



Научная статья

УДК 67.03:658.56:636.085.55

Контроль качества и однородности комбикормов

Валерий Сергеевич Крюков¹, Сергей Владимирович Зиновьев², Борис Семенович Липнер¹

¹ООО «Оптиформ», Санкт-Петербург; ²Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности (ВНИИПП) – филиал ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» (ФНЦ «ВНИТИП»)

Аннотация: Статья посвящена анализу нормативной базы, регулирующей качество комбикормов, и теоретическому обоснованию возможности производства комбикормов с заданным коэффициентом вариации (C_v) контролируемых компонентов. Выбор компонентов, обеспечивающих теоретически рассчитанную вариацию их концентрации в корме, не гарантирует получение комбикорма с ожидаемым C_v , поскольку этот показатель неизбежно ухудшают технологическое оборудование и погрешности лабораторных анализов. Поэтому расчетные показатели должны обеспечивать запас, т.е. ориентироваться на более низкую вариацию содержания в корме контролируемых веществ. Показано, что понятие «однородные корма» технически некорректно, и что в строгом научном смысле однородных кормов не существует. Это мифический идеал, поскольку отсутствует сырье с «идеальными» свойствами и технологии, которые могли бы его гарантированно достичь, как нет и метода, чтобы его подтвердить. Ученые и инженеры давно заменили этот расплывчатый идеал на точный и измеримый параметр – ожидаемую однородность распределения отдельных компонентов по смеси, которая вначале определяется путем расчета количества их частиц в контролируемой порции. На этом основании можно определить ожидаемую вариацию содержания контролируемого вещества в порции потребляемого животным корма. Распределение по корму добавленного вещества с коэффициентом вариации его в порции 10% и ниже принято считать качественным; более высокая величина свидетельствует о необходимости совершенствования технологии перемешивания компонентов или пересмотра требований к качеству используемого компонента. Следует обратить внимание на главную роль величины образца, взятого на анализ: чем больше навеска, тем больше в нее попадет частиц контролируемого вещества и меньше отклонение его концентрации от ожидаемой. Обеспечение равномерности распределения по корму контролируемых веществ, от которого напрямую зависит эффективность и безопасность современного животноводства – это всегда компромисс между совершенством технологии, количеством и физическими свойствами частиц и статистической достоверностью.

Ключевые слова: комбикорма, однородность, гомогенность, коэффициент вариации, предварительное смешивание.

Для цитирования: Крюков, В.С. Контроль качества и однородности комбикормов / В.С. Крюков, С.В. Зиновьев, Б.С. Липнер // Птицеводство. – 2026. – №1. – С. 17-23.
doi: 10.33845/0033-3239-2026-75-1-17-23

Качество комбикормовой продукции зависит от свойств используемого сырья, технологии ее производства, условий доставки до потребителя и попадания в кормушку. На продуктивность животных влияют форма корма (гранулы или россыпь), технология раздачи корма, включая конструкцию кормушек, и предоставление корма вволю или ограниченно. На всех этапах перечисленные факторы влияют на распределение компонентов по массе комбикорма, и далеко не все из них учитываются. Управление качеством на этапах производства и оборота частично регламентировано требованиями межгосударственных и национальных стандартов (ГОСТы), технических регламентов и иной нормативно-технической документации (НТД).

У практиков сложилось стойкое убеждение в том, что хорошие корма должны быть однородными. Понятие «однородный корм» привычно, и его употребляют не задумываясь. Контроль качества комбикормовой продукции основан на измерениях заявленных производителем физических и химических параметров. Российские и зарубежные нормативные документы не включают параметр «однородность комбикорма». Действующие стандарты подготовки проб для лабораторного анализа не создают надлежащих условий контроля качества кормов в связи с тем, что не регламентируют в порции корма и в анализируемой пробе количество частиц определяемых веществ, от которого зависит вариабельность их концентрации в продуктах.

Трактовка термина «качество» в различных отраслях науки и производства имеет особенности, связанные с требованиями к конкретному виду продукции.

В международном стандарте ГОСТ 15467-79 дано широкое определение категории «качество» как «совокупности свойств, обуславливающих пригодность продукции удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением». При этом перечень «определенных потребностей» не закреплен. Показатели качества продукции могут быть единичными, характеризующими одно из свойств; определяющими, по ряду из которых принимают решение о ее качестве; комплексными, характеризующими несколько ее свойств. Таким образом, установленные требования к качеству носят декларативный характер, поскольку представляют собой формализованное предписание соответствия продукции заранее установленным нормативам и критериям, зафиксированным в НТД.

Управление качеством, согласно структурно-уровневой модели [1], подразделяется на три иерархических уровня, каждый из которых вносит свой вклад в обеспечение соответствия конечной продукции установленным требованиям.

1. Верхний (стратегический) уровень включает НТД, регламентирующую проектирование, сооружение и эксплуатацию предприятия, производящего продукцию. Управляющие действия первого уровня связаны с



выбором и соблюдением требований НТД, отражающих специфику отраслевых нормативных документов, проектных ограничений и критериев, технологических и эксплуатационных решений.

2. Второй (тактический или операционный) уровень включает воздействие на объекты управления, которыми являются технические средства, участвующие в производстве комбикормовой продукции, и сама продукция.
3. Третий (функциональный) уровень определяет целевое использование технологического оборудования.

Первый уровень является исходным в обеспечении и поддержании качества производимой продукции. Поэтому для принятия правильных и эффективных воздействий необходимо выбирать качественную НТД. Следует иметь в виду, что существующие стандарты не всегда отличаются высоким качеством, что подтверждается внесением в них дополнений, совершенствованием или отменой. Профессиональный уровень разработчиков, создающих НТД, может быть недостаточно высоким, поэтому воздействовать необходимо на причину, т.е. на уровень квалификации разработчиков, а не на продукцию, которая является следствием созданного производства [1].

В развитии системы стандартизации в Российской Федерации на период до 2020 г. была предусмотрена необходимость гармонизации стандартов РФ с международными. Работа технических комитетов по стандартизации в ряде случаев сводилась к копированию международных стандартов (в основном, ЕС), хотя заимствованные международные стандарты не всегда отличались совершенством и принимались без критического анализа и апробации. Проблемы начинаются с определения категории «качество». В ГОСТ Р ИСО 9000-2015, который подготовлен на основе перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта ISO 9000-2015, качество определено как «степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям» (п. 3.6.2).

Несмотря на широкое распространение, данное определение содержит методологические недостатки. Тем не менее, это, по-видимому, наиболее удачная формулировка определения требований к качеству, особенно если в стандарте слово «совокупность» конкретизировать, заменив его на «перечень». Неопределенность создает отсутствие толкования такого определяющего понятия, как «степень», а также способа ее измерения.

В стандарте ГОСТ ИСО 9000-2000 «качество» определено как «совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности потребителя». Исходя из этой трактовки, требования к качеству будут различаться. Их четкость размывается тем, что перечень контролируемых свойств каждый потребитель определяет в зависимости от его предпочтений и уровня знаний, что создает неопределенность, т.к. потребности разных потребителей не всегда совпадают.

Управление качеством продукции включает действия, направленные на получение информации о признаках и параметрах путем проведения соответствующих измерений, последующим анализом соответствия полученных результатов заданным величинам и, при необходимости, проведением корректировки технологических процессов. Четко измерить степень удовлетворенности потребителя качеством невозможно: она основана на эмоциональной оценке и зависит от предпочтений и профессионального уровня потребителя.

Анализ стандартов ИСО Р 9001 и ГОСТ ИСО Р 9000 - 2011 показывает, что в них отсутствует описание процедуры формирования системы мониторинга качества. Даже в более позднем стандарте ГОСТ Р ИСО 9001-2015, который является переводом англоязычной версии «ISO 9001: 2015. Quality management systems – requirements, IDT», не изложена последовательность действий при системном подходе к управлению качеством. На этом основании исследователи приходят к выводу, что «копирование международных стандартов не только не продуктивно, но иногда и вредно, так как вносит множество разночтений и непониманий» [3].

Дополнительную проблему представляет собой необоснованное заимствование иностранной терминологии, которое усугубляет терминологическую путаницу. В результате неадаптированные документы, содержащие методологические недостатки, после формального утверждения приобретают статус нормативных и оказывают негативное влияние на развитие отечественной экономики. Как справедливо отмечают исследователи, система стандартизации является важнейшим элементом системы управления, и ее некритичное заимствование без учета национальной специфики может препятствовать технологическому развитию и снижать конкурентоспособность отечественных предприятий [1, 3].

Качество определяется соответствием характеристик и параметров продукции требованиям стандартов и другой НТД, а не «способностью удовлетворять потребителей» [2]. Сертификация предприятия по системе менеджмента качества свидетельствует только о том, что производитель обладает сертифицированной системой менеджмента качества и имеет возможность выпускать качественную продукцию, но сама сертификация не гарантирует реализацию этой возможности.

Заказчики постоянно контролируют соответствие параметров кормов их заявленному или ожидаемому составу. В связи с отсутствием обязательного перечня контролируемых параметров, каждый заказчик выбирает несколько показателей, которые по каким-то причинам считает значимыми.

Подготовка проб для лабораторного анализа – это критически важный этап, от которого напрямую зависит объективность и достоверность конечных результатов. Она регламентируется ГОСТ ISO 6498-2014, который является переводом международного стандарта «ISO 6498:2012. Animal feeding stuffs – Guidelines for sample preparation», принятого Международной организацией по стандартизации, метрологии и сертификации (ISO 6498: 2014, Feeds, Compound Feeds) и введен в РФ для подготовки проб для испытаний с 01.01.2016.

Процедура отбора проб для анализа оказывает существенное влияние на результаты определения химического состава анализируемых продуктов. Согласно этому стандарту, сначала из партии продукта отбирают «лабораторную пробу» (1-й этап), которую подвергают грубому измельчению в соответствии с п. 2.4.3. На 2-м этапе из нее отбирают «анализируемую пробу», и, наконец, на 3-м этапе готовят «навеску» для проведения химического анализа согласно п. 2.4.4. На каждом этапе образец должен отражать состав исходной партии корма, однако сделать заключение о сохранении однородности и идентичности образца на всех этапах пробоподготовки невозможно, поскольку о них можно судить только на основании измерений, которые не предусмотрены. В данном случае действия регулируются привычкой, опытом и доверием, то есть неконтролируемыми факторами.

Таблица 1. Распределение микроэлементов по комбикорму в зависимости от дозы, физических свойств компонентов [4]

Микро-элементы	Содержание элемента в корме, г/т	Источник элемента	Плотность частиц, г/см ³	Размер частиц, мкм	Масса выборки, г	
					20	50
					Cv элемента в выборках, %	
Марганец	100	MnSO ₄ ×5H ₂ O	2,950	280	6,1	2,2
	100	MnCO ₃	3,125	120	2,5	0,9
Цинк	70	ZnSO ₄ ×7H ₂ O	3,740	320	10,2	3,7
	70	ZnCO ₃	4,440	260	21,2	7,7
	70	ZnO	5,700	210	11,9	4,4
Медь	2,5	CuSO ₄ ×5H ₂ O	2,290	640	122,1	44,6
	2,5	CuCO ₃	4,000	100	15,2	5,6
Кобальт	1,0	CoSO ₄ ×7H ₂ O	1,948	800	232,5	84,9
	1,0	CoCl ₂ ×6H ₂ O	1,924	1130	424,6	155,0
	1,0	CoCO ₃	4,130	560	292,6	106,9

При этом каждый этап сопровождается уменьшением массы обрабатываемого образца, что сопровождается повышением вариации определяемых параметров [4, 7].

Для достижения однородности стандарт предписывает измельчать пробу: дробить, резать и тщательно перемешивать (п. 2.4.5). Эта процедура основана на важном, но не всегда очевидном допущении: приготовленный комбикорм изначально считается неоднородным, и задача состоит в искусственном устранении этого «недостатка». Однако здесь кроется фундаментальное противоречие. Анализ – это всегда вмешательство. Интенсивное измельчение и гомогенизация неизбежно меняют свойства пробы, а значит, результаты анализа подготовленного образца будут отличаться от свойств исходного продукта в партии. Получается парадоксальная ситуация: мы подвергаем корм интенсивной механической обработке, чтобы получить однородный порошок, анализируем его, а затем переносим эти данные на всю партию исходного корма, делая вывод о ее качестве. При этом упускается из виду ключевой момент: на анализ попадает материал, физические свойства которого (размер частиц, структура) уже не имеют ничего общего **с той порцией корма**, которую потребляет животное или птица. Таким образом, мы оцениваем не сам продукт, а его искусственно созданную модель, что ставит под вопрос ценность таких исследований для реального кормления.

Среди заказчиков и производителей кормов прочно укоренилось представление об идеале – абсолютно однородном продукте. Однако на практике такого корма не существует, и причина кроется в фундаментальной проблеме: саму «однородность» невозможно ни создать, ни объективно измерить, ни технически подтвердить. Яркий пример этой неопределенности – официальное определение из ГОСТ 21669-78, которое гласит, что однородность комбикорма – это «состояние смеси, при котором в установленной единице объема или массы содержится заданное количество всех введенных компонентов». Эта формулировка больше похожа на философское понятие, чем на технический норматив. Во-первых, понятие «состояние» – это абстракция, которую нельзя измерить приборами. Во-вторых, стандарт не регламентирует размер «установленной единицы» массы или объема – килограмм, грамм или тонна. От этого выбора кардинально зависит результат оценки. Наконец, ключевое препятствие: чтобы подтвердить однородность, нужно проконтролировать содержание всех компонентов, включая макрокомпоненты. Но существующие методы анализа не

позволяют этого сделать, и физически невозможно провести столько измерений. Таким образом, производители стремятся к эталону, который нормативно не определен, технически не достижим и практически не доказуем.

В перечне показателей качества комбикормов для крупного рогатого скота (ГОСТ 9268-2015), свиней (ГОСТ 4109-2017) и птицы (ГОСТ 18221-2018) требование к однородности комбикорма отсутствует, нет его и в зарубежных стандартах. Это следствие невозможности технически измерить не обоснованный параметр. Таким образом, проблема преодоления заблуждения о производстве «однородных кормов» имеет международный характер.

Непреодолимой проблемой для определения распределения веществ по комбикорму, то есть вариации концентрации веществ, являются разные массы образцов, используемых для анализов, которые регулируются соответствующими ГОСТами на методы анализа. Изучение определения содержания микроэлементов в одном и том же комбикорме показало, что коэффициент вариации (Cv) их концентрации зависит от массы выборки, источника микроэлемента и размера его частиц (табл. 1)

Так, при близкой насыпной плотности источников марганца средний размер частиц сульфата марганца был более чем в 2 раза выше, чем карбоната, что привело к снижению их количества и, в результате, к увеличению вариации их распределения по смеси: Cv повысился с 2,5 до 6,1%. При увеличении массы выборки для определения марганца с 20 до 50 г Cv сульфата марганца улучшился, понизившись с 6,1 до 2,2%. Сравнение вариации концентрации карбонатов марганца и меди, размер частиц которых был близким, приводит к выводу, что уменьшение содержания меди в корме привело к увеличению разброса результатов определения ее концентрации в корме до Cv 15,2% против 2,5% у марганца.

Неравномерность распределения компонентов в комбикорме – это не просто техническая погрешность, а прямая угроза эффективности кормления. В связи с высокой вариативностью параметра, одни порции корма могут содержать «ударные» дозы добавок, в то время как другие окажутся практически «пустыми». Такие перекосы приводят к тому, что часть животных недополучает жизненно важные вещества, а другая рискует получить избыток и даже отравления. Исследования показывают, что особенно остро эта проблема стоит для высокоактивных микродобавок, которые вводятся в очень малых количествах, до 10 г/т [5]. Причина в простом законе физики: в одном килограмме корма оказывается попросту





недостаточно частиц самой добавки, чтобы гарантировать ее равномерное распределение. Важно понимать, что неоднородность — это индивидуальная характеристика для каждого вещества. Даже если производителю удалось идеально распределить один микроэлемент, это абсолютно не гарантирует, что другой компонент будет распределен так же хорошо (табл. 1). Таким образом, говорить об «однородности корма» в целом – значит извращать реальную картину; по сути, каждый ингредиент имеет свою собственную карту распределения со своими «всплесками» и «пустынями». Показатель, характеризующий распределение по комбикорму какого-то одного вещества, не является полной характеристикой распределения других [5,6].

Улучшение результатов, характеризующих распределение микроэлементов по одной и той же смеси, с увеличением массы выборки, взятой для анализа, четко показывает зависимость контролируемого показателя от величины порции. Взаимозависимость размера порции и количества частиц обусловлена тем, что при приготовлении комбикорма (или премикса) в процессе перемешивания компонентов по смеси распределяются не внешние в нее абстрактные единицы массы, а конкретное количество частиц веществ.

Обсуждаемые результаты показывают, что распределение отдельных компонентов по смеси (табл. 1) не дает основания для заключения об однородности корма, поскольку изучаемые параметры позволяют судить о распределении только выбранного компонента в конкретных условиях.

В последние годы активно рекламируется использование микротрейсеров в качестве маркеров для определения однородности комбикормов. На сайте «Агроинвестор» (<https://www.agroinvestor.ru/business-pages/40845-s-tochnostyu-do-chastitsy/>) указано, что микротрейсеры – это частички железа или нержавеющей стали, которые при добавлении в комбикорм способны обеспечивать гарантированное количество частиц в грамме корма. В ряде случаев поставщикам таких маркеров удается убедить клиентов в пользе предлагаемой методики. В качестве примера даже ссылаются на ведущего производителя премиксов ГК «МегаМикс». Однако на основании исследований ученые пришли к выводу, что тестируемые вещества распределялись по комбикорму в зависимости от их специфики и времени смешивания [8]. С увеличением времени перемешивания с 2,5 до 5,0 мин C_v концентрации L-лизина-HCl уменьшился почти в 2 раза, улучшилось распределение метионина, несколько возрос C_v соли, и незначительно изменялось распределение микротрейсеров (табл. 2). Синтетические аминокислоты хорошо отзывались на увеличение времени смешивания. Низкий C_v установлен для общего протеина, на который почти не влияло время смешивания. Это обусловлено тем, что его источниками являются все основные компоненты комбикорма, которые входят в рецепт в большом количестве, и поэтому для его распределения не требуется тщательного перемешивания.

Распределение микротрейсеров по комбикорму спустя 2,5 и 5,0 мин перемешивания было фактически одинаковым (табл. 2), что может привести к ложному выводу о том, что 2,5 мин достаточно для качественного смешивания, однако наибольшей равномерности распределения метионина и лизина по смеси удалось достичь только через 5,0 мин. Приведенные результаты демонстрируют существенные различия распределения по смеси биологически значимых

компонентов комбикорма и металлических микротрейсеров не в пользу последних. Учитывая, что официальные нормативные требования к применению металлических микротрейсеров не установлены, можно заключить, что их реклама является коммерческим проектом, не дающим надежной информации о качестве комбикорма.

Не учитываемое влияние на равномерность распределения компонентов по массе комбикорма создает программа разработки рецептов «КормОптима», поскольку в ее базе данных отсутствует такой показатель, как насыпная масса используемых компонентов и влияние на нее дробления зерна. Так, комбикорм с заданными параметрами питательности может быть приготовлен на основе различных компонентов, насыпная масса которых будет различаться, тогда как сырье во время приготовления комбикорма на заводе подают в смеситель на основе весового параметра, что ведет к изменению не учитываемого объема заполнения смесителя. В экспериментах установлено, что увеличение объема загрузки смесителя даже одним и тем же рецептурным набором на 20% при смешивании повышало C_v лизина на 29,32% и метионина – на 27,21% [14]. При таких параметрах комбикорм следует признать некачественным. Влияние изменения степени заполнения смесителя, вызванное использованием различных видов сырья, не изучено.

В научных публикациях обращается внимание на важность однородности корма, особенно для цыплят и поросят раннего возраста [10,11,13]. Хотя эти авторы пишут об «однородности корма», в действительности они изучали распределение по смеси лишь нескольких веществ, т.е. при описании результатов допущено некорректное использование технических понятий.

Еще раз обратим внимание на то, что в отечественной и зарубежной научной литературе по привычке указывают на однородность комбикорма, хотя при этом изучают распределение по смеси отдельных веществ.

При производстве комбикормов и премиксов часто рекомендуют применять ступенчатое смешивание биологически активных веществ (БАВ), которые включают в рецепт в малых количествах, хотя научная обоснованность необходимости этой процедуры отсутствует. Ступенчатое смешивание предполагает предварительное смешивание целевого препарата с наполнителем перед введением его в набор компонентов для заключительного смешивания. В этом смысле витаминно-минеральный или какой-либо другой премикс по отношению к комбикорму является предварительной смесью. На вопрос, почему ступенчатое смешивание улучшит распределение БАВ по смеси, поставщики препаратов не дают ответа. Их аргументы сводятся к утверждению: «сначала смешайте с наполнителем, потом внесите в основной смеситель – так БАВ будет распределяться лучше, потому что они уже были смешаны, и комбикорм будет однородным».

Но здесь мы сталкиваемся с «великой научной загадкой»: кажущееся – еще не значит доказанное. Оказывается, у этого распространенного мнения нет серьезных научных обоснований. Более того, еще 40 лет назад был проведен эксперимент, в котором разбавляли целевые БАВ наполнителем в пропорциях 1:1; 1:5; 1:10; 1:25 и 1:50 и тщательно анализировали равномерность их распределения в конечной смеси [12]. Результат был ошеломляющим и до сих пор игнорируется индустрией: предварительное смешивание не оказало никакого значимого влияния на снижение вариабельности концентрации БАВ в кормосмеси (табл. 3)!

Таблица 2. Изменение результатов анализа комбикорма в зависимости от времени смешивания [8]

Исследуемые вещества	Время перемешивания, мин	
	2,5	5,0
	Коэффициент вариации, %	
DL- метионин	14,56	9,47
L-лизин- HCl	16,00	8,70
Сырой протеин	7,29	6,86
Соль (по хлору)	12,75	15,08
Марганец	20,80	17,59
Микротрейсер Red #40 (по частицам)	11,72	10,43
Микротрейсер Red #40 (по поглощению)	20,09	18,64
Микротрейсер RF-Blue Lake	25,15	25,54

Средняя концентрация по проанализированным образцам составила 243-249 г/т. Содержание БАВ в образце корма, в который вносили неразбавленный препарат, находилась в диапазоне 92,8-120,5% от заданной, тогда как при всех разбавлениях она составила 212-280 г/т. Таким образом, эти исследования показали бесполезность предварительного смешивания БАВ для улучшения их распределения по смеси.

Более глубокие исследования по изучению роли предварительного смешивания БАВ с использованием лопастного и ленточного смесителя были проведены в германском Институте кормовых технологий [9]. В качестве маркеров использовали метилвиолет и медный купорос, которые вводили в состав комбикорма без разбавления или в составе предварительных смесей 100, 500 или 2000 г/т. Результаты показали, что во всех случаях величина C_v маркера не зависела от его предварительного разбавления, и через 120 сек смешивания C_v для испытанных вариантов составляла в среднем 4,5%. В другом опыте эти же исследователи подтвердили, что при включении в корм 150 г/т сульфата меди в чистом виде или в составе предварительной смеси массой 500 и 2000 г после 2 мин смешивания вариация распределения элемента по смеси была одинаковой, независимо от степени разбавления и конструкции смесителя. Вышеприведенные результаты доказывают бесполезность предварительного смешивания БАВ перед включением в комбикорм. Добавление в технологический процесс процедуры дополнительного смешивания лишь создает еще одну критическую точку, на которой появляются минимум два фактора, ведущих к увеличению C_v контролируемого вещества в комбикорме. Ведущим негативным фактором является отсутствие регуляции при выборе подходящего наполнителя для разбавления БАВ, в результате производители обосновывают выбор наполнителя, исходя из своих предпочтений, т.е. в этом случае проявляется значительное влияние человеческого фактора, силу влияния которого трудно учесть. Добавляется также погрешность при дозировании и активного вещества, и разбавителя. Таким образом, названные факторы, вместо ожидаемого улучшения качества продукции, приведут к ее ухудшению.

Заключение. Проведен анализ нормативной базы, регулирующей качество комбикормов; дано теоретическое обоснование возможности производства комбикормов с заданным коэффициентом вариации (C_v) контролируемых компонентов. При этом надо иметь в виду, что выбор компонентов, обеспечивающих теоретически рассчитанную вариацию их концентрации в корме, не гарантирует получение комбикорма с ожи-

Таблица 3. Содержание БАВ в смеси при анализе 20 образцов корма [12]

Кратность разбавления	Среднее по образцам, г/т	Диапазон колебаний	Коэффициент вариации, %
-	249	231-300	6,59
1:1	248	224-265	4,34
1:5	247	212-279	6,56
1:10	244	218-268	6,64
1:25	244	220-280	7,17
1:50	243	227-274	4,97

даемым C_v , поскольку этот показатель после того, как комбикорм покинет смеситель, неизбежно ухудшают технологическое оборудование и погрешности лабораторных анализов. На этом основании расчетные показатели должны обеспечивать запас, т.е. ориентироваться на более низкую вариацию содержания в корме контролируемых веществ.

Доказано, что понятие «однородные корма» технически некорректно. В строгом научном смысле однородных кормов не существует. Это мифический идеал, поскольку отсутствует сырье с «идеальными» свойствами и технология, которые могли бы его гарантированно достичь, и нет метода, чтобы его подтвердить. Ученые и инженеры давно заменили этот расплывчатый идеал на точный и измеримый параметр – **ожидаемую** однородность распределения отдельных компонентов по смеси, которая вначале определяется путем расчета количества частиц в контролируемой порции. На этом основании можно определить ожидаемую вариацию содержания контролируемого вещества в порции потребляемого животными корма. Распределение по корму добавленного вещества с коэффициентом вариации его в порции 10% и ниже принято считать качественным; более высокая величина свидетельствует о необходимости совершенствования технологии перемешивания компонентов или пересмотра требований к качеству используемого компонента.

Следует обратить внимание на главную роль величины образца, взятого на анализ: чем больше навеска, тем больше в нее попадет частиц контролируемого вещества, и меньше отклонение его концентрации от ожидаемой.

Борьба за равномерность распределения по корму контролируемых веществ, от которой напрямую зависит эффективность и безопасность современного животноводства – это всегда компромисс между совершенством технологии, количеством и физическими свойствами частиц веществ и статистической достоверностью.



Литература

1. Голиков, И.О. О состоянии нормативного обеспечения сложных технических комплексов / И.О. Голиков, Б.К. Гранкин // Стандарты и качество. - 2016. - №5. - С. 76-80.
2. Голиков, И.О. Качество стандартов: мнение заинтересованных сторон / И.О. Голиков, Б.К. Гранкин // Стандарты и качество. - 2017. - № 6. - С. 28-32.
3. Шалин, А.П. Влияние адекватности перевода на понимание стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 / А.П. Шалин, В.Н. Батраков // Контроль качества продукции. - 2016. - №4. - С. 48-53.
4. Обухов, А.Д. Исследование способов и устройств производства однородных смесей лечебных комбикормов: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 4.3.1 / Андрей Дмитриевич Обухов. - М., 2023. - 24 с.
5. Панин, И.Г. Методика оценки однородности комбикормовой продукции / И.Г. Панин, Ю.М. Колпаков // Агр. наука. - 2004. - №8. - С. 21-22.
6. Панин, И. Оценка вариации питательных веществ в суточных рационах кормления животных / И. Панин, Ю. Колпаков, Е. Шенцова, В. Гречишников // Комбикорма. - 2009. - №5. - С. 76-77.
7. Behnke, K.C. Effect of particle size on mixing efficiency / K.C. Behnke // Proc. Iowa Pork Congr., Jan 26-27, Des Moines, IA. - 2005. - P. 47-52.
8. Clark, P.M. Effects of marker selection and mix time on the coefficient of variation (mix uniformity) of broiler feed / P.M. Clark, K.C. Behnke, D.R. Poole // J. Appl. Poultry Res. - 2007. - V. 16. - No 3. - P. 464-470.
9. Feil, A. Direktzugabe von Zusatzstoffen - Teil 2 / A. Feil, W. Strauch // Feed Magazine/Kraftfutter. - 2006. - No 4. - P. 24-29.
10. Groesbeck, C.N. Diet mixing time affects nursery pig performance / C.N. Groesbeck, R.D. Goodband, M.D. Tokach [et al.] // J. Anim. Sci. - 2007. - V. 85. - No 7. - P. 1793-1798.
11. McCoy, R.A. Effect of mixing uniformity on broiler chick performance / R.A. McCoy, K.C. Behnke, J.D. Hancock, R.R. McElhiney // Poultry Sci. - 1994. - V. 73. - No 2. - P. 443-451.
12. McElhiney, R.R. The effect of dilution levels in premixes on micro-ingredient dispersion in animal feeds / R.R. McElhiney, P. Tangprasertchai // Anim. Feed Sci. Technol. - 1983. - V. 8. - No 2. - P. 139-146.
13. Traylor, S.L. Mix time affects diet uniformity and growth performance of nursery and finishing pigs / S.L. Traylor, J.D. Hancock, K.C. Behnke [et al.] // Swine Day. - Kansas State Univ., 1994. - P. 171-175.
14. Wicker, D.L. How is your mixer performing / D.L. Wicker, D.R. Poole // Feed Manag. - 1991. - V. 42. - No 9. - P. 40-43.

Сведения об авторах:

Крюков В.С.: доктор биологических наук, профессор. **Зиновьев С.В.:** кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаб. биотехнологии; worklab19@mail.ru. **Липнер Б.С.:** генеральный директор.

Статья поступила в редакцию 14.10.2025; одобрена после рецензирования 06.12.2025; принята к публикации 05.01.2026.

Research article

Control of Quality and Uniformity of Compound Feeds

Valery S. Kryukov¹, Sergey V. Zinoviev², Boris S. Lipner¹

¹Optiform, LLC, St. Petersburg; ²All-Russian Research Institute of Poultry Processing Industry – branch of Federal Scientific Center «All-Russian Research and Technological Institute of Poultry»

Abstract. *The analysis of the regulatory framework for quality of compound feeds (CF) is presented; the possibility of the production of CF with predefined variation coefficient (Cv) of the controlled ingredients is theoretically substantiated. The choice of ingredients providing the theoretically calculated variation of their concentration in CF cannot guarantee the production of CF with the expected Cv since this parameter would be inevitably worsened by the inaccuracies of the equipment involved in the production and lab analysis. Therefore, the calculated concentrations should include a safety margin i.e. should provide lower variation of concentrations of the controlled substances in the CF. The authors argue that the concept of "uniform feeds" is technically and scientifically incorrect; it is a myth, or an ideal, since the raw materials with "ideal" properties and technologies providing "ideal" quality of CF do not exist, as well as any analytical method to confirm this "ideality". This vague "ideal" is long ago substituted with an accurate and measurable parameter, expected uniformity of the distribution of separate ingredients within the CF, which is initially defined by the calculation of the amount of particles of the ingredients in a controlled portion of the CF. This parameter allows for the determination of the expected variation of the amount of the ingredient in a portion of CF consumed by an animal. Distribution of an added substance within a CF with $Cv \leq 10\%$ can be regarded as a criterion of high CF quality; higher Cv evidences the necessity in the advancement of the technology of mixing and/or revision of the requirements to the quality of the substance used. Furthermore, the size of the sample taken for analysis probably plays the most important role: the larger the sample, the higher the amount of particles of the target substance within the sample, and the less the deviation of its concentrations within the CF from the expected level. Uniformity of the distribution of controlled ingredients or substances within the CF directly affecting the efficiency and safety of animal production is always a compromise between the advancement of the technologies used, amount and physical properties of the particles, and statistic significance.*

Keywords: compound feeds, uniformity, homogeneity, coefficient of variation, pre-mixing.

For Citation: Kryukov V.S., Zinoviev S.V., Lipner B.S. (2026) Control of quality and uniformity of compound feeds. *Ptitsevodstvo*, 75(1): 17-23. (in Russ.)

doi: 10.33845/0033-3239-2026-75-1-17-23



References

1. Golikov IO, Grankin BK (2016) On the present state of legislative support of the sophisticated technical complexes. *Standards & Quality*, (5): 76-80 (in Russ.). 2. Golikov IO, Grankin BK (2017) Quality of standards: opinions of the stakeholders. *Standards & Quality*, (6): 28-32 (in Russ.). 3. Shalin AP, Batrakov VN (2016) Influence of the adequacy of the translation on the comprehension of standard GOST R ISO 9001-2015. *Standards & Quality*, (4): 48-53 (in Russ.). 4. Obukhov AD (2023) Survey of the Methods and Devices for the Production of Therapeutic Compound Feeds: Cand. of Tech. Sci. Diss. Thes., Moscow, 24 pp. (in Russ.). 5. Panin IG, Kolpakov YM (2004) Method for evaluation of the uniformity of compound feeds. *Agrar. Sci.*, (8): 21-2 (in Russ.). 6. Panin I, Kolpakov Y, Shentsova E, Grechishnikov V (2009) Evaluation of variability of nutrient contents in daily amounts of animal feeds. *Compound Feeds (Moscow)*, (5): 76-7 (in Russ.). 7. Behnke KC (2005) Effect of particle size on mixing efficiency. Proc. Iowa Pork Congr., Jan. 26-27, 2005, Des Moines, IA: 47-52. 8. Clark PM, Behnke KC, Poole DR (2007). doi: 10.1093/japr/16.3.464. 9. Feil A, Strauch W (2006) Direktzugabe von Zusatzstoffen - Teil 2. *Feed Mag./Kraftfutter*, (4): 24-9. (In Germ.). 10. Groesbeck CN, Goodband RD, Tokach MD, Dritz SS, Nelssen JL, De Rouchey JM (2007). doi: 10.2527/jas.2007-0019. 11. McCoy RA, Behnke KC, Hancock JD, McElhiney RR (1994). doi: 10.3382/ps.0730443. 12. McElhiney RR, Tangprasertchai P (1983). doi: 10.1016/0377-8401(83)90095-0. 13. Traylor SL, Hancock JD, Behnke KC, Stark CR, Hines RH (1994) Mix time affects diet uniformity and growth performance of nursery and finishing pigs. *Swine Day*, Kansas State Univ.: 171-5. 14. Wicker DL, Poole DR (1991) How is your mixer performing. *Feed Manag.*, 42(9): 40-3.

Authors:

Kryukov V.S.: Dr. of Biol. Sci., Prof. **Zinoviev S.V.:** Cand. of Agric. Sci., Senior Research Officer, Lab. of Biotechnology; worklab19@mail.ru.
Lipner B.S.: General Director.

Submitted 14.10.2025; revised 06.12.2025; accepted 05.01.2026.

© **Крюков В.С., Зиновьев С.В., Липнер Б.С., 2025**

