

УДК 663.933:621.1.013

Профессор Е.С.Шенцова,
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарных, макаронных,
кондитерских и зерноперерабатывающих производств.
тел. 8-903-857-06-44,
e-mail: evgeniya-shencova@yandex.ru;
генеральный директор И.Г. Панин, к.с.-х.н. В.В. Гречишников,
к.с.-х.н. А.И. Панин
(«Корморесурс» г. Воронеж)
E-mail: panin@kombikorm.ru

Professor E.S. Shentsova,
(Voronezh state university of engineering technology) Department of technology of bread,
confectionery, macaroni and grain-processing production.
phone 8-903-857-06-44
E-mail: evgeniya-shencova@yandex.ru,
general director I.G. Panin, Ph.D. V.V. Grechishnikov, Ph.D. A.I. Panin
("Kormoresurs", Voronezh)
E-mail: panin@kombikorm.ru

Оценка погрешностей содержания питательных и биологически активных веществ в комбикормовой продукции

Evaluation of errors of nutrients and bioactive substances in animal feed production

Реферат. Определение питательности компонента комбикорма предполагает следующее: оценку его химического состава; оценку количества содержащихся в нем переваримых питательных веществ; оценку количества высвобождаемой им энергии. Оценивается химический состав компонента по тем показателям, по которым балансируется рацион. Это на первый взгляд простое требование не всегда выполняется. В практике кормопроизводства нередки случаи, когда при проведении химического анализа готового корма обнаруживается несоответствие между расчетными и фактическими показателями питательности, причем с одинаковой вероятностью отклонения от декларируемой величины как в одну, так и в другую сторону. В базе данных современных программ, предназначенных для составления рационов кормления, содержатся коэффициенты переваримости питательных веществ по всем видам сырья для всех видов животных. Заложенные в программе специальные коэффициенты позволяют балансировать рационы кормления по переваримым питательным веществам и рассчитывать энергетическую ценность компонентов. В статье предлагается математический аппарат, позволяющий оценить допустимый предел вариаций содержания биологически активных веществ в партии премикса относительно данных рецепта. В качестве причин вариаций рассматриваются случайные погрешности методик количественного химического анализа биологически активных веществ (БАВ) и случайные погрешности оценок масс носителей активных веществ при их дозировании в смеситель.

Summary. The definition of feed nutrients assumes the following: assessment of its chemical composition; estimate of the amount contained therein of digestible nutrients; estimate of the amount of energy released by them. We estimate the chemical composition of the components of the indices, which balanced diet. This seemingly simple requirement is not always fulfilled. In the practice of forage production are cases when during the chemical analysis of the finished feed is a discrepancy between the estimated and actual nutritional value, and with the same probability of deviation from the declared value of both in one and in the other direction. The database of contemporary programs for compiling feed rations contained digestibility coefficients of nutrients for all types of raw materials for all kinds of animals from the program of special factors, allow to balance feed rations on digestibility of nutrients and energy value component count. The paper proposes a mathematical tool for assessing the margin of variation of content of biologically active substances in the party regarding the premix recipe data. The reasons for the variations are considered random error methods of quantitative chemical analysis of biologically active substances (BAS) and random error estimates of the masses of carriers of active substances when they are dosed into the mixer.

Ключевые слова: питательные вещества, биологически активные вещества, комбикорм, премикс, вариации, погрешность.

Keywords: nutrients, biologically active substances, feed, premix, variations, error.

Современный комбикорм представляет собой сложное промышленное изделие, которое характеризуется показателями потребительских свойств, важных при кормлении сельскохозяйственных животных и птицы. Вариации содержания питательных веществ и биологически активных веществ (БАВ) в суточных рационах кормления влияют на продуктивность и конверсию корма. К показателям потребительских свойств относят компонентный состав (до 15-18 показателей), питательную ценность (до 10 показателей), содержание микрокомпонентов, в том числе витаминов (до 12 видов), микроэлементов (до 6 видов), ферментов, лекарственных препаратов, антиоксидантов, однородность состава изготовленной партии комбикорма, однородность суточных рационов и др.

При составлении рецептов комбикормов учитывается, что одноименные питательные вещества входят в состав различных сырьевых компонентов. Микрокомпоненты вносятся в комбикорм через премиксы соответствующей рецептуры.

Количество любого j -ого питательного вещества в партии комбикорма рассчитывается по формуле:

$$C_j = \sum_{i=1}^n m_i \cdot C_{ji} \quad (1)$$

где C_{ji} - содержание j -ого питательного вещества в i -ом сырьевом компоненте; $m_i = \frac{M_i}{M_\Sigma}$ - массовая доля содержания i -ого сырьевого компонента в комбикорме; M_Σ - масса партии комбикорма; M_i - масса i -ого сырьевого компонента премикса; n - количество компонентов в комбикорме.

Содержание любого i -ого микрокомпонента в премиксе рассчитывается по формуле:

$$C_{in} = \frac{C_i \cdot M_i}{M_n}, \quad (2)$$

где C_{in} - содержание i -ого микрокомпонента в премиксе; C_i - содержание i -ого микрокомпонента в сырьевом компоненте премикса; M_i - масса i -ого сырьевого компонента премикса; $M_n = \sum_{i=1}^n M_i$ - масса премикса.

В реальных условиях производства комбикормов и премиксов из-за воздействия на технологический процесс множества случайных факторов возникают отклонения содержания питательных веществ и микрокомпонентов от рассчитанных значений по рецепту.

Величина этих отклонений характеризуется дисперсиями S_j^2 и S_{in}^2 функций (1) и (2) за счет изменения аргументов C_{ji} ; M_i ; C_i .

Дисперсия значений любой функции $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ за счет случайных независимых изменений ее аргументов x_i , которые характеризуются дисперсиями S_{xi}^2 определяется выражением:

$$S_y^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot S_{xi}^2 \quad (3)$$

Дисперсия содержания C_j любого j -ого питательного вещества в партии комбикорма может быть представлена суммой:

$$S_j^2 = S_{jk}^2 + S_{jq}^2 + S_{ja}^2, \quad (4)$$

где $S_{jk}^2 = \sum_{i=1}^n m_i^2 \cdot S_{ji}^2$ - составляющая дисперсии, определяемая вариациями содержания питательных веществ в одноименных видах сырьевых компонентов, используемых при производстве комбикорма.

$S_{jq}^2 = \sum_{i=1}^n (C_{ji} - C_j)^2 \cdot m_i \cdot \left(\frac{S_{Mi}}{M_i} \right)^2$ - составляющая дисперсии, определяемая вариациями масс сырьевых компонентов в замесах;

$S_{ja}^2 = 0,13 d_j^2$ - составляющая дисперсии, определяемая аналитическими погрешностями методик количественного химического анализа j -ого питательного вещества при анализе навесок из партии комбикорма.

Дисперсия любого i -ого БАВ в партии премикса оценивается по формуле:

$$S_{in}^2 = S_{ia}^2 + S_{im}^2,$$

где составляющая дисперсии, определяемая аналитическими погрешностями методик количественного химического анализа i -ого БАВ при анализе партии премикса; S_{im}^2 - составляющая дисперсии, определяемая вариациями масс носителей i -ого БАВ в замесе.

Для премикса отношение:

$$\frac{S_{in}}{C_{ni}} = (1 - \min) \frac{S_{nMi}}{M_{ni}} \quad (5)$$

В формулах (4) и (5) приняты следующие обозначения: $m_i = \frac{M_i}{M_\Sigma}$ - массовая доля содержания i -ого сырьевого компонента в комбикорме; M_i - масса i -ого сырьевого компонента в замесе; $M_\Sigma = \sum_{i=1}^n$ - масса замеса комбикорма; $m_{in} = \frac{M_{ni}}{M_{n\Sigma}}$ - массовая доля содержания i -ого сырьевого компонента премикса в замесе премикса; $M_{n\Sigma}$ - масса замеса премикса; C_{ni} - содержание i -ого микрокомпонента в премиксе; S_{in} - стандартное отклонение содержания i -ого активного вещества в партии премикса; S_{nMi} - стандартные отклонения массы M_{ni} i -ого носителя БАВ в замесе премикса; M_{ni} - масса носителя i -ого БАВ в замесе

премикса; $M_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n M_i$ - масса замеса комбикорма; $\frac{S_{Mi}}{M_i}$ - коэффициент вариации массы i -ого сырьевого компонента в замесах комбикорма, выраженный в относительных единицах; S_{nMi} - стандартное отклонение массы i -ого компонента премикса в замесах; $\frac{S_{nMi}}{M_{ni}}$ - коэффициент вариации массы i -ого компонента премикса в замесах; n - количество сырьевых компонентов, используемых при производстве комбикормов и премиксов; C_j - содержание j -ого питательного вещества в комбикорме; C_{ji} - содержание j -ого питательного вещества в i -ом виде сырьевого компонента комбикорма; d_j - предельное значение аналитического стандартного отклонения сходимости.

$$S_{Mi} = \frac{\Delta M_i}{\sqrt{3}}, \quad S_{nMi} = \frac{\Delta M_{ni}}{\sqrt{3}}$$

ΔM_i - верхняя граница случайной погрешности оценки массы M_i i -ого сырьевого компонента комбикорма;

ΔM_{ni} - верхняя граница случайной погрешности оценки массы M_{ni} i -ого сырьевого компонента премикса.

Оценка содержания и вариаций активных веществ в партиях комбикорма и премикса проводится путем анализа представительной выборки.

Комбикормовый рацион представляет собой единичную выборку из массы партии комбикорма. С уменьшением массы единичной выборки увеличивается ее отличие по составу и вариациям содержания питательных веществ и БАВ от представительной выборки.

Выражая размеры частиц любого i -ого сырьевого компонента комбикорма через диаметр $(d_i)_{50}$, соответствующие средним диаметрам каждого сырьевого компонента, можно оценить коэффициенты вариации любого j -ого питательного вещества и i -ого БАВ в рационах массой M_p .

Среднее количество частиц любого i -ого компонента комбикорма в рационах, содержащего питательные вещества, оценивается по формуле:

$$\bar{N}_i = \frac{6 \cdot M_p \cdot C_{ij}}{100 \cdot \pi \cdot \rho_i \cdot (d_i)_{50}^3} \quad (6)$$

Среднее количество частиц i -ого носителя БАВ премикса в рационе рассчитывается по формуле:

$$\bar{N}_i = \frac{6 \cdot M_p \cdot C_n \cdot C_{in}}{100 \cdot \pi \cdot C_i \cdot \rho_i \cdot (d_i)_{50}^3} \quad (7)$$

где C_n - содержание премикса в комбикорме; M_p - масса рациона.

Дисперсия содержания j -ого питательного вещества в рационах при распределении частиц по закону Пуассона имеет вид:

$$S_{ik}^2 = \sum_{i=1}^n (C_{ij} - C_j)^2 \cdot m_i^2 \cdot \frac{1}{N_i} \quad (8)$$

Выражение (8) может быть представлено в виде:

$$S_j^2 = (1 - K_o)^2 \sum_{i=1}^n (C_{ji} - C_j)^2 m_i^2,$$

где K_o - коэффициент однородности смеси, выраженный в относительных единицах.

Рассчитать коэффициент вариации содержания j -ого питательного вещества можно по формуле:

$$R = \frac{\sqrt{S_j^2}}{C_j} \cdot 100 \quad (9)$$

Массовая доля m_{ink} содержания i -ого компонента премикса в комбикормовом рационе меньше 0,01, т.е. $m_i \leq 0,01$. При этом:

$$\frac{S_{ink}}{C_{ink}} = \frac{S_{ink}}{M_{ink}}, \quad (10)$$

где S_{ink} - стандартное отклонение содержания i -ого БАВ премикса в рационах комбикорма;

C_{ink} - среднее содержание i -ого БАВ премикса в комбикормовых рационах;

S_{ink} - стандартное отклонение содержания массы i -ого компонента премикса в комбикормовых рационах;

M_{ink} - масса i -ого компонента премикса в комбикормовом рационе.

Коэффициент вариации содержания i -ого компонента премикса в рационе определяется выражением:

$$R_i = \frac{S_{ink}}{C_{ink}} \cdot 100\% = \frac{100}{N_i}, \quad 100\% \quad (11)$$

Оптимальный диаметр частиц i -ого компонента премикса в комбикормовом рационе составляет:

$$(d_i)_{50} = 0,01 \sqrt[3]{\frac{6 \cdot M_p \cdot C_n \cdot C_{in} \cdot R_i^2}{100 \cdot \pi \cdot C_i \cdot \rho_i}} \quad (12)$$

Диаметр $(d_i)_{50}$ может быть увеличен за счет уменьшения параметра C_i функции (12) такими технологическими приемами как микрокапсулирование, применение молекулярных и нано технологий.

В готовых премиксах оценивается количество БАВ, а также отклонения от указанных в рецепте количествах (опорных значений). Установленные стандартом допустимые отклонения не должны превышать, так как в этом случае изготовленная партия признается не соответствующей рецепту [1, 2].

В проведенных исследованиях теоретическая оценка допустимых пределов отклонения содержания БАВ в партии премикса от значений рецепта может быть проведена с применением методов математической статистики и теории вероятностей [3].

Поскольку на отклонение содержания любого i -го БАВ в отобранных пробах от опорных значений также влияли случайные погрешности методик количественного химического анализа и случайные отклонения масс носителей при дозировании с использованием весовых устройств. Содержание любого i -го БАВ в анализируемой пробе премикса оценивается по среднему значению $\bar{C}_i$ двух параллельных определений, которое может отличаться от опорного значения C_i на случайную величину ΔC . Поскольку погрешности являются независимыми. В этом случае отклонение результата измерения $\bar{C}_i$ от опорного значения C_i на случайную величину ΔC может характеризоваться стандартным отклонением $S_{\Delta C}$, которое зависит от S_1 – аналитического стандартного отклонения, определяемого методикой количественного химического анализа i -го БАВ и S_2 – аналитического стандартного отклонения, определяемого случайной погрешностью при дозировании.

Относительная погрешность содержания каждого компонента τ_i (%) определялась с помощью уравнения:

$$\tau_i = \frac{S_{\Delta C}}{C_i} \cdot 100 \quad (13)$$

Оценка стандартного отклонения S_1 проводилась с использованием данных стандартов на методы определения БАВ в премиксах [4-9]. Приводимые формулы позволяют рассчитывать допустимые расхождения двух результатов параллельных определений C_1 и C_2 .

В результате математических преобразований установлено, что аналитическое стандартное отклонение S_1 , г/кг, может быть определено по формуле:

$$S_1 = \frac{C_i \cdot 0,01 \cdot d_2}{2,77} \quad (14)$$

где d_2 – значение норматива сходимости, %, при доверительной вероятности $P=0,95$.

Опорное значение C_i содержания i -го БАВ в премиксе по рецепту оценивалось в соответствии с формулой:

$$C_i = \frac{M_i \cdot C_H}{M_{\Pi}} = m_i \cdot C_H, \quad (15)$$

где M_i – опорное значение массы носителя i -го БАВ в премиксе, кг; $M_{\Pi} = \sum_{i=1}^n M_i$ – масса партии премикса, кг C_H – содержание БАВ в носителе, г/кг.

Величина m_i определяет отношение массы носителя i -го БАВ в партии премикса к массе партии.

Стандартные отклонения массы носителя от его опорного значения S_m и S_2 связаны между собой зависимостью:

$$\frac{S_2}{C_i} = (1 - m_i) \frac{S_m}{M_i}. \quad (16)$$

Для премиксов значение m_i для любых носителей БАВ намного меньше единицы, что позволило определить S_2 :

$$S_2 = C_i \cdot \frac{S_m}{M_i} \quad (17)$$

Стандартные отклонения S_m оценки масс M_i связаны с предельными абсолютными значениями погрешности ΔM_i масс носителей за счет равномерного распределения погрешностей весовых устройств зависимостью:

$$S_m = \frac{\Delta M_i}{\sqrt{3}} \quad (18)$$

В таблице 1 приведены данные, позволяющие оценить вариации содержания ряда биологически активных веществ в партии премикса П5-1 относительно данных рецепта. Масса партии премикса выбрана равной одной тонне. Для оценки масс носителей БАВ, вносимых в премикс, были использованы данные с применением весовых устройств с верхними значениями измерения масс, близкими расчетным значениям масс носителей БАВ, указанных в таблице.

Т а б л и ц а 1

Оценка вариаций содержания ряда биологически активных веществ в партии премикса П5-1

БАВ премикса	Носитель БАВ	Опорное значение концентрации БАВ в премиксе, C , г/кг	Масса носителя БАВ в премиксе, M , г	Аналитическое стандартное отклонение, S_1 , г/кг	Абсолютная погрешность оценки массы носителя, ΔM , г	Стандартное отклонение, определяемое погрешностью оценки массы, S_2 , г/кг	Стандартное отклонение, $S_{\Delta C}$, г/кг	Относительная погрешность, τ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Витамины:								
А	Препарат	344,0	2000,0	12,4	2,5	0,0003	12,4	3,6
Д ₃	Препарат	5,0	400,0	0,21	2,5	0,00029	0,21	4,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
E	Препарат	2,5	5000,0	0,09	5,0	0,00086	0,09	3,6
K ₃	Препарат	0,396	396,0	-	2,5	0,00086	<10-10	2,9
B ₁	Препарат	0,2	204,0	0,0043	2,5	0,00168	0,0046	2,3
B ₂	Препарат	0,4	500,0	0,0011	2,5	0,00138	0,0017	0,4
B ₃	Препарат	1,2	1386,0	0,0020	2,5	0,00144	0,0015	0,13
B ₄ 50%	Препарат	40,0	80000,0	1,44	20,0	0,0008	1,44	3,6
B ₅	Препарат	3,0	3030,0	0,0054	20,0	0,0017	0,0054	0,18
B ₆	Препарат	0,2	204,0	0,0043	2,5	0,00168	0,0046	2,3
B ₁₂	Препарат	0,003	3000,0	-	20,0	0,00001	*	*
Bc	Препарат	0,07	87,0	0,0018	1,0	0,00138	0,0047	6,7
C	Препарат	5,0	5051,0	0,126	5,0	0,0017	0,1260	2,52
H	Препарат	0,01	500,0	-	2,5	0,00003	*	*
Fe	FeSO ₄	1,0	4975,0	0,361	5,0	0,00034	0,3610	3,6
Cu	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,025	926,0	0,00135	2,5	0,00046	0,0014	5,6
Zn	ZnO	5,0	6242,0	0,1805	20,0	0,00035	0,1805	3,6
Mn	MnCO ₃	10,0	33330,0	0,2888	30,0	0,0005	0,2888	2,9
Co	CoCl ₂ ·6H ₂ O	0,1	403,2	0,0072	2,5	0,00043	0,0083	7,2
I	Ca(IO ₃) ₂	0,1	196,5	-	2,5	0,0009	*	*
Se	Na ₂ SeO ₃	0,02	43,4	-	1,0	0,0008	*	*

*Примечание: для витаминов B₁₂, H, микроэлементов I, Se отсутствуют стандартизованные методы оценки их содержания в премиксах.

В результате проведенных расчетов установлено, что относительные стандартные отклонения содержания БАВ для рассмотренного рецепта премикса могут отличаться от опорных значений не более чем на 4,5 %. Представленные в таблице 1 данные, свидетельствуют о том, что для большинства биологически активных веществ этот показатель не превышает указанное значение.

Таким образом, методика дает возможность оценить отклонения содержания БАВ в партиях премиксов, изготовленных по различным рецептам, для признания полученной продукции как «соответствующей данным рецепта».

В отличие от компонентов премиксов компоненты комбикормов отличаются большей вариабельностью питательных веществ, поэтому в практике кормопроизводства нередко случаи, когда при проведении анализа готового продукта обнаруживается несоответствие между расчетными и фактическими значениями показателей питательности, причем с одинаковой вероятностью отклонения от декларируемой величины как в одну, так и в другую сторону.

Сравнительный анализ отклонений более чем в 1000 образцах комбикормов позволил сделать вывод: основной вклад – 60-80 % – в отклонения значений показателей состава корма вносят погрешности оценки химического состава компонентов. Остальные 20-40 % приходятся на погрешности систем дозирования и смешивания, на расслоение корма

при его транспортировании по технологическим линиям и к месту потребления.

При расчете рецептов комбикормов есть три источника информации о химическом составе компонентов: первый – результаты анализа, второй – качественное удостоверение поставщика, третий – справочная таблица о составе кормов.

Самый правильный путь к минимизации погрешности — проведение полного анализа по каждому показателю питательности в отношении каждого компонента. Однако проведение анализов связано с финансовыми и временными затратами. Поэтому определяют наиболее значимые из них, например, в зерновых компонентах протеин, клетчатку, золу.

Мерой рассеяния результатов анализа являются среднеквадратическое отклонение сходимости S_d и воспроизводимости S_D . Эти величины связаны между собой отношениями:

$$d = 2,77S_d, \quad D = 2,77 S_D. \quad (19)$$

В стандартах на химические методы анализа уравнения регрессии для оценки нормативов сходимости d_i и воспроизводимости D_i при доверительной вероятности $P = 0,95$ имеют общий вид:

$$D_i = (K_{1i} + K_{2i} \cdot C_i) \quad (20)$$

где C_i — значение i -го анализируемого показателя питательности; K_{1i} и K_{2i} — коэффициенты уравнения регрессии.

В таблице 2 представлены коэффициенты для основных показателей питательности комбикормов.

Коэффициенты уравнений регрессии для оценки допустимых пределов сходимости и воспроизводимости

Показатель	Сходимость		Воспроизводимость	
	K ₁	K ₂	K ₁	K ₂
Сырой протеин	0,13	0,03	0,56	0,05
Сырая клетчатка	0,38	0,033	1,3	0,07
Сырой жир	0,11	0,028	0,62	0,09
Кальций	0,03	0,044	0,06	0,14
Фосфор	0,01	0,09	0,01	0,28
Натрий	0,02	0,07	0,02	0,1
Сырая зола	0,34	0,05	0,083	0,064
Лизин	0	0,1	0	0,25
Цистин	0,132	0,058	0,2	0,34
Метионин	0,06	0,088	0,2	0,34

При проведении анализа комбикорма в собственной лаборатории диапазон возможных отклонений C_j с вероятностью 0,95 не выходит за границы $\Delta C_j = \pm d_j$. При использовании в расчетах данных из удостоверений о качестве, предъявляемых поставщиком сырья, возможные отклонения по j -му показателю с вероятностью 0,95 не выходят за границы $\Delta C_j = \pm D_j$. При использовании табличных данных погрешность находится в пределах статистической неопределенности по показателям питательности. Статистическое распределение для j -го показателя питательности характеризуется средним значением (математическим ожиданием) C_j , размахом варьирования (C_{jmin} , C_{jmax}) и среднеквадратическим отклонением S_{jcm} . В результате исследования 661 образцов пшеницы получены следующие значения: $C_j = 10,96$ %, диапазон варьирования — от 7,35 до 14,91 %, $S_{jcm} = 1,57$ %.

Законы распределения случайных величин заложены в базу данных современной программы «Корм Оптима». Пользователь строит матрицу источников информации о каждом показателе питательности в каждом компоненте. На основании матрицы рассчитывается вероятность попадания каждого показателя из рецепта комбикорма в допустимый для него диапазон отклонений.

При оценке вариаций сырого протеина в комбикорме для кур-несушек (таблица 3) его содержание составило 18,0 %; диапазон допускаемых отклонений, при котором это содержание признается «соответствующим заявленному», — 1,46 %. Рассчитаем вероятность попадания значения сырого протеина, указанного в рецепте, в диапазон 16,54 – 19,46 % при испытании комбикорма в контролирующей лаборатории.

Необходимо проанализировать три источника информации о содержании сырого протеина в компонентах. Подход, когда для всех компонентов используется один источник информации, применен для наглядности. На практике, как правило, по одним компонентам проводится анализ, по другим — используются данные качественного удостоверения, по третьим — табличные данные.

Используя правило сложения дисперсий, можно рассчитать ожидаемое значение отклонений показателей питательности в готовом комбикорме от расчетных значений и вероятность попадания заявленного значения в диапазон допустимых отклонений. Если проводился анализ всех компонентов, у специалиста нет сомнений, что при контрольном испытании их содержание в комбикорме с вероятностью 99 % будет соответствовать рассчитанным значениям (таблицы 3). Если при расчете использовать табличные данные, то вероятность попасть в заданный диапазон составляет только 84 %.

Т а б л и ц а 3

Прогноз отклонений содержания сырого протеина в комбикорме для кур-несушек от расчетного значения

Компонент	% ввода	Содержание сырого протеина, %		Среднеквадратическое отклонение содержания сырого протеина, источники		
		в сырье	в рецепте	первый	второй	третий
1	2	3	4	5	6	7
Ячмень шелушенный	35,31	13,1	4,625	0,0967	0,2848	0,4731
Пшеница	28,50	11,9	3,392	0,0834	0,2626	0,4475
Жмых подсолнечный	15,71	36,1	5,671	0,1080	0,3065	0,5769
Мука мясокостная	3,00	41,6	1,248	0,0602	0,2251	0,2460
Дрожжи кормовые	3,00	40,3	1,209	0,0483	0,2233	0,2506
Мука рыбная	2,50	63,4	1,585	0,0639	0,2301	0,2617
Лизин монохлоридат	0,15	94,4	0,142	0,0023	0,2042	0,2042
DL-метионин	0,14	58,1	0,081	0,0022	0,2030	0,2030

1	2	3	4	5	6	7
Масло, сырье минеральное	10,69	—	—	—	—	—
Премикс	1,00	11,0	0,11	0,0479	0,2036	0,2134
В рецепте	100,0	—	18,0	0,2200	0,5219	1,039
Вероятность попадания в диапазон 18,0%±1,46%				99,0%	94,0%	84,0%

Разработанная методика позволяет производителю комбикормов видеть источники нестабильности по каждому показателю питательности, принимать меры к их уменьшению, оптимизировать затраты на анализы и обеспе-

чивать гарантии качества с любой согласованной с заказчиком доверительной вероятностью (чем она больше, тем больший запас по показателям питательности должен быть в рецепте, следовательно, тем он дороже.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 ГОСТ Р 52356-2005. Премиксы. Номенклатура показателей.
- 2 ГОСТ Р ИСО 6497-2011. Корм для животных. Отбор проб.
- 3 Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высшая школа, 2002. 497 с.
- 4 Панин И.Г. Вероятностная методика расчета рецептов комбикормов // Аграрная наука. 2004. №10 С. 13-15.
- 5 Панин И.Г., Колпаков Ю.М., Шенцова Е.Г., Гречишников В.В. Математическая модель вариаций питательных веществ в суточных рационах // Аграрная наука. 2008. №8. С. 25-26.
- 6 ГОСТ 52741-2007. Премиксы. Определение содержания витаминов: В₁ (тиаминхлорида), В₂ (рибофлавина), В₃ (пантотеновой кислоты), В₅ (никотиновой кислоты и никотинамида), В₆ (пиридоксина), В_с (фолиевой кислоты), С (аскорбиновой кислоты) методом капиллярного электрофореза.
- 7 ГОСТ Р 52147-2003. Белково-витаминно-минеральные и амидо-витаминно-минеральные добавки. Методы определения содержания ретинола-ацетата (витамина А), эргокальциферола (холекальциферола) (витамина D), токоферола-ацетата (витамина Е)
- 8 ГОСТ Р 51637-2000. Премиксы. Методы определения массовой доли микроэлементов (Mn, Fe, Cu, Zn, Co).
- 9 ГОСТ Р 50929-96. Премиксы. Методы определения витаминов группы В
- 10 ГОСТ Р 53027-2008. Премиксы. Метод определения витамина К₃.

REFERENCES

- 1 GOST R 52356-2005 Premiksy. Nomenklature pokazatelei [State standard 52356-2005 . The premixes. The range of indicators]. (In Russ.).
- 2 GOST R ISO 6497-2011 Korm dlya zhivotnykh. Otbor prob [State standard 6497-2011 Fodder for animals. Sampling]. (In Russ.).
- 3 Gmurman V.E. Teoriya veroyatnostei [Theory of probability and mathematical statistics]. Moscow, Vysshaya shkola, 2002. 497 p. (In Russ.).
- 4 Panin I. G. Probabilistic method of calculation of recipes feed. *Agrarnaya nauka*. [Agricultural science], 2004, no. 10, pp. 13-15. (In Russ.).
- 5 Panin I. G., Kolpakov Yu. M., Shentsova E. G., Grechishnikov V. V. Mathematical model of variations of nutrients in daily rations *Agrarnaya nauka*. [Agricultural science], 2008, no. 8, pp. 25-26. (In Russ.).
- 6 GOST 52741-2007. Premiksy. Opredelenie soderzhaniya vitaminov: B₁ (tiaminkhlorida), B₂ (riboflavina) [State standard 52741-2007. The premixes. Determination of vitamins: B1 (teamengland), B2 (Riboflavin), B3 (Pantothenic acid), B5 (nicotinic acid and nicotinamide), B6 (pyridoxine), Sun (folic acid), C (ascorbic acid) by capillary electrophoresis]. (In Russ.).
- 7 GOST R 52147-2003 Belkovo-vitaminno-mineral'nye i amido-vitaminno-mineral'nye dobavki. [State standard 52147-2003. Protein-vitamin-mineral and amido-vitamin-mineral supplements. Methods of determination of co-holding of retinol-acetate (vitamin A), ergocalciferol (cholecalciferol) (vitamin D), tokoferol-acetate (vitamin E)]. (In Russ.).
- 8 GOST R 51637-2000. Premiksy. Metody opredeleniya massovoi doli mikroelementov [State standard 51637-2000. The premixes. Methods for determination of mass fraction of microelements (Mn, Fe, Cu, Zn, Co)].(In Russ.).
- 9 GOST R 50929-96. Remiksy. Metody opredeleniya vitaminov gruppy B [State standard 50929-96. The premixes. Methods for determination of vitamins of group B]. (In Russ.).
- 10 GOST R 53027-2008. Premiksy. Metod opredeleniya vitamina K₃. [State standard 53027-2008. The premixes. Method of determination of vitamin K3]. (In Russ.).