



Обзорная статья

УДК 67.03:658.56

# Особенности требований к технологии производства премиксов

**Сергей Владимирович Зиновьев<sup>1</sup>, Валерий Сергеевич Крюков<sup>2</sup>, Владислав Николаевич Темников<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности (ВНИИПП) – филиал ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства»; <sup>2</sup>ФГБОУ ДПО «Российская академия менеджмента в животноводстве»

**Аннотация:** Вопреки бытующему мнению, премиксы нельзя отнести к самостоятельным продуктам: они, фактически, являются сырьем для производства комбикормов. Действующий ГОСТ на премиксы включает недостаточно требований для производства этой продукции, позволяющей приготовить качественные комбикорма. В обзоре обоснована необходимость учета дополнительных параметров контроля качества премиксов, обеспечивающих распределение отдельных веществ в комбикормах с коэффициентом вариации  $\pm 5-10\%$ . Обращено внимание на особенности требований к узлу дозирования и проверки четкости работы программы, управляющей дозированием составных компонентов премикса.

**Ключевые слова:** премиксы, контроль качества, частицы биологически активных веществ (БАВ), дозирование.

**Для цитирования:** Зиновьев, С.В. Особенности требований к технологии производства премиксов / С.В. Зиновьев, В.С. Крюков, В.Н. Темников // Птицеводство. – 2025. – №3. – С. 19-25.

**doi:** 10.33845/0033-3239-2025-74-3-19-25

Производство премиксов имеет существенные отличия от приготовления комбикормов. Биологически активные вещества (БАВ) премиксов полностью входят в состав комбикормов. Система контроля, действующая на заводах по изготовлению премиксов, кардинально отличается от таковой на комбикормовых заводах. Специалисты завода, производящего премиксы, владеют специфическими методами анализа и оборудованием, необходимыми для контроля активности БАВ, а также располагают знаниями о десятках БАВ, представленных множеством коммерческих продуктов и имеющих свои особенности. Технологическая линия премиксного завода должна обеспечивать более жесткую регуляцию переносимых остатков сырья. При производстве 1%-ного премикса содержание в нем БАВ в 100 раз выше, чем в комбикорме; это позволяет более точно дозировать их в процессе произ-

водства, что невозможно на комбикормовом заводе [1].

Выделение премиксов в отдельное производство привело к распространенному ошибочному мнению о том, что премиксы являются самостоятельными продуктами, на что ориентирует ТУ ГОСТ 26573.0-2017. Достичь однородного распределения отдельных БАВ в премиксе при перемешивании сравнительно легко, так как их концентрация в нем высока. Если же иметь в виду тот важный момент, что любые премиксы являются сырьем для производства комбикормов, то требования к качеству премикса, отраженные в данном ГОСТе, оказываются недостаточными для обеспечения производства качественных комбикормов. Вопрос заключается в том, позволит ли приготовленный премикс равномерно, а точнее, с коэффициентами вариации (Cv)  $\pm 5-10\%$ , распределить по комбикорму БАВ, входящие в его состав. В суще-

ствующей нормативно-технической документации (НТД) этот показатель не регламентируют. При производстве премиксов недостаточно точно соблюсти их рецепт. Дозирование основано на измерении массы, в то время как по смеси распределяются частицы веществ, являющиеся носителями заданной массы.

Хорошим считается комбикорм, в котором отдельное контролируемое БАВ распределено по массе корма с Cv не ниже  $\pm 10\%$ . На современных заводах стараются снизить Cv по критическим БАВ до  $\pm 5\%$ . С практической точки зрения, добиться Cv составных компонентов комбикорма, равного  $\pm 5\%$ , возможно. Так, на комбикормовых заводах Франции за 5 лет, начиная с 1999 г., коэффициент вариации составных критических компонентов смеси снизили с  $\pm 7$  до  $\pm 5\%$  [2].

Производители техники нередко в рекламных проспектах указывают, что их смесители по-



зволяют приготовить комбикорм с однородностью не ниже 95% (т.е.  $C_v$  не более 5%) при соотношении 1:100000. Однако этот параметр теряет смысл, потому что не указаны требования к гранулометрическому составу дозируемого сырья, а также отсутствуют ссылки на метод и оборудование, с использованием которых могут быть проверены или подтверждены декларируемые величины.

Впервые ТУ на премиксы были разработаны в 1972 г. (во «ВНИИ-синтезбелок», входившем в Главное управление микробиологической промышленности при Совете Министров СССР), то есть полвека тому назад. Знания о премиксах и технических возможностях используемого оборудования для их производства в то время были другие. Однако ТУ с позиции требований к качеству готового продукта с тех пор практически не изменились, улучшали только методы и приборы для контроля содержания отдельных БАВ.

Много внимания уделяют оценке «однородности кормов». При этом ни в одном нормативном документе не приведено четкого определения этого технического понятия. В этом направлении мало как практических разработок, так и публикаций в мировой научной литературе. Приведем результаты исследования, в котором наглядно представлено распределение по комбикорму одного и того же количества соли с размером частиц 0,44; 0,73; 2,0 и 3,0 мм. Коэффициент вариации ее концентрации в изученных образцах возрастал с ростом размера частиц от 4 до 26% [3]. Заметим, что с увеличением размера частиц уменьшалось их количество в порции (навеске) корма. В другом исследовании

предварительное разбавление 10 г метилвиолета наполнителем перед внесением в смеситель в 50, 200 и 1000 раз не повлияло на его распределение по смеси: коэффициент вариации в исследованных образцах после 2 мин смешивания составил  $\pm 4-5\%$  [4]. Ранее к подобным выводам пришли другие исследователи при изучении влияния предварительного разбавления БАВ до включения их в состав премикса [5]. Разбавление БАВ является предварительной ступенью смешивания, которую иногда необоснованно рекомендуют, но оно не повышает однородности распределения БАВ по смеси, так как при этом не изменяется ни масса, ни количество частиц БАВ, распределяемых по смеси. К тому же, появляется дополнительная критическая точка (и человеческий фактор), с возможностью возникновения ошибок и создания дополнительных критических точек.

Контроль числа частиц БАВ в смеси необходим для обеспечения производства комбикорма и премикса с заданным коэффициентом вариации распределения БАВ. Приведенное утверждение не всегда понятно специалистам, не связанным с этой проблемой. Действительно, зачем рассчитывать и контролировать число частиц? Можно же посчитать  $C_v$  концентраций отдельных БАВ в премиксе по данным их химического анализа – и результаты получатся одинаковые! Расхождения будут незначительны, поскольку зависят от погрешности измерений каждым методом. При химическом анализе определяется концентрация вещества в навеске, то есть то, что получилось в уже произведенном продукте, но этим способом невозможно прогнозировать  $C_v$ . Если обнаружится, что

$C_v$  выходит за пределы установленных величин, то причину этого факта объяснить невозможно, тогда как расчет возможного количества частиц отдельного БАВ в навеске премикса, планируемого для производства, позволяет прогнозировать его ожидаемый  $C_v$ . Если рассчитанный  $C_v$  окажется высоким, то еще до производства комбикорма следует сделать вывод, что сырье не отвечает технологическим требованиям для производства премикса, позволяющего приготовить качественный корм. Какими конкретно должны быть эти технологические требования, при этом остается неясным.

Величина навески для анализа регламентируется утвержденной методикой. Навеска – это **порция** вещества, требуемая для анализа. Количество корма, потребляемое животным за сутки – тоже **порция**, но она гораздо больше по сравнению с массой навески. Обеспечение потребности птиц в конкретном БАВ будет достигнуто в том случае, если в суточной порции есть не менее 100 частиц этого БАВ; это позволит произвести корм с  $C_v$  10%.

Важно обратить внимание, что удовлетворение потребности птицы в конкретном веществе зависит от его количества в суточной порции, а не от концентрации вещества в комбикорме.  $C_v$  в порции рассчитывают путем деления 100% на корень квадратный из числа частиц в ней. Чтобы получить корм с  $C_v = \pm 10\%$  какого-либо вещества, в любой потребляемой порции должно содержаться 100 частиц:

$$C_v = \frac{100\%}{\pm \sqrt{100 \text{ частиц}}}$$

Так, например, 1%-ный премикс был использован для про-



изводства стартера для цыплят-бройлеров, суточная потребляемая порция которого в первую неделю жизни в среднем составляет 30 г/гол. В этой порции на премикс приходится 0,3 г. В этом случае для обеспечения потребности цыпленка нормируемыми БАВ с гарантией  $100 \pm 10\%$  в порции корма (30 г) и, соответственно, в порции премикса (0,3 г) должно содержаться 100 частиц каждого вещества. При этом расчет требуемого количества частиц БАВ в 1 т комбикорма или в 10 кг премикса производят следующим путем:

$$\begin{aligned} \text{число частиц в порции} &= \\ &= \frac{100 \text{ штук}}{30 \text{ граммов}} \times \\ &= 1.000.000 \text{ граммов} = \\ &= 3.333.000 \text{ штук/тонну.} \end{aligned}$$

Это количество частиц должно быть включено в корм с 10 кг премикса. Рассчитанная величина относится к любому БАВ, которое будет потреблено с суточной порцией корма, равной 30 г. Цыплята в конце стартерного периода могут потреблять до 100 г корма в сутки, при этом в суточной порции содержание частиц увеличится до 333 штук, в результате БАВ снизится с  $\pm 10$  до  $\pm 5,5\%$ :

$$Cv = \frac{100\%}{\sqrt{333}} = \pm 5,5\%.$$

Подтвердить, что приготовлен качественный премикс, сложно: тут частицы не помогут. Для химического определения БАВ в этом корме из него может быть взята навеска (порция) массой 3 г (или другая в соответствии с методикой), при этом количество частиц в навеске уменьшится в 10 раз и

составит 10 штук ( $100/30 \times 3$ ), в результате Cv возрастет:

$$Cv = \frac{100\%}{\sqrt{10}} = \pm 31,6\%.$$

Из расчета следует, что диапазон возможного присутствия количества анализируемого вещества в навеске составит  $100 \pm 31,6\%$  и, соответственно, значения результатов анализа могут быть в диапазоне 68,4-131,6%. Если же к ним добавить 15-30%, составляющих погрешность измерения БАВ химическим методом, то диапазон получаемых результатов увеличится еще больше. В этом случае неуместны претензии к сотрудникам лаборатории в связи с большими отклонениями результатов анализа от величин, заявленных в рецепте, потому что результаты анализа верны, так как они отражают количество вещества, попавшего в навеску. На необходимость контроля количества частиц при производстве многокомпонентных смесей указывали и ранее [6,7].

Таким образом, для приготовления премикса, пригодного для производства качественных кормов, необходимо выбирать БАВ, технологические свойства которых обеспечивают возможность присутствия в потребляемой суточной порции корма количества контролируемого действующего вещества с коэффициентом вариации не выше  $\pm 10\%$ . Следствия недостаточного контроля количества и размера частиц БАВ в корме описаны нами ранее на примере селена [8].

Кроме сырья, дополнительно существует ряд технологических факторов, определяющих качество премиксов и комбикормов задолго до начала строительства или реконструкции завода. Управление

качеством включает три уровня [9]. Первый включает НТД, регулирующую проектирование, сооружение и эксплуатацию предприятий, производящих продукцию. Этот «верхний» уровень является исходным в формировании и обеспечении качества производимой продукции. Второй уровень включает воздействие на объекты управления техническими средствами, используемыми в производстве продукции, и саму продукцию. Третий уровень определяет целевое использование технологического оборудования. Выделение таких уровней способствует поиску и локализации факторов, влияющих на качество. В практических условиях качество любой продукции законодательно определяется соответствием ее параметров значениям, указанным в стандартах и другой НТД [10].

Планируя создание производственной линии, необходимо разработать детальное техническое задание (ТЗ), которое в дальнейшем является неотъемлемой частью договоров на строительство завода и поставку оборудования. Поставщики и строители обязаны выполнить то, что записано в договоре, тогда как любые устные обещания, которые щедро раздают до подписания договора, впоследствии будут забыты. Обещать будут много, чтобы склонить заказчика к подписанию договора. ТЗ должно быть максимально детализированным, в нем не следует опускать какие-то моменты, которые, на первый взгляд, «сами собой разумеются»: в этом случае мелочей не бывает. Чем ТЗ полнее, тем лучше будут защищены интересы заказчика и меньше возникнет проблем в дальнейшем.

Пристальное внимание необходимо уделить узлу дозирова-



ния – это «сердце» завода. Необходимо разработать интегральный рецепт продукции, который позволит обосновать количество дозаторов и наддозаторных бункеров. Лучше иметь один дополнительный (резервный) бункер, чем немного сэкономить и установить на один бункер меньше. Недостаток даже одного бункера будет тормозить производительность линии. Стоимость одного бункера с питателем несоизмерима с потерей в последующем 15-20% производительности линии. Чтобы максимально сократить время одного цикла, то есть увеличить производительность линии в целом, желательно сырье распределить так, чтобы на каждом дозаторе в цикле использовать не более 6 его видов. Для каждого дозатора должна быть указана допустимая минимальная доза, которую необходимо сформировать с погрешностью не более  $\pm 5\%$ . Это замечание особенно значимо для дозаторов с номиналом ниже 100 кг, поскольку на них отвешивают компоненты, не допускающие передозировок.

Дозаторы устанавливаются на тензодатчики, которые характеризуются количеством дискрет. Дискрета – это шаг величины, измеряемой массы, которую программа управления дозатором воспринимает как отдельную целую величину. Так, если тензодатчик весового дозатора имеет 5000 дискрет, то для весов на 100 кг (номинал) цена одной дискреты составит  $100:5000=0,02$  кг. Однако в дозаторе на тензодатчик действует не только масса продукта, но и масса дозаторного бункера, задвижки, привода и других приспособлений. В итоге пустой весовой бункер может весить около 300 кг.

В сумме масса, действующая на тензодатчик, составит:  $300 + 100 = 400$  кг, что приведет к увеличению цены дискреты:  $400:5000=0,08$  кг. При работе дозатора его собственная масса обнуляется программой управления (АСУТП), и пользователь видит только номинальные значения массы используемого сырья, которые будут учтены программой как сдозированные. Тензодатчик воспринимает сигнал от действия массы непрерывно, поэтому, если в приведенном примере в весовой бункер попадет 105 г или 145 г, то АСУТП может зарегистрировать сигнал, только кратный размеру дискреты, ближайшие значения которой 80 или 160 г соответственно, то есть все, что меньше 120 г, будет воспринято как 80 г, а все, что больше – как 160 г. В связи с этим для расчетов погрешность измерения принимают равной 1,5 дискреты или 120 г. Согласно принятым требованиям к качеству продукции, минимальная допустимая доза должна быть измерена с погрешностью не более  $\pm 5\%$ . На этом основании в указанном примере минимальная допустимая доза, которую можно дозировать, составит:

$$\text{минимальная допустимая доза} = \frac{120 \text{ граммов}}{5\%} \times 100\% = 2400 \text{ граммов.}$$

Пример приведен на основе условных значений, и в каждом отдельном случае они будут иметь конкретные величины. На величину погрешности формирования заданной дозы, кроме характеристики тензодатчика, влияют технические особенности дозатора:

1. Высота падающего столба дозируемого продукта в момент прекращения подачи сырья.

2. Очередность загрузки: у продукта, дозируемого первым, падающий столб выше.
3. Положение винта подающего шнека в момент прекращения подачи.
4. Свойства программы, управляющей дозирующим комплексом.

Перечисленные факторы в позициях 1-3 в каждом случае увеличивают погрешность дозирования на  $\pm 0,5$  дискреты. Размер погрешности при формировании дозы должен сообщаться разработчиком дозатора при определении рекомендуемой минимальной дозы. Их количественные величины должны быть обоснованы и переданы заказчику с разъяснениями, подтверждающими их справедливость. Отказ или ссылки на некую интеллектуальную ответственность неприемлемы, так они входят в конфликт с законом РФ №2300-1 «О защите прав потребителей».

На погрешность дозирования отдельных компонентов премикса, кроме выше указанных факторов, влияет АСУТП, управляющая работой дозаторов, в зависимости от количества дозаторов, перечня компонентов рецепта, распределения сырья по дозаторам. В начале выработки партии продукции дозирование в первом цикле редко бывает точным: в последующих циклах формируемые дозы приближаются к параметрам, заданным рецептом. Разработчики программ иногда заявляют, что их программа самообучающаяся или «самообучающаяся» – это говорится, чтобы склонить заказчика к подписанию договора на покупку без подобающей экспертизы. Заказчик в ТЗ, не обращая внимания на обещания, должен указать, что отклонение набираемой дозы от задан-



ной по рецепту в каждом цикле не должно превышать  $\pm 3-5\%$  или другой согласованной величины. Это принципиальное требование, которое обязательно должно присутствовать в договоре.

Контроль работы АСУТП проводят путем анализа отмеренных доз в 10-15 циклах, следующих один за другим по каждому дозатору при производстве одного вида продукции, и затем сравнивают отклонения реальных величин доз в каждом цикле от заданных по рецепту. Если из нескольких дозаторов 1 или 2 показывают отклонения не более согласованных, то к программе не должно быть претензий. В этом случае отклонения на других дозаторах за обозначенные пределы указывают на неудачную конструкцию дозатора или связаны с особенностями используемого сырья. Также погрешность формируемой дозы увеличивается, когда на дозатор подают сырье в количестве ниже допустимой минимальной величины для данного дозатора.

В ТЗ необходимо указать особенности конструкции и вместимости бункеров, транспортеров и их производительность, скорости срабатывания задвижек и других устройств, которые могут негативно влиять на сепарацию отдельных компонентов в готовой продукции. Из опыта лучшей практики следует, что предпочтительно устанавливать прямоугольные наддозаторные бункера с выпускным отверстием, смещенным к вертикальной стенке.

Согласно стандарту GMP, в линии должен регламентироваться переносимый остаток сырья (контаминация).

В ТЗ включают подробное описание свойств сырья, включая сы-

пучесть и выравненность размера частиц. Это позволит обоснованно требовать от поставщика соблюдения параметров, указанных в ТЗ и, соответственно, качества производимой продукции.

Для производства премиксов в соответствии со стандартами ISO и/или GMP должны быть заранее определены контрольные критические точки, оказывающие существенное влияние на качество премиксов, а также обеспечен доступ к отбору продукта или сырья в этих точках для контроля производственного процесса.

В отдельных случаях требуют указать энергоемкость производства и обоснование способов его снижения.

Заказчики часто, в связи с отсутствием необходимых знаний для разработки ТЗ, могут согласиться с предложением поставщика о его бесплатной подготовке. В случае согласия с таким предложением заказчик немного сэкономит, но большего вреда он себе не сможет причинить, поскольку производитель оборудования при комплектации технологической линии будет преследовать свои интересы, а не заказчика, и именно их он и отразит в ТЗ, и в дальнейшем при возникновении претензий будет трудно что-либо изменить без потерь. По логике, поставщик не обязан или не может догадываться о желаниях заказчика, тем более, если последний даже сам не может их определить. В таких случаях проблемы у заказчика появляются позднее, при эксплуатации завода, когда оборудование уже установлено, и что-то менять сложно и затратно.

При отсутствии у заказчика достаточной квалификации для подготовки профессионального

качественного ТЗ эту услугу следует заказать у независимых специалистов, не связанных с поставщиком. При проблемах с качеством производимой продукции целесообразно заказать профессиональный аудит действующего производства для определения контрольных критических точек и улучшения контроля производственного процесса с целью предупреждения претензий со стороны потребителей продукции.

В заключение отметим, что основным недостатком производимых премиксов в России (и за рубежом) является отсутствие четких технических требований к гранулометрическому составу сырья, используемого при производстве премиксов. Гранулометрические параметры премиксов, регламентируемые действующими ГОСТ Р 51095-97, ГОСТ Р 52356-2005 и ТУ ГОСТ 26573.0-2017, не создают условий для производства не только качественных премиксов, но и комбикормов, поскольку не учитывают необходимость регулирования количества частиц (через их размер) каждого вида сырья. Размеры частиц сырья, используемого для производства премиксов, должны регулироваться в зависимости от количества вещества, достаточного для приготовления премикса с требуемым С<sub>v</sub> распределения в нем отдельных БАВ. Однако главным является обеспечение последующей возможности производства комбикорма, в котором содержание нормируемых БАВ достаточно для удовлетворения суточной потребности животного, в диапазоне, не выходящем за пределы 90-110% этой потребности. Эти параметры должны отражаться в договорах на поставку премиксов.

## Литература

1. Крюков, В.С. К проблеме однородности распределения микродобавок при производстве комбикормов и премиксов / В.С. Крюков, И.Н. Пикалова // Проблемы биологии продуктивных животных. - 2010. - №2. - С. 97-111.
2. Bolton, Y. Cross Contra? / Y. Bolton, G. Clayton // Feed Intl. - 2006. - No 4. - P. 28-29.
3. 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.
4. Feil, A. Direktzugabe von Zusatzstoffen - Teil 2 / A. Feil, W. Strauch // Feed Magazine/Kraftfutter. - 2006. - No 4. - P. 24-29.
5. McElhiney, R.R. The effect of dilution levels in premixes on micro-ingredient dispersion in animal feeds / McElhiney R.R., Tangprasertchai P. // Anim. Feed Sci. Technol. - 1983. - V. 8. - No 2. - P. 139-146.
6. Axe, D.E. Factors affecting uniformity of a mix / D.E. Axe // Anim. Feed Sci. Technol. - 1995. - V. 53. - No 2. - P. 211-220.
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. Крюков, В.С. Проблемы биохимии и технологии использования селена в питании птиц / В.С. Крюков, И.В. Глебова, С.В. Зиновьев, А.Н. Шевяков // Проблемы биологии продуктивных животных. - 2017. - №4. - С. 24-38.
9. Голиков, И.О. О состоянии нормативного обеспечения сложных технических комплексов / И.О. Голиков, Б.К. Гранкин // Стандарты и качество. - 2016. - №5. - С. 76-80.
10. Голиков, И.О. Качество стандартов: мнение заинтересованных сторон / И.О. Голиков, Б.К. Гранкин // Стандарты и качество. - 2017. - № 6. - С. 28-32.

### Сведения об авторах:

**Зиновьев С.В.:** кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории биотехнологии; worklab19@mail.ru. **Крюков В.С.:** доктор биологических наук, профессор. **Темников В.Н.:** кандидат сельскохозяйственных наук, проректор.

Статья поступила в редакцию 11.01.2025; одобрена после рецензирования 09.02.2025; принята к публикации 20.02.2025.

### Review article

### *The Specific Requirements to the Technology of Premixes*

Sergey V. Zinoviev<sup>1</sup>, Valery S. Kryukov<sup>2</sup>, Vladislav N. Temnikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Poultry Processing Industry – branch of the Federal Scientific Center «All-Russian Research and Technological Institute of Poultry»; <sup>2</sup>Russian Academy of Management in Animal Production

**Abstract.** *Contrary to the popular opinion, premixes cannot be regarded as independent products since these are, in fact, raw materials for the production of compound feeds. The current Russian governmentally approved standard (GOST) for premixes includes insufficient requirements for the production of premixes for subsequent production of high-quality compound feeds. The review presented highlights the necessity of certain additional quality parameters for premixes ensuring the distribution of individual bioactive substances in compound feeds with variation coefficient  $\pm 5-10\%$ . Attention is also paid to the specifics of the requirements to the dosing units and accuracy of the programs controlling the dosing of the components within a premix.*

**Keywords:** *premixes, quality control, particles of bioactive substances, dosing.*

**For Citation:** Zinoviev S.V., Kryukov V.S., Temnikov V.N. (2025) *The specific requirements to the technology of premixes. Ptitsevodstvo, 74(3): 19-25. (in Russ.)*

**doi:** 10.33845/0033-3239-2025-74-3-19-25



## References

1. Kryukov VS, Pikalova IN (2010) On the problem of the uniformity of the distribution of micro-additives in the production of compound feeds and premixes. *Probl. Biol. Prod. Anim.*, (2):97-111. (In Russ.).
2. Bolton Y, Clayton G (2006) Cross Contra? *Feed Intl.*, (4):28-9.
3. Groesbeck CN, Goodband RD, Tokach MD, Dritz SS, Nelssen JL, De Rouchey JM (2007). doi: 10.2527/jas.2007-0019.
4. Feil A, Strauch W (2006) Direktzugabe von Zusatzstoffen - Teil 2. *Feed Mag./Kraftfutter*, (4):24-9. (In Germ.).
5. McElhiney RR, Tangprasertchai P (1983). doi: 10.1016/0377-8401(83)90095-0.
6. Axe DE (1995). doi: 10.1016/0377-8401(95)02011-N.
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. Kryukov VS, Glebova IV, Zinoviev SV, Shevyakov AN (2017) Problems of biochemistry and technology of selenium use in feeds for birds. *Probl. Biol. Prod. Anim.*, (4):24-38. (In Russ.).
9. Golikov IO, Grankin BK (2016) On the present state of legislative support of the sophisticated technical complexes. *Standards & Quality*, (5):76-80. (In Russ.).
10. Golikov IO, Grankin BK (2017) Quality of standards: opinions of the stakeholders. *Standards & Quality*, (6):28-32. (In Russ.).

## Authors:

**Zinoviev S.V.:** Cand. of Agric. Sci., Senior Research Officer, Lab. of Biotechnology; worklab19@mail.ru.

**Kryukov V.S.:** Dr. of Biol. Sci., Prof. **Temnikov V.N.:** Cand. of Agric. Sci., Vice Rector.

Submitted 11.01.2025; revised 09.02.2025; accepted 20.02.2025.

© **Зиновьев С.В., Крюков В.С., Темников В.Н., 2025**

