

ОПТИМИЗАЦИЯ ВИТАМИННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В РАЦИОНЕ ПТИЦЫ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА

Резюме. Изучено влияние парообработки (влаготепловой обработки) кормов и дополнительных уровней жирорастворимых витаминов А, D₃, Е в рационе, используемых с целью нивелирования их термически индуцированных потерь, на динамику показателей продуктивности и значений pH желудочно-кишечного тракта перепелок маньчжурской породы и кур-несушек кросса Супер Ник. Установлено достоверное увеличение валового сбора яиц и яйценоскости на среднюю несушку, улучшение морфологического состава яиц. Подтверждена целесообразность замены витамина D₃ (холекальциферол) его метаболически активным аналогом 25(OH)D₃ (кальцидиол) для повышения яичной продуктивности.

Ключевые слова: жирорастворимые витамины, парообработка комбикорма, яичное птицеводство, pH желудочно-кишечного тракта птицы, яичная продуктивность, стабильность витаминов.

OPTIMIZATION OF THE VITAMIN COMPONENT IN THE POULTRY DIET IN MODERN MIXED FEED PRODUCTION

Abstract. The article presents research data on the thermal processing (steam conditioning) effect of poultry feed and the inclusion of fat-soluble vitamins A, D₃, E additional levels in the diet to mitigate their thermally induced losses in feed on the dynamics of productivity parameters and the poultry gut pH. The research was conducted on Manchurian quails and Super Nick cross laying hens. The experiments revealed a significant increase in such productivity parameters as total egg yield, egg production per average hen, and the morphological composition of eggs. Furthermore, the experiment confirmed the feasibility of replacing vitamin D₃ (cholecalciferol) with its metabolically active analog 25(OH)D₃ (caldiol) in terms of improving egg productivity indicators.

Key words: fat-soluble vitamins, steam treatment, heat treatment of compound feed, layer farming, poultry gut pH, laying performance, vitamin stability.

ВВЕДЕНИЕ

Птицеводство как отрасль сельского хозяйства на сегодняшний день занимает ключевую роль в структуре агропромышленного комплекса страны, обеспечивая в первую очередь ее продовольственную безопасность. Одним из наиболее значимых и стабильных сегментов данного направления является сектор производства пищевого яйца, к особенностям которого можно отнести высокую технологичность, устойчивый спрос и короткий производственный цикл, позволяющий достичь быстрых темпов роста за относительно короткий период. При этом

яичную продуктивность определяет комплекс условий кормления и содержания, реализуемый в хозяйствах. Такие особенности, как недостаточный эндогенный синтез витаминов, клеточная усталость и другое, обуславливают высокую чувствительность птицы к дефициту биологически активных веществ в корме. Специалистам отрасли следует обратить усиленное внимание на оптимизацию построения концепции формирования витаминного баланса в рационе сельскохозяйственной птицы, когда, помимо контроля качества экзогенно вносимых

УДК 636.084:636.034

Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2025-11-3-252

**ЕЛЕНА БАТЫРОВА
ТАТЛЫБАЕВА¹,**

инженер по качеству

ORCID: 0009-0001-2636-5601

E-mail: e.tatlybaeva@av-ns.com

**АЛМАЗ ГАЗНАВИЕВИЧ
МУСИН¹,**кандидат сельскохозяйственных наук,
генеральный директор

ORCID: 0009-0001-3977-624X

E-mail: info@av-ns.com

¹ООО «ЭйВи НутриСмарт»

460027, г. Оренбург, ул. Беляевская, 32

Поступила в редакцию:

22.09.2025

Одобрена после рецензирования:

24.09.2025

Принята в публикацию:

26.09.2025

UDC 636.084:636.034

Research article

DOI 10.69539/2413-287X-2025-11-3-252

**ELENA B.
TATLYBAYEVA¹,**

Quality Engineer

ORCID: 0009-0001-2636-5601

E-mail: e.tatlybaeva@av-ns.com

**ALMAZ G.
MUSIN¹,**

PhD of Agricultural Sciences, CEO

ORCID: 0009-0001-3977-624X

E-mail: info@av-ns.com

¹AV NutriSmart LLC

460027, Orenburg, Belyaevskaya Str., 32

Received by editor office:

09.22.2025

Approved in revised:

09.24.2025

Accepted for publication:

09.26.2025

через премиксную часть синтетических форм витаминов, необходимо оценивать их потенциальные вторичные потери при гранулировании или другой паротепловой обработке комбикормов в процессе их производства [1–3]. Обычно ее применяют с целью повышения количества обменной энергии и усвояемости питательных веществ в кормах, уменьшения микробной обсемененности, что положительно сказывается на продуктивности птицы, а главное — при этом снижаются риски распространения заразных болезней, таких как высокопатогенный грипп птиц и др. Однако термическая обработка корма может стать причиной потерь витаминов и, как результат, их первичного дефицита в организме птицы. Несмотря на обилие информации о степени вторичных потерь витаминов, возникающих при термической обработке кормов, эти данные носят преимущественно ориентировочный характер. Величина таких потерь в значительной степени определяется индивидуальными характеристиками корма (его составом и видом) и особенностями термической обработки (глубиной и видом) [4–6].

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью контроля и прогнозирования термически индуцированных потерь жирорастворимых витаминов (А, D₃, Е), возникающих в матрице корма при его парообработке. В частности, исследовалось влияние данного фактора на показатели продуктивности (яйценоскость, валовой сбор), морфологический состав яйца и pH желудочно-кишечного тракта сельскохозяйственной птицы на примере перепелов яичного направления маньчжурской породы и кур-несушек кросса Супер Ник. Также была определена целесообразность полной замены витамина D₃ (холекальциферол) в рационе перепелов на его метаболически активный аналог 25(OH)D₃ (кальцидиол) и оценено влияние этого фактора на показатели продуктивности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проходили в период с января по сентябрь 2025 г.: на поголовье перепелов — в течение 5 месяцев на промышленном предприятии по производству перепелиных яиц, расположенном в Давлекановском районе Республики Башкортостан; на курах-несушках — в течение 9 месяцев в условиях экспериментального птичника ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ. Для первого опыта методом случайной выборки сформировали четыре группы перепелов по 50 голов (40 самок и 10 самцов) в возрасте 105 дней. Для второго — три группы кур-несушек по 21 голове в возрасте 245 дней. Птица находилась в типовом безоконном птичнике, технологические параметры выращивания, кормления и содержания соответствовали общепринятым нормам.

С целью изучения влияния фактора термической обработки комбикорма на показатели продуктивности перепелов были выработаны четыре варианта: для *кон-*

трольной группы — термически необработанный корм (базовый рацион); *1 опытной* — термически обработанный корм; *2 опытной* — термически обработанный корм с дополнительным вводом жирорастворимых витаминов А, D₃, Е для компенсации их термически индуцированных потерь; *3 опытной группы* — термически обработанный корм с дополнительным вводом витаминов А, Е и полной заменой витамина D₃ на его аналог 25(OH)D₃. В эксперименте на курах-несушках использовались три варианта комбикормов: для *контрольной группы* — не прошедший термическую обработку корм (базовый рацион); *1 опытной* — термически обработанный корм; *2 опытной* — термически обработанный корм с дополнительным вводом жирорастворимых витаминов А, D₃, Е для компенсации их термически индуцированных потерь. В рамках данного эксперимента замены витамина D₃ на 25(OH)D₃ предусмотрено не было. Дополнительные уровни ввода жирорастворимых витаминов были установлены в рекогносцировочных опытах в условиях производственной лаборатории премиксного завода ООО «ЭйВи НутриСмарт» (г. Оренбург) с последующей корректировкой значений, полученных при промышленной выработке термически обработанного корма. Во время подготовительного периода птице всех групп скармливали базовый комбикорм. С началом учетного периода и до конца опытов контрольная группа продолжила его потреблять, а корм опытных групп заменили на термически обработанный в описанных выше вариациях. Яйценоскость перепелов учитывали ежедневно индивидуально, показатели валового сбора в группах получали расчетным методом, масса яиц определялась гравиметрическим методом, данные по морфологии яиц и массе яйца были взяты в учетную выборку по факту среза на последней неделе эксперимента. Измеряли pH содержимого желудочно-кишечного тракта перепелов и кур-несушек на pH-метре Five Easy FE-20 Mettler Toledo в последний день эксперимента при контрольном убое птицы. Цифровой материал обрабатывали методом вариационной статистики с помощью компьютерной программы Microsoft Office Excel. Нормальность распределения цифровых значений оценивали с использованием критерия Шапиро-Уилка, достоверность и степень различий оценивали на основе критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Важным показателем, характеризующим продуктивность несушек, является яйценоскость, качество товарного яйца — его морфологический состав.

Перепела

Яйценоскость перепелок за продуктивный период во всех группах находилась на достаточно высоком уровне. Начиная с первого месяца этот показатель был выше в опытных группах, по сравнению с контролем (111,54 шт.).

За 5 месяцев он составил на среднюю несушку: в 1 опытной группе — 114,35 шт. (+2,52% к контролю, $P < 0,01$), во 2-й — 118,14 шт. (+5,92%, $P < 0,01$), в 3-й — 120,74 шт. (+8,25%, $P < 0,01$). Как видно из данных рисунка 1, яйценоскость устойчиво возрастает от контрольной группы к 3 опытной группе, при этом данная тенденция стабильно сохраняется в течение всех месяцев продуктивности. Увеличение яйценоскости, по нашему мнению, связано с совокупным положительным влиянием термической обработки корма и ввода в него дополнительного количества жирорастворимых витаминов. Наилучший результат наблюдается в 3 опытной группе, где витамин D_3 был заменен на 25(OH) D_3 .

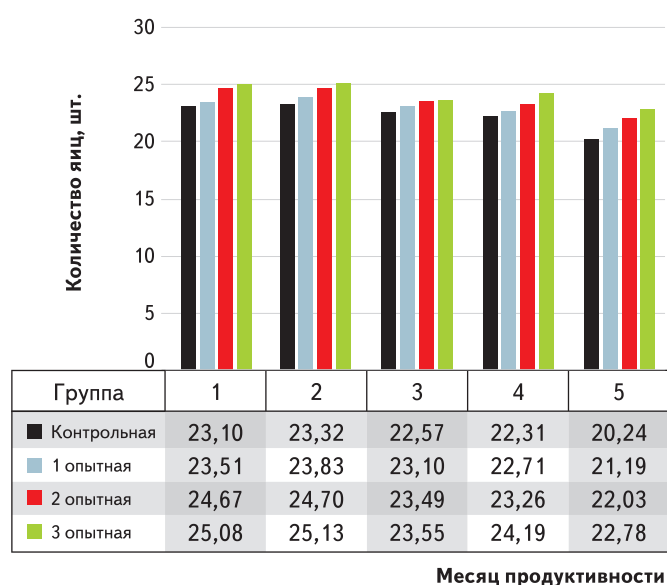


Рис. 1. Яйценоскость перепелок на среднюю несушку

Для перепелов яичного направления показатель валового сбора яиц представляет собой финальный результат сложного взаимодействия генетического потенциала породы, физиологического состояния поголовья, сбалансированности рациона и точности соблюдения технологических режимов кормления и содержания. В рамках опыта был проведен детальный учет и анализ сбора яиц. При этом была зафиксирована положительная динамика в количестве произведенных яиц между контрольной и опытными группами к концу учетного периода (рис. 2). Так, в контрольной группе было произведено 3732 шт. яиц, в 1 опытной — 3935 шт. (+5,44% к контролю, $P < 0,05$), во 2 опытной — 4018 шт. (+7,66%, $P < 0,05$), в 3 опытной — 4231 шт. (+13,37%, $P < 0,01$). Результаты исследования показали статистически значимое увеличение валового сбора яиц во всех опытных группах по сравнению с контрольным значением, наибольшее их количество было собрано в 3 опытной группе. Это свидетельствует о положительном влиянии термической обработки комбикорма и ввода в его состав дополнительных уровней жирорастворимых витаминов.

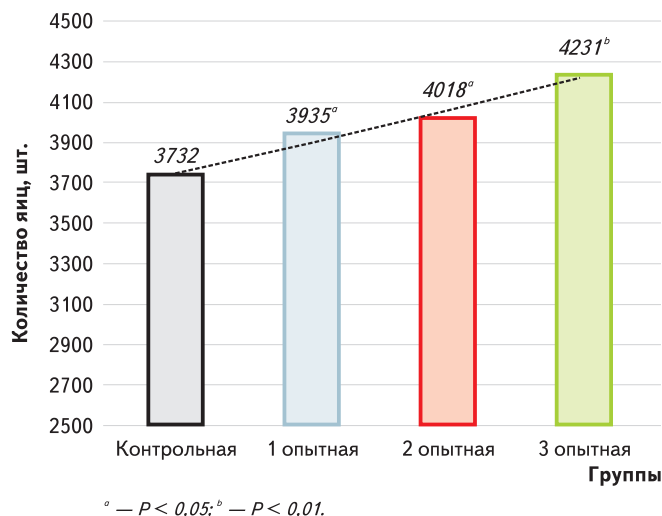


Рис. 2. Валовой сбор яиц перепелок

В результате улучшились физиология яйцекладки и общее состояние здоровья птицы, увеличилась ее сохранность, что позволило минимизировать производственные потери и брак товарного яйца. Наибольший эффект на яичную продуктивность оказала замена в рационе птицы холекальциферола на кальцидиол: сократилась доля некондиционного яйца (с повреждением скорлупы), повысилось качество скорлупы, нормализовался кальциевый обмен в организме птицы. Ключевым преимуществом применения кальцидиола является его лучшая усвояемость организмом птицы, так как он не зависит от процесса первоначального гидроксилирования в печени, делая процесс усвоения кальция более быстрым и эффективным [7, 8].

Масса яйца — важный интегральный показатель, который служит критерием сортировки и напрямую влияет на экономическую эффективность производства. В течение опытного периода масса яиц перепелок стабильно возрастала от контрольной группы к 3 опытной группе (табл. 1), при этом удалось зафиксировать статистически достоверную разницу ($P < 0,05$). С большой долей вероятности можно говорить о том, что наблюдаемый рост массы яиц стал следствием поэтапного повышения усвояемости питательных веществ корма вследствие термической обработки, а замена в рационе перепелов холекальциферола на кальцидиол привела к увеличению эффективности кальциевого обмена в их организме. ➡

Таблица 1. Масса яиц перепелок, г

Группа	Масса яиц, г
Контрольная	12,86 ± 0,32
1 опытная	12,92 ± 0,22
2 опытная	13,52 ± 0,09
3 опытная	13,75 ± 0,10 ^a

^a — $P < 0,05$.

Таблица 2. Значения pH в разных отделах ЖКТ перепелов

Отдел	Группа			
	контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Зоб	4,65 ± 0,10	4,61 ± 0,05	4,52 ± 0,09	4,56 ± 0,04
Железистый желудок	4,91 ± 0,07	4,81 ± 0,09	4,84 ± 0,09	4,83 ± 0,03
Мышечный желудок	2,88 ± 0,18	2,82 ± 0,05	2,73 ± 0,07	2,74 ± 0,03
12-перстная кишка	6,41 ± 0,08	6,22 ± 0,03 ^a	6,21 ± 0,05 ^a	6,19 ± 0,03 ^a
Тощая кишка	6,49 ± 0,08	6,37 ± 0,09	6,33 ± 0,04 ^a	6,32 ± 0,03 ^a

^a — $P < 0,05$.

Аналогичная тенденция по воздействию исследуемых факторов прослеживается и в отношении одного из основных качественных показателей инкубационных и пищевых яиц — морфологического состава. Он позволяет объективно оценить не только их качество и пищевые достоинства, но также своевременно выявить ошибки в кормлении и скорректировать рацион [9]. Масса желтка и масса скорлупы яиц от перепелок 3 опытной группы статистически достоверно превышала контрольные значения — соответственно на 11,2% ($P < 0,05$) и на 10% ($P < 0,01$) (рис. 3). Показатель «масса белка» не продемонстрировал статистически достоверной динамики в опытных группах.

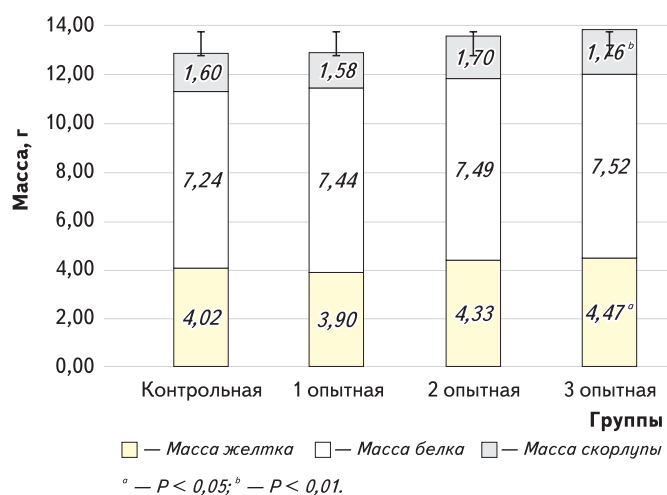


Рис. 3. Морфологический состав яиц перепелок

Была проанализирована динамика изменения кислотности (pH) содержимого различных отделов желудочно-кишечного тракта перепелов в зависимости от типа потребляемого рациона. В проксимальных отделах (зоб, железистый и мышечный желудок) значения pH между контрольной и опытными группами существенно не различались ($P > 0,05$), оставаясь в пределах физиологической нормы для перепелов (табл. 2). В то же время у птицы опытных групп отмечалось достоверное снижение ($P < 0,05$) уровня pH: в двенадцатиперстной кишке — с 6,41 ед. (контроль) до 6,19 ед. (3 опытная), в тощей — с 6,49 до 6,32 ед.

Результаты данного эксперимента демонстрируют, что потребление термически обработанного корма в опытных группах сопровождается некоторым смещением кислотно-щелочного баланса в отделах тонкого кишечника птицы в кислую сторону. Это может быть обусловлено общим влиянием процесса термообработки на улучшение перевариваемости питательных веществ корма и снижение микробной нагрузки [10, 11].

Куры-несушки

В исследованиях на курах-несушках была выявлена сходная тенденция к изменению кислотности в желудочно-кишечном тракте (табл. 3). Значения pH в зобе, железистом и мышечном желудках между контрольной и опытными группами существенно не различались, оставаясь в пределах физиологической нормы. Однако в двенадцатиперстной кишке птицы 1 и 2 опытных групп, потреблявшей термически обработанный корм, было выявлено достоверное снижение pH по сравнению с контрольной группой ($P < 0,01$). В тощей кишке достоверного изменения величины pH зафиксировано не было, однако была отмечена динамика к снижению pH в пользу опытных групп. Таким образом, использование парообработки при производстве комбикормов способствует смещению кислотно-щелочного баланса в кислую сторону в пищеварительном тракте кур-несушек.

Таблица 3. Значения pH в разных отделах ЖКТ кур-несушек

Отдел	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Зоб	4,92 ± 0,01	4,90 ± 0,01	4,89 ± 0,01
Железистый желудок	5,05 ± 0,01	5,03 ± 0,01	5,06 ± 0,01
Мышечный желудок	3,86 ± 0,01	3,85 ± 0,01	3,83 ± 0,01
12-перстная кишка	6,03 ± 0,01	5,97 ± 0,01 ^b	5,89 ± 0,01 ^b
Тощая кишка	7,32 ± 0,01	7,30 ± 0,01	7,28 ± 0,01

^b — $P < 0,01$.

Для проверки гипотезы о возможном влиянии pH корма на кислотность желудочно-кишечного тракта птицы было проведено в лабораторных условиях предварительное измерение кислотности контрольных и опытных образцов комбикорма. При этом не было выявлено статистически достоверной разницы в кислотности образцов корма до термообработки, после нее, при вводе компенсирующих доз витаминов и без них. Кислотность во всех образцах корма находилась в диапазоне 6,55–6,62 ед. pH. В данном случае снижение уровня pH может быть обусловлено как повышенной доступностью субстрата термически обработанного корма, так и изменениями в микробном профиле, вызванными усилением «полезной» микрофлоры вследствие снижения бактериальной обсемененности корма. В литературных источниках описано, что при использовании в кормлении птицы термически обработанного комбикорма с повышенной переваримостью меньше остается ферментируемого субстрата, в частности протеина, для микрофлоры тонкого отдела кишечника. Это приводит к снижению активности микроорганизмов, продуцирующих щелочные метаболиты, и тем самым к стимулированию развития нормальной (симбионтной) микрофлоры, что может вносить вклад в смещение pH в кислую сторону. Таким образом, снижение pH в тонком отделе кишечника косвенно свидетельствует об улучшении переваримости и всасывания питательных веществ, что является ключевым фактором повышения продуктивности птицы [10–13].

ВЫВОДЫ

Результаты проведенных исследований демонстрируют совокупное положительное влияние термически обработанных комбикормов и ввода в них дополнительных доз жирорастворимых витаминов A, D₃, E, нивелирующих их термически индуцированную деградацию, на продуктивность птицы и уровень pH в желудочно-кишечном тракте. Установлено достоверное увеличение валового сбора яиц, яйценоскости на среднюю несушку и улучшение морфологических показателей яйца. Данные также могут косвенно свидетельствовать о повышении усвояемости питательных веществ термически обработанных кормов, что подтверждается физиологическим сдвигом pH в двенадцатиперстной кишке у перепелов и кур-несушек в более кислую сторону. Также опытным путем была подтверждена целесообразность замены витамина D₃ (холекальциферол) на его метаболически активный аналог кальцидиол, способствующий росту яичной продуктивности.

Таким образом, ввод в рацион сельскохозяйственной птицы дополнительных доз жирорастворимых витаминов и замена холекальциферола кальцидиолом являются эффективным способом построения концепции по формированию витаминного баланса в условиях современного кормопроизводства, позволяющим повысить продуктивность птицы при скормливании ей термически обработанных комбикормов.

Литература/Literature

1. Околелова, Т. М. Кормление сельскохозяйственной птицы: учебники и учебные пособия для кадров массовых профессий [Текст] / Т. М. Околелова. — М.: Агропромиздат, 1990. — 111 с.
2. Егоров, И. А. Критерии обеспеченности организма птицы витаминами и их влияние на инкубационные качества яиц [Текст] / И. А. Егоров, Л. Ф. Дядичкина, А. Н. Шевяков // Птицеводство. — 2017. — № 4. — С. 14–20.
3. Енгашев, С. Клеточная усталость несушек [Текст] / С. Енгашев, Т. Околелова, С. Салгереев, А. Пашкин // Животноводство России. — Октябрь, 2017. — С. 19–21.
4. Yang, P. Evaluation of Extrusion Temperatures, pelleting parameters, and vitamin forms on vitamin stability in feed [Text] / P. Yang, H. Wang, M. Zhu, Y. Ma // Animals. — 2020. — 10, 894. — 19 p. — <https://doi.org/10.3390/ani10050894>.
5. Riaz, M. Stability of Vitamins during Extrusion [Text] / M. Riaz, M. Asif, R. Ali // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. — 2009. — 49: P. 361–368. — <https://doi.org/10.1080/10408390802067290>.
6. Бунзель, Д. Технологические и биологические аспекты тепловой обработки комбикормов [Текст] / Д. Бунзель, А. Лемме // Комбикорма. — 2015. — № 12. — С. 43–46.
7. Эрнандес, Х.-М. Различные метаболиты витамина D₃ в питании животных [Текст] / Х.-М. Эрнандес, Г. Литта, Т.-К. Чунг, Э. Фолегатти, Х.-М. Лувизотто, Я. Лей, М. Энстром // Комбикорма. — 2020. — № 5. — С. 44–46.
8. Никулин, В. Н. Биологически активные вещества и добавки в птицеводстве: учеб. пособие для магистров направления подготовки 36.04.02 Зоотехния [Текст] / В. Н. Никулин, Т. В. Коткова. — Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2016. — 202 с.
9. Подобед, Л. И. Руководство по минеральному питанию сельскохозяйственной птицы [Текст] / Л. И. Подобед, А. Н. Степаненко, Е. А. Капитонова. — Одесса: Аквария, 2016. — с. 360.: ил.
10. Abdollahi, M. R. Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value [Text] / M. R. Abdollahi, V. Ravindran, B. Svihus // Animal Feed Science and Technology. — 179. — 2013. — P. 1–23. — <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.10.011>.
11. Borojeni, F. G. The Effects of Hydrothermal Processing on Feed Hygiene, Nutrient Availability, Intestinal Microbiota and Morphology in Poultry — A Review [Text] / F. G. Borojeni, B. Svihus, H. G. von Reichenbach, J. Zentek // Animal Feed Science and Technology. — 2016. — 220. — P. 187–215. — <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.07.010>.
12. Cox, N. A. Effect of the Steam Conditioning and Pelleting Process on the Microbiology and Quality of Commercial-Type Poultry Feeds [Text] / N. A. Cox, D. Burdick, J. S. Bailey, J. E. Thomson // Poultry Science. — 1986. — 65. — P. 704–709. — DOI: 10.3382/ps.0650704.
13. Yameen, R. K. A Review of Feed Particle Size and Form: Implications on the Performance and Gut Health of Poultry [Text] / R. K. Yameen et. al. // Poultry Science Journal. — 2025. — 13 (1) : P. 1–15. — DOI: 10.22069/psj.2024.22156.2039. ■