

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ОДНОРОДНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ СМЕСЕЙ

А. В. Макаринская, кандидат технических наук, доцент
(Одесская национальная академия пищевых технологий)

Аннотация. Рассмотрены теоретические вопросы производства однородных сыпучих смесей. **Цель** статьи заключается в проведении анализа различных вариантов оценки однородности производства комбинированных смесей, стабильности технологического процесса смешивания и однородности комбинированных смесей. **Методика исследования.** Исследование проводилось с помощью коэффициента стабильности, учитывающего максимальную и минимальную дисперсии распределения случайной величины X_i как параметра оценки стабильности функционирования технологической системы, который измеряется на протяжении интервала времени, позволяющего получать достоверные результаты измерений; использованы методы математической статистики. **Результаты.** Проведена оценка однородности готовых комбинированных смесей в зависимости от способа отбора средних, точечных и объединенных проб (метод диагоналей). Получены графические зависимости коэффициента вариации (V_c) от метода отбора проб и стабильности технологического процесса смешивания. **Выводы.** Установлено, что наиболее точным методом при определении однородности комбинированных смесей является метод отбора точечных проб; применение коэффициента стабильности позволяет контролировать технологические процессы производства различных комбинированных смесей, а также воспроизведение дисперсии оцениваемых показателей качества готовой продукции; метод определения стабильности технологического процесса смешивания может быть применен не только в различных направлениях пищевой промышленности, а также в любой отрасли, связанной с производством однородных смесей.

Ключевые слова: технологический процесс смешивания, комбинированная смесь, качество, однородность, математические методы оценки, стабильность.

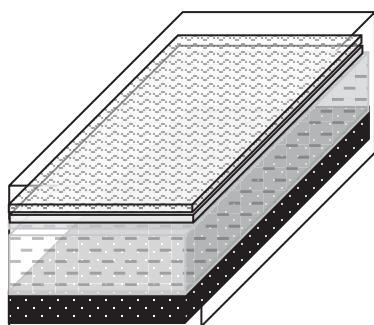
Постановка проблемы и связь с важнейшими научными или практическими задачами. Производство различных видов комбинированных пищевых и кормовых продуктов предусматривает последовательность выполнения целого ряда технологических операций. Уровень организации построения технологического процесса производства комбинированных смесей, его точность и стабильность, в конечном счете, влияет на качество выпускаемой готовой продукции.

К основным требованиям производства комбинированных смесей относят: однородность, стабильность состава при непосредствен-

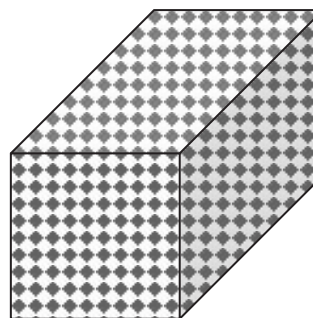
ном использовании и/или при последующем смешивании с другими компонентами, а также их безвредность и безопасность. Однородность любой смеси обеспечивается точным дозированием всех компонентов в соответствии с заданной рецептурой и их смешиванием, обеспечивающим равномерное распределение всех компонентов во всем объеме готовой смеси. Эффективность смешивания выше, а качество смеси лучше, чем более равномерно распределены все компоненты, составляющие данную смесь. Особое внимание следует уделять равномерности распределения микрокомпонентов, входящих в состав премиксов и

комбикормов в соотношении 1:100 000. К таким компонентам относят соль поваренную, препараты биологически активных веществ (БАВ – витамины, соли микроэлементов, ферменты, антибиотики и т. д.). Схематическое

распределение компонентов комбинированной смеси представлено на рис. 1. Считается, что комбинированная смесь является однородной, если распределение компонентов в ней не ниже 97 %.



Исходное распределение
n компонентов



Готовая однородная смесь,
состоящая из n компонентов

Рис. 1. Схематическое расположение частиц компонентов смеси относительно друг друга

Абсолютной равномерности распределения компонентов в смеси достичь практически невозможно, но желательно, чтобы пробы, масса которых близка к суточному потреблению корма животными, содержали близкие к идеальному количеству премикса и других компонентов комбикормов.

Анализ последних исследований и публикаций. Существующие методы количественного анализа проб комбинированных смесей условно делят на две группы:

– методы первой группы основаны на количественном анализе компонентов пробы готовой смеси без ее предварительного растворения, например, гравиметрические, радиометрические, фотографические, кондуктометрические и др.;

– методы второй группы базируются на предварительном растворении пробы смеси в соответствующей жидкости (воде), например, химические, кондуктометрические, потенциометрические, оптические, гравиметрические и некоторые другие методы анализа растворов.

Данные результатов с использованием перечисленных методов для большей достоверности обрабатывают различными методами математической статистики. При этом равномерное распределение всех компонентов во

всем объеме смеси принято оценивать по коэффициенту вариации (1) и степени однородности (2):

$$V_c = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \cdot 100, \% ; \quad (1)$$

$$\Theta = 1 - \frac{V_c}{100} . \quad (2)$$

Данные показатели учитывают содержание в пробе i -го компонента, выбранного в качестве индикатора (ключевого) (x_i , г/т, %), его среднее содержание и количество проб, отобранных для анализа (n не менее 10) [1–4]. Однако в теории производства комбинированных смесей нет объяснения, почему именно применяют коэффициент вариации, и какую роль выполняет дисперсия, входящая в данную формулу.

Распределение микрокомпонентов и остальных компонентов в общей массе комбинированных смесей носит случайный характер

и может быть охарактеризовано нормальным законом распределения вероятностей, распределением Пуассона, Стьюдента и другими методами статистического анализа [5–6].

В теории вероятностей и математической статистике, когда идет речь об оценке рассеянии случайной величины (СВ) X , в случае производства комбинированных смесей – распределении ключевого компонента в смеси, принято указывать на:

- среднее абсолютное отклонение

$$\sum_{j=1}^n p_j |x_j - a|, \quad (3)$$

где p_j – вероятность того, что СВ X принимает соответствующее значение;

x_j – значения, которые может принимать случайная величина;

a – математическое ожидание СВ X ;

- дисперсию СВ

$$D[X] = \sum_{j=1}^n p_j (x_j - a)^2; \quad (4)$$

- среднее квадратичное отклонение СВ:

$$\sigma[X] = \sqrt{D[X]} = \sqrt{\sum_{j=1}^n p_j (x_j - a)^2}. \quad (5)$$

Формирование целей статьи (постановка задания). Цель статьи заключается в проведении анализа различных вариантов оценки однородности производства комбинированных смесей, стабильности технологического процесса смешивания и однородности комбинированных смесей. Для оценки качества готовых смесей (однородности) в работе использовали колориметрический метод, а также различные методы математической статистики.

Изложение основного материала с полным обоснованием полученных научных результатов. Если сравнивать эти показатели, то дисперсия $D[X]$ и среднее абсолютное отклонение по своей сути несут одинаковую информацию о рассеянии СВ X . Однако диспер-

сия СВ X , в сравнении с средним абсолютным отклонением, имеет ряд преимуществ [7]:

1) во-первых, в случае, когда СВ X непрерывна и плотность распределения ее вероятностей равна $f(x)$, то в общем случае дисперсия будет иметь вид

$$D[X] = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - a)^2 dF(x), \text{ где } F(x) \text{ – функ-}$$

ция распределения вероятностей СВ X , а интегралы принимаются в смысле Стильбеса. Подинтегральная функция в данной формуле дифференцируема во всех точках интервала

$(-\infty; +\infty)$, а для среднего абсолютного откло-

нения, равного $\int_{-\infty}^{+\infty} |x - a| dF(x)$ она не имеет производной в точке $x = a$;

2) во-вторых, и это главное, она лучше, чем среднее абсолютное отклонение, реагирует на большие отклонения СВ и слабо реагирует на малые отклонения;

3) в-третьих, среднее квадратичное отклонение $\sigma[X]$, равно квадрату дисперсии, удобно тем, что его размерность совпадает с размерностью этой СВ.

Если применять для оценки однородности комбинированных смесей распределение Стьюдента, то можно решить следующие две задачи: отыскать доверительный интервал для математического ожидания (МО) нормальной СВ X при условии, что ее σ неизвестно, и провести проверку гипотезы о величине МО нормальной СВ X .

Так как при больших n распределение Стьюдента близко к нормальному, то решение этих задач при таких n можно решать с помощью нормального распределения. Однако при малых n распределение Стьюдента дает значительно более точное решение. При решении отмеченных двух задач особую роль играет исправленное выборочное среднее квадратичное отклонение, а значит и исправленная выборочная дисперсия.

Если оценивать однородность комбинированных смесей распределением χ^2 , то отыскание доверительного интервала для дисперсии σ^2 нормальной СВ X производят по результатам выборки, а проверку гипотезы о величине дисперсии нормальной СВ X проводят с помощью выборки (табл. 1) [3, 5–6].

Таблица 1

Оценка распределения случайной величины различными методами

Методы оценки	Математическое ожидание СВ X	Дисперсия СВ X	Среднее квадратичное отклонение СВ X
Статистическая оценка	$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n)$	$D_{\sigma} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2$	$\sigma_{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}$
Распределение Стьюдента	$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$	$D_{\sigma} = \frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n-1}$	$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n-1}}$
Распределение χ^2	$\bar{X} = \frac{1}{n}(X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n)$	$D_{\sigma} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2$	$\sigma_{\sigma} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}$

Таким образом, различные методы статистики, распределение Стьюдента и χ^2 также подтверждают, что в решении многих задач важную роль играют выборочное среднее квадратичное σ_{σ} и исправленное выборочное среднее s , квадраты которых дают оценки дисперсии. Следовательно, зная математическое ожидание случайной величины и ее дисперсию, мы знаем все о распределении вероятностей этой случайной величины, то есть ключевого компонента в комбинированной смеси, что позволяет дать более точную оценку однородности таких смесей.

Учитывая, что дисперсия рассеивания какого-либо параметра технологического процесса как системы характеризует его способность достигать поставленную цель – заданный диапазон рассеивания и заданное абсолютное значение искомой величины X_i – , то представляется возможным оценить стабильность технологического процесса по степени возобновления (равенстве) дисперсии рассеивания с течением времени τ .

Доказано, что при выполнении гипотезы о равенстве дисперсий случайных величин X и Y распределение вероятностей СВ равно

$F = \frac{(s_X)^2}{(s_Y)^2}$ – это распределение Фишера-Снедекора с k_1, k_2 степенями свободы.

Чтобы проверить гипотезу о равенстве дисперсий $D[X]$ и $D[Y]$, следует построить «критическую область» для F , соответствующую уровню значимости α .

Значения правых критических точек распределения СВ F для $\frac{\alpha}{2}$ и разных комбинаций k_1 и k_2 определяют согласно [6, с. 472–477]. Левая критическая точка является числом, обратным правой критической точки того же уровня значимости распределения

СВ $F^1 = \frac{1}{F}$, которое также является распределением Фишера-Снедекора, но с первой степенью свободы k_2 и второй – k_1 .

$\frac{(s_X)^2}{(s_Y)^2}$ – это конкретное наблюдаемое значение, которое принимает СВ $F = \frac{(s_X)^2}{(s_Y)^2}$

в опыте, состоящем в отборе проб для анализа. Если $\frac{(s_X)^2}{(s_Y)^2}$ больше, чем F_2 , или меньше, чем F_1 , то в этом опыте появляется событие, вероятность которого равна α . Если α достаточно мало, то можно считать, что произошло событие, практически невозможное при равенстве дисперсий СВ X и Y . Тогда гипотезу о равенстве дисперсий следует отбросить.

В случае, когда все выборки имеют одинаковый объем, можно применить метод, разработанный Бартлеттом, согласно которому, через равные промежутки времени, берутся пробы из потока готовой продукции, например, премикса или комбикорма. Из каждой пробы производят k выборок одинакового объема n . По каждой выборке находят исправленную выборочную дисперсию СВ $(s_1)^2, (s_2)^2, \dots, (s_k)^2$ – концентрации ключевого компонента, вычисляют величину дроби:

$$G = \frac{s^2}{\frac{(s_1)^2}{(s_1)^2} + \frac{(s_2)^2}{(s_2)^2} + \dots + \frac{(s_k)^2}{(s_k)^2}}, \quad (6)$$

где s^2 – максимальное из чисел $(s_1)^2, (s_2)^2, \dots, (s_k)^2$.

Для уровней значимости 5 % и 1 % [7, с. 479–480] находят значение G_{max} , соответствующее параметрам k и $n-1$. Если G больше указанного в таблице G_{max} , то гипотеза о равенстве дисперсий СВ, соответствующих пробам, а значит о стабильности технологического процесса, должна быть отвергнута (при принятом уровне значимости). Если $G < G_{max}$, то оснований для отбрасывания гипотезы не будет (хотя это еще не означает, что гипотеза верна).

Нормальное протекание какого-либо технологического процесса производства комбинированных смесей предполагает, что их структура в течение промежутка времени τ между двумя измерениями не изменяется. В этом случае отклонение в оценке дисперсии будет связано с проявлением влияния возмущающих воздействий как в отношении однородности характеристик используемых компонентов смеси, так и в отношении постоянства значе-

ний конструктивно-технологических факторов. Учитывая вышеизложенное, нами предложено оценивать стабильность функционирования технологических систем пищевых производств по формуле [8–11]:

$$St = 1 - \frac{D[x_i]_{max} - D[x_i]_{min}}{D[x_i]_{max}} = \frac{D[x_i]_{min}}{D[x_i]_{max}}, \quad (7)$$

где $D[X_i]_{max}, D[X_i]_{min}$ – максимальная и минимальная дисперсии распределения случайной величины X_i как параметра оценки стабильности функционирования технологической системы, который измеряется на протяжении интервала времени, позволяющего получать достоверные результаты измерений.

Экспериментально однородность готовых комбинированных смесей оценивали на примере комбикорма для молодняка бройлеров возрастом от 1 до 8 дней. Были отобраны пробы, масса которых близка к суточному потреблению одним цыпленком ($m = 8$ г). Из этой пробы отбирали несколько «малых» проб ($n = 10$), которые отвечали разовой даче комбикорма цыпленку ($m = 0,8$ г).

Исходя из этого, был проведен отбор средних, точечных и объединенных проб (метод диагоналей). Каждую пробу оценивали по содержанию индикаторного компонента – витамина B_2 . Его концентрацию определяли по методу Кравчиной [1, 11]. Кроме того, оценку однородности комбикормовой продукции проводили согласно комплексной методике, разработанной Одесской национальной академией пищевых технологий [12], учитывающей коэффициент вариации (V_s , %), рассчитанный по значениям оптической плотности и значению рН среды, дисперсии (D), дисперсии случайной величины (G_x), выборочной дисперсии (S), а также коэффициента стабильности (St), согласно формуле (7).

Обработка полученных результатов по содержанию индикаторного компонента в отобранных пробах позволила установить графические зависимости, представленные на рис. 2, 3.

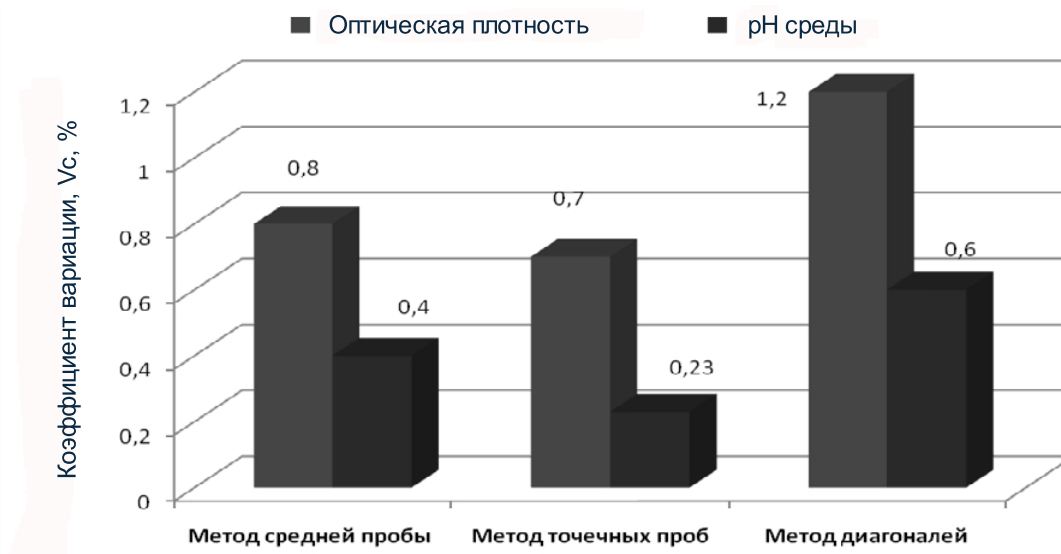
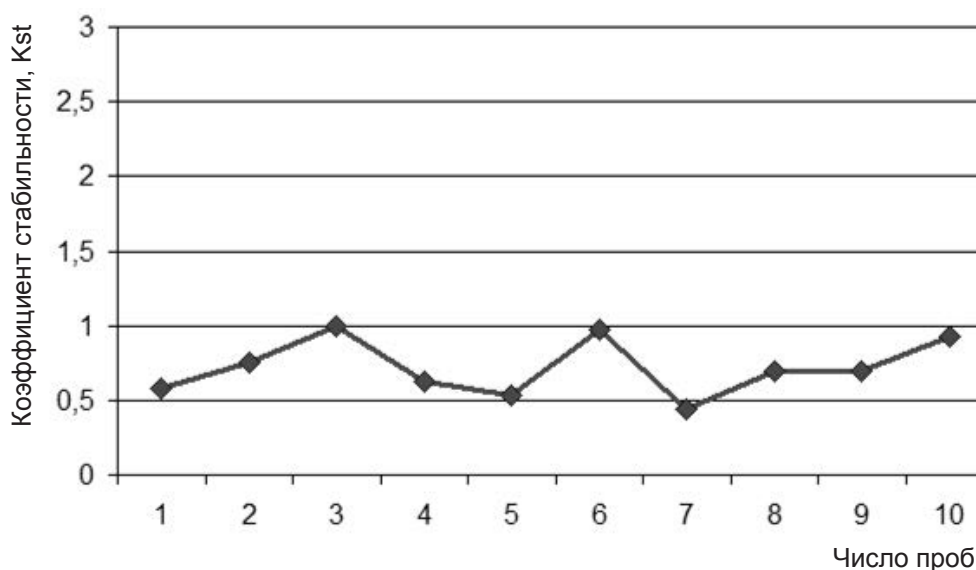
Рис. 2. Зависимость коэффициента вариации (V_c) от метода отбора проб

Рис. 3. Стабильность технологической системы процесса смешивания

Выводы по обозначенным проблемам и перспективы дальнейших исследований в данном направлении. Таким образом, на основе полученных данных, можно сделать выводы, что наиболее точным методом при определении однородности комбинированных смесей является метод отбора точечных проб; применение коэффициента стабильности позволяет контролировать технологические процессы производства различных комбинированных пищевых смесей, а также контролировать

воспроизведение дисперсии оцениваемых показателей качества готовой продукции; данный метод определения стабильности технологического процесса смешивания может быть применен не только в различных направлениях пищевой промышленности, а также при производстве кормовых смесей для животноводства и птицеводства, поскольку качественные и однородные комбикорма являются залогом получения качественной и безопасной животноводческой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спесивцев А. Процесс смешивания при производстве комбикормов // Спесивцев А. // Комбикорма. – 2016. – № 3. – С. 37–40.
2. Yegorov B. V. Statistical foundation for estimation of premixes and mixed fodder uniformity // Food science, engineering and technologies 2009 // B. V. Yegorov, A. V. Makarinskaya, I. S. Kats // Scientific works of Plovdiv University of Food Technologies (“Food science, engineering and technologies 2009”, 23–24 okt., Plovdiv). - UFT Academic Publishing House. – Plovdiv, 2009. – V. LVI, Issue 1. – P. 89–93.
3. Макаринская А. В. Кормовые сыпучие смеси: теория и практика // Макаринская А. В. // Проблемы развития современных комбикормовых технологий : материалы науч.-практ. конф., посвящ. 115-летию со дня рождения проф. П. Г. Демидова (26–27 июня 2008 г., г. Одесса) / Одесская национальная академия пищевых технологий; под ред. Б. В. Егорова, А. В. Макаринской. – Одесса : Полиграф, 2008. – С. 56–64.
4. Панин И. Г. Методика оценки однородности комбикормовой продукции // Панин И. Г., Колпаков Ю. М. // Аграрная наука. – 2004. – № 8. – С. 21–22.
5. Clark P. M., Behnke K. S., Poole, D. R. 2007. The effects of marker selection and mix time on the coefficient of variation (the uniformity of mixing) of Broiler feed. J. Appl. Birds. Resolution V. 16. P. 464–470.
6. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – Москва : «Высшая школа», 1972. – 368 с.
7. Панин И. Оценка вариаций питательных веществ в комбикорме // Панин И., Колпаков Ю., Шенцова Е., // Комбикорма. – 2009. – № 5. – С. 76–77.
8. Yegorov B. Perfection of production technology and evaluation of highly stable premixes // Yegoro, B., Makarinskaya, A. Workshop FEED-TO-FOOD FP/REGPOT-3 (2; 2010, Novi Sad). Proceeding/2st Workshop FEED-TO-FOOD FP/REGPOT-3 and XVI International symposium feed technology (14; 2010, Novi Sad, 19th–21st October 1st 2010); [editor Jovanka Levic]. – 2010 (Novi Sad: Verzal). – С. 116–121.
9. Yegorov B. V. Development of ideas on estimation of food production efficiency / Yegorov B. V., Makarinskaya A. V., Gontsa N. V. // First European food congress. 4–9 November 2008. Ljubljana. Slovenia. EFF02008_0072. P. 175.
10. Кац И. С. Статистическая оценка эффективности функционирования процессов производства премиксов и комбикормов / Кац И. С., Егоров Б. В., Макаринская А. В. // Зернові продукти і комбікорми. – 2008. – № 4 (32). – С. 52–54.
11. Егоров Б. В. Оценка однородности комбинированных смесей / Егоров Б. В., Макаринская А. В., Кац И. С. // Наукові праці Національного університету харчових технологій // Міністерство освіти і науки України. – Київ : РВЦ НУХТ. – 2008. – № 25. – С. 41–44.
12. Егоров Б. В. Теоретические и экспериментальные обоснования производства комплексных наполнителей / Егоров Б. В., Макаринская А. В., Браженко В. Е. // Наукові праці ОНАХТ/ МОІНУ. – Одеса: 2002. – Вип. 24: Нове в технології зберігання та переробки зерна. – С.175–177.

REFERENCES

1. Spesivtsev, A. *Kombikorma*, 2016, no. 3, S. 37–40.
2. Yegorov, B. V., Makarinskaya, A. V., Kats, I. S. *Food science, engineering and technologies 2009* // Scientific works of Plovdiv University of Food Technologies (“Food science, engineering and technologies 2009”, 23–24 okt., Plovdiv). – UFT Academic Publishing House. – Plovdiv, 2009. – V. LVI, Issue 1. – S. 89–93.

3. Makarinskaya, A. V. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferencii Problemy razvitiya sovremennykh kombikormovykh tehnologiy*. Odesa, 2008, pp. С. 56–64.
4. Panin, I., Kolpakov, Yu. *Agrarnaya nauka*, 2004, no. 8, pp. 21–22.
5. Clark, P. M. Behnke K. S. Poole, D. R. The effects of marker selection and mix time on the coefficient of variation (the uniformity of mixing) of Broiler feed. *Appl. Birds*. 2007, Resolution V. 16, pp. 464–470.
6. Gmurman, V. E. *Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika*. «Vysshaya shkola». 1972, 368 p.
7. Panin, I., Kolpakov, Yu., Shentsova, E., Grechishnikov, V. *Kombikorma*, 2009, no. 5, pp. 76–77.
8. Yegorov, B., Makarinskaya, A. *Workshop FEED-TO-FOOD FP/REGPOT-3 (2; 2010, Novi Sad)*. *Proceeding/2st Workshop FEED-TO-FOOD FP/REGPOT-3 and XVI International symposium feed technology (14; 2010, Novi Sad, 19th–21st October 1st 2010)*; [editor Jovanka Levic]. – 2010 (Novi Sad: Verzal). – С. 116–121.
9. Yegorov, B. V., Makarinskaya, A. V., Gontsa, N. V. Development of ideas on estimation of food production efficiency. *First European food congress*. 4–9 November 2008. Ljubljana. Slovenia. EFF02008_0072. P. 175.
10. Kats, I. S., Yegorov, B. V., Makarinskaya, A. V. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 2008, no. 4 (32), pp. 52–54.
11. Yegorov, B. V., Makarinskaya, A. V., Kats, I. S. *Naukovi pratsi Natsionalnogo universyteta kharchovih tehnologiy*. Kyiv, 2008, no. 25, pp. 41–44.
12. Yegorov, B. V., Makarinskaya, A. V., Braghchenko, V. E. *Naukovi pratsi ONAHT*. Odesa, 2002, no. 24, pp.175–177.

А. В. Макаринська, кандидат технічних наук, доцент (Одеська національна академія харчових технологій) **Теоретичні та практичні основи оцінки однорідності комбінованих сумішей.**

Анотація. Розглянуто теоретичні питання виробництва однорідних сипучих сумішей. **Мета** статті полягає у проведенні аналізу різних варіантів оцінки однорідності виробництва комбінованих сумішей, стабільності технологічного процесу змішування й однорідності комбінованих сумішей. **Методика дослідження.** Дослідження проводилось за допомогою коефіцієнта стабільності, що враховує максимальну й мінімальну дисперсії розподілу випадкової величини X , як параметра оцінки стабільності функціонування технологічної системи, який вимірюється протягом інтервалу часу, що дозволяє отримувати достовірні результати вимірювань; використані методи математичної статистики. **Результати.** Проведено оцінку однорідності готових комбінованих сумішей залежно від способу відбору середніх, точкових та об'єднаних проб (метод діагоналей). Отримано графічні залежності коефіцієнта варіації (V_c) від методу відбору проб та стабільності технологічного процесу змішування. **Висновки.** Установлено, що найбільш точним методом під час визначення однорідності комбінованих сумішей є метод відбору точкових проб; застосування коефіцієнта стабільності дозволяє контролювати технологічні процеси виробництва різних комбінованих сумішей, а також відтворення дисперсії оцінюваних показників якості готової продукції; метод визначення стабільності технологічного процесу змішування може бути застосований не тільки в різних напрямках харчової промисловості, а також у будь-якій галузі, пов'язаній з виробництвом однорідних сумішей.

Ключові слова: технологічний процес змішування, комбінована суміш, якість, однорідність, математичні методи оцінки, стабільність.

A. Makarinskaya, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (Odessa National Academy of Food Technologies). **The theoretical and practical foundations of the evaluation of the homogeneity of the combined mixtures.**

Introduction. Theoretical issues the production of a homogeneous granular mixtures. An analysis of the various options for evaluating the uniformity of production of the combined mixtures using the methods of mathematical statistics. **Purpose.** The aim of this work is to develop an objective method of

assessing the homogeneity of the combined mixtures and stability of technological process of mixing. To evaluate the quality of ready mixes (homogeneity) we used the colorimetric method, and various methods of mathematical statistics. **Methods.** Various methods of statistics, student distribution and χ^2 also confirm that in many applications an important role is played by the quadratic sample mean and corrected sample mean squares, which give estimates of the variance. Therefore, knowing the mathematical expectation of a random variable and its variance, we know everything about the probability distribution of the random variable, i.e. a key component in the combined mixture, which allows to provide a more accurate assessment of the homogeneity of such mixtures. **Results.** Given that the variance of the dispersion of a parameter of the technological process as a system describes its ability to achieve the goal: a given range of dispersion, and a predetermined absolute value of the desired quantity X_p , it is possible to assess stability of technological process according to the degree of renewal (par) dispersion dispersion over time τ . Asked to assess stability of technological process of mixing and homogeneity of the combined mixtures using the stability coefficient, which takes into account the maximum and minimum dispersion of the distribution of the random variable X_i , as a parameter of evaluation of stability of functioning of the technological system, which is measured over a time interval, allowing to obtain reliable measurement results. The evaluation of the homogeneity of the prepared combined mixtures depending on the method of selection of average, spot and pooled samples (method of diagonals). The graphic dependences of variation coefficient (Vc) from the method of sampling and stability of technological process of mixing. **Conclusions.** Found that the most accurate method in determining the uniformity of the combined mixtures is the method of selection of point samples; the use of stability coefficient allows to control the technological processes of production of different combination of mixtures as well as control the playback of the variance of the estimated indicators of the quality of the finished product; method of determining the stability of technological process of mixing can be applied not only in various areas of the food industry, and in production of fodder mixtures for livestock and poultry, as high-quality and homogenous feed are the key to obtaining high-quality and safe livestock products.

Keywords: technological process of mixing, the combined mixture, the quality, uniformity, mathematical methods of evaluation, stability.

Надійшло 20.09.2016

Надійшло в переробленому вигляді 02.10.2016

Прийнято 20.10.2016