3, 4]. Відповідно до [5] дослідження проводяться за триразовою повторністю ($k=3$) відбором 30 проб ($n=30$).

Коефіцієнт варіації V рівномірності змішування розраховується як відсоткове відношення середньоквадратичного відхилення s до $\bar{\lambda}$ – середньоарифметичного показника рецептурного відношення, тобто

$$V = 100 \cdot \frac{s}{\bar{\lambda}}, \quad (2)$$

Похибка коефіцієнта варіації для великих обсягів вибірок, тобто при $n \geq 30$ вибірок визначається за виразом [6]

$$s_V = \frac{V}{\sqrt{2n}} \sqrt{1 + 2 \left(\frac{V}{100} \right)^2}. \quad (3)$$

Практично у всіх як нормативних документах, так і результатах досліджень наводиться лише визначення коефіцієнта варіації і то для одного повторення без статистичної оцінки і аналізу результатів [2, 5, 7, 8]. Досить часто дослідники навіть застосовують свої власні показники [9, 10].

Мета досліджень. Отримані дані при дослідженні якості роботи потокових змішувачів містять у собі похибки систематичного характеру, перш за все, викликані похибками від коливання вологості компонентів і похибками їх дозування. Це не дає змогу об'єктивно оцінювати змішувач, оскільки одна і та ж машина на кормах із різних силососховищ і скірт соломи та у різних технологічних лініях навіть з однаковими, але

по-іншому відрегульованими дозаторами, буде характеризуватися різними показниками. Це, в свою чергу, призведе до перерахунку раціону годівлі тварин [11, 12].

Тому метою роботи є виключення із результатів якісної оцінки потокових змішувачів стеблових кормів похибок систематичного характеру, викликаних коливанням показників змішуваних компонентів та нерівномірності дозування при подачі їх у змішувач.

Виклад матеріалу. Розглянемо залежність абсолютної систематичної похибки показника рецептурного відношення λ від похибок вологості компонентів суміші та дозування при подачі силосу і соломи в змішувач.

Отримана у результаті змішування вологість w_p суміші виражається формулою:

$$w_p = \frac{Mw_C + mw_c}{M + m}, \quad (4)$$

де w_C, w_c – відповідно вологість силосу і соломи. Взявши до уваги (1), отримаємо

$$w_p = \frac{w_C + \lambda w_c}{1 + \lambda}, \quad (5)$$

звідки маємо

$$\lambda = \frac{w_C - w_p}{w_p - w_c}, \quad (6)$$

Заходи основної тенденції (локалізації, положення) та розсіювання вибірки, представлені середньоарифметичним показником рецептурного відношення $\bar{\lambda}$, дисперсією s^2 і середньоквадратичним відхиленням s і, виходячи з обсягу вибірки, розраховуються відповідно за виразами, наведеними без по-

правки Бесселя $\frac{n}{n-1}$, тобто як для генеральної сукупності [13, 14, 15]

$$\begin{aligned} \bar{\lambda} &= \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \lambda_j; \\ s^2 &= \frac{\sum_{j=1}^n (\bar{\lambda} - \lambda_j)^2}{n}; \\ s &= \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\bar{\lambda} - \lambda_j)^2}{n}}. \end{aligned} \quad (7)$$

де λ_j – значення заміру показника j -ої проби.

Тут і далі порядкові величини проб позначаються індексом i , а повторності — j .

Для визначення абсолютної систематичної похибки $\Delta\lambda_w$ залежності показника суміші λ від коливання вологості силосу Δw_c і соломи Δw_s [16], виконується її частинне диференціювання за показниками вологості цих компонентів [17, 18]

$$\Delta\lambda_w = \sqrt{\left(\frac{\partial\lambda}{\partial w_c}\right)^2 \cdot (\Delta w_c)^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial w_s}\right)^2 \cdot (\Delta w_s)^2} \quad (8)$$

де $\frac{\partial\lambda}{\partial w_c}$, $\frac{\partial\lambda}{\partial w_s}$ – частинні похідні

рецептурного відношення за вологістю силосу і соломи;

Δw_c , Δw_s – абсолютні похибки вологості силосу і соломи.

Таким чином, частинні диференціали рецептурного відношення відповідно від вологості силосу і соломи становлять

$$\left.\frac{\partial\lambda}{\partial w_c}\right|_{w_c=\text{const}} = \frac{1}{w_p - w_c} \quad \text{і} \quad \left.\frac{\partial\lambda}{\partial w_s}\right|_{w_c=\text{const}} = \frac{w_c - w_p}{(w_p - w_c)^2} = \frac{\lambda}{w_p - w_c} \quad (9)$$

Тоді вираз (8) набуває вигляду:

$$\Delta\lambda_w = \sqrt{\left(\frac{1}{w_p - w_c}\right)^2 \cdot (\Delta w_c)^2 + \left(\frac{\lambda}{w_p - w_c}\right)^2 \cdot (\Delta w_c)^2} = \frac{1}{w_p - w_c} \sqrt{(\Delta w_c)^2 + \lambda^2 \cdot (\Delta w_c)^2} \quad (10)$$

Використовуючи залежність (5), маємо

$$w_p - w_c = \frac{w_c - w_s}{1 + \lambda} \quad (11)$$

остаточно абсолютна систематична похибка рецептурного складу від вологості компонентів становить

$$\Delta\lambda_w = \frac{1 + \lambda}{w_c - w_s} \sqrt{(\Delta w_c)^2 + \lambda^2 \cdot (\Delta w_c)^2} \quad (12)$$

Процес дозованої подачі силосу і соломи в змішувач супроводжується їх відносними систематичними похибками $\delta\lambda_{дс}$ і $\delta\lambda_{дс}$. В абсолютному вигляді вони відповідно становлять $\Delta M = \delta\lambda_{дс} \cdot M$ і $\Delta m = \delta\lambda_{дс} \cdot m$.

Загалом абсолютна систематична похибка $\Delta\lambda_{д}$ рецептурного складу λ суміші від дозування визначається як похибка дробу (1) і описується виразом [19]

$$\Delta\lambda_{д} = \sqrt{\frac{(\Delta m)^2}{M^2} + \frac{m^2(\Delta M)^2}{M^4}} = \lambda \cdot \sqrt{(\delta\lambda_{дс})^2 + (\delta\lambda_{дс})^2} \quad (13)$$

Таким чином загальна абсолютна систематична похибка рецептурного складу визначається залежністю:

$$\Delta\lambda_{сис} = \sqrt{(\Delta\lambda_w)^2 + (\Delta\lambda_{д})^2} \quad (14)$$

Систематична похибка коефіцієнту варіації розраховується виходячи з формул (7) та (2).

За врахування систематичної похибки показника рецептурного складу суміші характеристику відношення компонентів i -ої проби j -го повторення $\tilde{\lambda}_{ij}$ представимо у вигляді:

$$\tilde{\lambda}_{ij} = \lambda_{ij} \pm \Delta\lambda_{сис} \quad (15)$$

де λ_{ij} – значення заміру показника рецептурного компонентів i -ої проби j -го повторення.

Величина рецептурного відношення результату повторення становить

$$\tilde{\lambda}_j = \bar{\lambda}_j \pm \frac{\Delta\lambda_{сис}}{\sqrt{n}} \quad (16)$$

де $\bar{\lambda}_j$ – середньоарифметичне значення j -го повторення проб

$$\bar{\lambda}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_{ij}.$$

У виразі (16) другий член многочлена представляє собою систематичну абсолютну похибку результату j -го повторення (середнього проб повторення)

$$\Delta\lambda_j = \frac{\Delta\lambda_{сис}}{\sqrt{n}} \quad (17)$$

Середнє квадратичне відхилення, розраховується виразом (7). Для цього визначаються квадрати, величина заміру рецептурного відношення компонентів для проб $\tilde{\lambda}_i$ і результату повторення $\tilde{\lambda}_j$ представлених у (15) і (16) для j -го повторення, як це подано у (18)

$$\tilde{\lambda}_{ij}^2 = \lambda_{ij}^2 \pm 2\lambda_{ij}\Delta\lambda_{\text{сис}} \quad \text{і} \quad (18)$$

$$\tilde{\lambda}_j^2 = \bar{\lambda}_j^2 \pm 2 \cdot \Delta\lambda_{\text{сис}} \cdot \frac{\bar{\lambda}_j}{\sqrt{n}}$$

Різниця квадратів виразів, які представлені у (18) має вигляд

$$\tilde{\lambda}_j^2 - \tilde{\lambda}_{ij}^2 = (\bar{\lambda}_j^2 - \lambda_{ij}^2) + 2 \cdot \Delta\lambda_{\text{сис}} \cdot \left(\frac{\bar{\lambda}_j}{\sqrt{n}} + \lambda_{ij} \right) \quad (19)$$

Розділивши обидві частини рівняння (19) на n , отримуємо

$$\tilde{s}_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\lambda_j^2 - \lambda_{ij}^2)}{n} + \frac{2 \cdot \Delta\lambda_{\text{сис}}}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\lambda_j}{\sqrt{n}} + \lambda_{ij} \right) \quad (20)$$

Розглядаючи многочлен правої сторони виразу (20), бачимо, що перша його частина представляє собою дисперсію вимірюваних значень (7) j -го повторення, а друга абсолютну систематичну похибку цієї дисперсії, тобто

$$\tilde{s}_j^2 = s_j^2 + \Delta s_j^2 \quad (21)$$

Абсолютна систематична похибка Δs_j^2

дисперсії s_j^2 j -го повторення становить

$$\Delta s_j^2 = \frac{2 \cdot \Delta\lambda_{\text{сис}}}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\lambda_j}{\sqrt{n}} + \lambda_{ij} \right) \quad (22)$$

З виразу (21) стандартне відхилення j -го повторення s_j , яке є позитивним значенням кореня квадратного з дисперсії s_j^2 , визначається залежністю

$$\tilde{s}_j = s_j \pm \frac{\Delta s_j^2}{n \cdot s_j} \quad (23)$$

Тут другий член многочлена правої сторони представляє абсолютну систематичну похибку j -го повторення Δs_j стандартного відхилення s_j , тобто

$$\Delta s_{j\text{сис}} = \frac{\Delta s_j^2}{n \cdot s_j} \quad (24)$$

Коефіцієнт варіації j -го повторення, який є відсотковим відношенням частки від

ділення виразів, поданих у формулах (23) і (16) [20]

$$\tilde{V}_j = V_j \pm \frac{1}{\lambda_j} \sqrt{\left(\frac{\Delta s_j^2}{n \cdot s_j} \right)^2 + \left(\frac{V_j}{100} \right)^2} \cdot \left(\frac{\Delta\lambda_{\text{сис}}}{\sqrt{n}} \right) \quad (25)$$

де V_j – коефіцієнт варіації замірів j -го повторення, розрахований за формулою (2).

Таким чином абсолютна систематична похибка коефіцієнта варіації j -го повторення становить

$$\Delta V_{\text{сис}j} = \frac{1}{\lambda_j} \sqrt{\left(\frac{\Delta s_j^2}{n \cdot s_j} \right)^2 + \left(\frac{V_j}{100} \right)^2} \cdot \left(\frac{\Delta\lambda_{\text{сис}}}{\sqrt{n}} \right)^2 \quad (26)$$

Абсолютна похибка коефіцієнта варіації j -го повторення самого змішувача (з виключенням впливу систематичних похибок) розраховується за формулою

$$\Delta V_{\text{зм}j} = \sqrt{\left[\frac{V_j^2}{2(n-1)} \right] \cdot \left[1 + 2 \left(\frac{V_j^2}{100} \right)^2 \right] - \frac{1}{\lambda_j^2} \left[\left(\frac{\Delta s_j^2}{n \cdot s_j} \right)^2 + \left(\frac{V_j^2 \Delta\lambda_{\text{сис}}}{10^4 \sqrt{n}} \right)^2 \right]} \quad (27)$$

При необхідності об'єднати результати k серій прямих вимірювань однієї і тієї ж фізичної величини x , представлених у вигляді $\bar{x}_1 \pm \Delta x_1, \bar{x}_2 \pm \Delta x_2, \dots, \bar{x}_k \pm \Delta x_k$ [21]. Результуюче значення і похибка визначається залежностями

$$V_{\text{зм}} = \frac{\sum_{j=1}^k q_j V_j}{\sum_{j=1}^k q_j}, \quad (28)$$

$$\Delta V_{\text{зм}} = 1 / \sqrt{\sum_{j=1}^k q_j},$$

де q_j – статистична вага кожної серії вимірювань, $q_j = 1 / (\Delta V_{\text{зм}j})^2$;

k – повторність замірів.

Таким чином, отримані межі довірчого інтервалу коефіцієнта варіації представляються виразом

$$V_{\text{зм}} - \Delta V_{\text{зм}} \leq V \leq V_{\text{зм}} + \Delta V_{\text{зм}} \quad (29)$$

З існуючих декількох формул розрахунку меж довірчого інтервалу коефіцієнта варіації, на наш погляд, слід використати вираз (30), наведений в [4]. Саме він повинен застосовуватися при статистично великих ($n \geq 30$) [19] обсягах вибірок

$$\frac{V}{1 + z_{\alpha} \cdot s_V} \leq V \leq \frac{V}{1 - z_{\alpha} \cdot s_V} \quad (30)$$

де z_{α} – однобічний критерій квантиля нормального розподілу для прийнятого рівня значущості α ;

s_V – похибка коефіцієнта варіації розраховується за формулою (31) [13], чи спрощено за виразом (32) [19]

$$s_V = \frac{V}{\sqrt{2(n-1)}} \sqrt{1 + 2 \left(\frac{V}{100} \right)^2} \quad (31)$$

$$s_V = \frac{V}{\sqrt{2n}} \quad (32)$$

Виходячи з того, що насправді, за виразом (30), межі довірчого інтервалу коефіцієнта варіації несиметричні, тому, використовуючи розраховані за (29) величини меж та використовуючи вирази (3) і (30), визначається фактичне значення коефіцієнта варіації та його верхнє і нижнє відхилення, які також несиметричні.

ВИСНОВКИ

В статті наведено методику оцінки процесу потокового змішування стеблових кормів з виключенням похибок систематичного характеру, викликаних коливанням вологості компонентів та їх дозуванням, що дає змогу об'єктивно оцінювати якість роботи потокових змішувачів стеблових кормів незалежно від умов їх роботи. Оцінка виконується з використанням вимог стандартизованої методики, зокрема, кількості взяття проб та оцінки змішування компонентів силос–солома, за вихідною величиною їх вологості і результуючою вологістю суміші.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Адамчук В.В., Прилуцький А.Н., Заришняк А.С., Степаненко С.П. Концепція комплексного вирішення проблеми післязбиральної обробки і зберігання зерна в сільськогосподарських підприємствах України // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2014. – Вип. №99. – С. 40-56.
2. Черкун В. Я. Исходные требования к кормоприготовительным машинам / В. Я. Черкун // Научно-технический бюллетень по механизации и электрификации животноводства. Запорожье, 1989. – Вип.32 – С. 75–81.

3. Типовая методика определения качества смешивания кормов. –М. 29.055-87. [дата введения 30.09.1987]. – Дослідницькое: ВНИИМОЖ. – 1987. – 35 с.

4. Мілько Д.О. Обгрунтування параметрів процесу ущільнення рослинної сировини в горизонтальному клиноподібному каналі // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2013. – Вип. №98. – С. 89-95.

5. ОСТ 70.19.2–83 Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и оборудование для приготовления кормов. Программа и методика испытаний. Отраслевой стандарт. [дата введения 01.08.1984] / Государственный комитет СССР по производственно–техническому обеспечению сельского хозяйства. – М.: 1984. – 114 с

6. Вольф В. Г. Статистическая обработка опытных данных / В. Г. Вольф. – М.: Колос, 1966. – 254 с.

7. Типовая методика ускоренных испытаний сушилок кормов типа АВМ на надежность М. 29.063-89. [дата введения 01.01.1990]. – Дослідницькое: ВНИИМОЖ. – 1989. – 38 с.

8. Фуфачев В. С. Повышение эффективности функционирования комбикормового агрегата путем совершенствования технологического процесса и рабочих органов дозатора: дисс. ...канд. техн. наук: спец. 05.20.01 / Фуфачев Вадим Сергеевич / Киров, 2009. – 188 с.

9. Мельников Ю. И. Аппараты для смешивания сыпучих материалов / Ю. И. Мельников. М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.

10. Пирожков Д. Н. Обоснование конструктивно-технологических параметров шнекового смесителя непрерывного действия для сухих сыпучих ингредиентов комбикормов: дисс. ...канд. техн. наук: спец. 05.20.01 / Пирожков Дмитрий Николаевич / Барнаул, 1999. – 161 с.

11. Матусевич В. Е. Дозирование корма в поточных линиях / В. Е. Матусевич, В. И. Найденов // Научно-технический бюллетень по механизации и электрификации животноводства. Запорожье, 1986. – Вип.26 – С. 25–26.

12. Мілько Д.О. Моделювання кормових раціонів молочного поголів'я в стійловий період // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ», 2014. – Вип. №99. – С. 550-559.

13. Реброва О. Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica / О. Ю. Реброва. – М., МедиаСфера, 2002, 312 с.

14. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учебное пособие для биолог. спец. вузов / Лакин Г. Ф. – [4-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

15. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения: ГОСТ

11.004–74 (СТ СЭВ 876–78). – [Введ. 01.07.1975]. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 20 с.

16. Об'єкти для заготівлі, зберігання та приготування кормів для тваринництва. Відомчі норми технологічного проектування. ВНТП-АПК-08.07. Мінагрополітики України, К., 2007. – 70 с.

17. Аністратенко В. О. Математичне планування експериментів в АПК: Навчальний посібник / Володимир Олексійович Аністратенко, Володимир Гаврилович Федоров. – Київ: Вища школа, 1993. – 375 с.

18. Виньерон А. Обработка результатов физико-химических наблюдений / А. Виньерон. – М.–Л. ОНТИ Гос. Хим.–технич. изд-во, 1934. – 368 с.

19. Кассандрова О. Н. Обработка результатов измерений / О. Н. Кассандрова, В. В. Лебедев. – М.: Наука, 1970. – 104 с.

20. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебное пособие. – 5-е изд., доп. и перераб. / Доспехов Б. А. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

21. Зайдель А. Н. Погрешности измерения физических величин / А. Н. Зайдель. – Л.; Наука, – 1985.

REFERENCES

1. Adamchuk V.V., Priluts'kiy A.N., Zarishnyak A.S., Stepanenko S.P. Kontsepsiya kompleksnogo virishennya problemi pislyazbiral'noï obrobki i zberigannya zerna v sil'skogospodars'kikh pidpriemstvakh Ukraïni // V zb.: Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya sil'skogo gospodarstva. – Glevakha: NNC «IMESG», 2014. – vip. №99. – S. 40-56.

2. Cherkun V. Y. Iskhodnye trebovaniya k kormoprigotovitel'nym mashinam / V. Y. Cherkun // Nauchno- tekhnicheskiiy byulleten' po mekhanizatsii i elektrifikatsii zhivotnovodstva. Zaporozh'ye, 1989. – Vyp.32 – S. 75–81.

3. Tipovaya metodika opredeleniya kachestva smeshivaniya kormov. –M. 29.055 87. [data vvedeniya 30.09.1987]. – Doslidnitskoe: VNIIMOZH. – 1987. – 35 s.

4. Mil'ko D.O. Obgruntuvannya parametriv protsesu ushchil'neniya roslinnoï sirovini v gorizonta'nomu klinopodibnomu kanali // V zb.: Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya sil'skogo gospodarstva. – Glevakha: NNC «IMESG», 2013. – vip. №98. – S. 89-95.

5. OST 70.19.2–83 Ispytaniya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki. Mashiny i obudovanie dlya prigotovleniya kormov. Programma i metodika ispytaniy. Otrasleyoy standart. [data vvedeniya 01.08.1984] / Gosudarstvennyy komitet SSSR po proizvodstvenno–tekhnicheskomu obespecheniyu sel'skogo khozyaystva. – M.: 1984. – 114 s.

6. Vol'f V. G. Statisticheskaya obrabotka opytnykh dannykh / V. G. Vol'f. – M.: Kolos, 1966. – 254 s.

7. Tipovaya metodika uskorennykh ispytaniy sushilok kormov tipa AVM na nadezhnost' M. 29.063

89. [data vvedeniya 01.01.1990]. – Doslidnitskoe: VNIIMOZH. – 1989. – 38 s.

8. Fufachev V. S. Povyshenie effektivnosti funktsionirovaniya kombikormovogo agregata putem sovershenstvovaniya tekhnologicheskogo protsessa i ra-bochikh organov dozatora : diss...kand. tekhn. nauk: spets. 05.20.01 / Fufachev Vadim Sergeevich / Kirov, 2009. – 188 s.

9. Mel'nikov Y. I. Apparaty dlya smeshivaniya sypuchikh materialov / Y. I. Mel'nikov. M.: Mashinostroenie, 1973. – 216 s.

10. Pirozhkov D. N. Obosnovanie konstruktivno-tekhnologicheskikh parametrov shnekovogo smesitelya nepreryvnogo deystviya dlya sukhikh sypuchikh ingredientov kombikormov: diss...kand. tekhn. nauk: spets. 05.20.01 / Pirozhkov Dmitriy Nikolaevich / Barnaul, 1999. – 161 s.

11. Matusevich V. E. Dozirovanie korma v potochnykh liniyakh / V. E. Matusevich, V. I. Naydenov // Nauchno- tekhnicheskiiy byulleten' po mekhanizatsii i elektrifikatsii zhivotnovodstva. Zaporozh'ye, 1986. – Vyp.26 – S. 25–26.

12. Mil'ko D.O. Modelyuvannya kormovikh ratsioniv molochnogo pogoliv'ya v stiyloviy period // V zb.: Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya sil'skogo gospodarstva. – Glevakha: NNTs «IMESG», 2014. – vip. №99. – S. 550-559.

13. Rebrova O. Y. Statisticheskiiy analiz meditsinskikh dannykh. Primenenie paketa prikladnykh programm Statistica / O. Y. Rebrova. – M., MediaSfera, 2002, 312 s.

14. Lakin G. F. Biometriya: Uchebnoe posobie dlya biolog. spets. vuzov / Lakin G. F. – [4-e izd., pererab. i dop.]. – M.: Vyssh. shk., 1990. – 352 s.

15. Prikladnaya statistika. Pravila opredeleniya otsenok i doveritel'nykh granits dlya parametrov normal'nogo raspredeleniya: GOST 11.004–74 (ST SEV 876–78). – [Vved. 01.07.1975]. – M.; Izd-vo standartov, 1981. – 20 s.

16. Ob'єkti dlya zagotivli, zberigannya ta prigotovannya kormiv dlya tvarinnitstva. Vidomchi normi tekhnologichnogo proektuvannya. VNTP APK 08.07. Minagropolitiki Ukraïni, K., 2007, 70 s.

17. Anistratenko V. O. Matematichne planuvannya eksperimentiv v APK: Navchal'niy posibnik / Volodimir Oleksiyovich Anistratenko, Volodimir Gavrilovich Fedorov. – Kiïv: Vishcha shkola, 1993. – 375 s.

18. Vin'yeron A. Obrabotka rezul'tatov fiziko–khimicheskikh nablyudeny / A. Vin'yeron. – M.–L. ONTI Gos. Khim.–tekhnich. izd-vo, 1934. – 368 s.

19. Kassandraova O. N. Obrabotka rezul'tatov izmereny / O. N. Kassandraova, V. V. Lebedev. – M.: Nauka, 1970. – 104 s.

20. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnoe posobie. – 5-e izd., dop. i pererab. / Dospekhov B. A. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

21. Zaydel' A. N. Pogreshnosti izmereniya fizicheskikh velichin / A. N. Zaydel'. – L.; Nauka, – 1985.