

Андрей Анатольевич Свистунов¹, Артем Борисович Власов²✉,
Александра Александровна Данилова³, Наталья Денисовна Лабутина⁴,
Наталья Васильевна Агаркова⁵

^{1,2,3,4,5}Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Россия

²vlasov.sir@yandex.ru

КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ ИЗ ОТХОДОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Цель исследований – определение влияния нетрадиционной кормовой добавки на основе модифицированной пивной дробины на развитие внутренних органов и биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров. В условиях вивария ФГБНУ КНЦЗВ проведены научные исследования на цыплятах-бройлерах кросса Arbor Acres. Методом пар-аналогов сформированы 2 группы по 42 головы в каждой. Вся подопытная птица содержалась в одноярусных клетках с сетчатым полом, со свободным доступом к корму и воде. Длительность научного эксперимента составила 40 дней. Скармливание изучаемой кормовой добавки в рационах для второй группы способствовало установлению тенденции к повышению живой массы на 2,9 % в сравнении с контролем. Среднесуточное потребление корма опытной птицей увеличилось на 2,3 % относительно контрольных аналогов. Однако затраты корма на 1 кг прироста живой массы снизились на 0,6 %. Полученные данные о биохимическом составе сыворотки крови цыплят свидетельствуют об отсутствии негативного влияния изучаемых кормовых средств на обменные процессы в организме бройлеров. Результаты контрольного убоя свидетельствуют о том что какая-либо патология в развитии внутренних органов подопытной птицы отсутствует. Мышечный желудок птицы, получавшей изучаемую добавку, достоверно ($P \leq 0,05$) увеличился на 12,9 % относительно контроля. Использование изучаемых кормовых средств в составе рационов для мясных цыплят не оказывает негативного влияния на обменные процессы их организма и развитие внутренних органов.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, рацион цыплят-бройлеров, пивная дробина, кукурузный экстракт, перлит, кукурузный шрот, биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров

Для цитирования: Свистунов А.А., Власов А.Б., Данилова А.А., и др. Кормовые добавки из отходов агропромышленного комплекса и их влияние на развитие внутренних органов цыплят-бройлеров // Вестник КрасГАУ. 2026. № 3. С. 119-129 . DOI: 10.36718/1819-4036-2026-3-119-129.

Andrey Anatolievich Svistunov¹, Artem Borisovich Vlasov²✉, Alexandra Alexandrovna Danilova³,
Nataliya Denisovna Labutina⁴, Nataliya Vasilievna Agarkova⁵

^{1,2,3,4,5}Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russia

²vlasov.sir@yandex.ru

FEED ADDITIVES FROM AGRO-INDUSTRIAL WASTE AND THEIR EFFECT ON BROILER CHICKENS INTERNAL ORGANS DEVELOPMENT

The objective of the study is to determine the effect of a non-traditional feed additive based on modified brewer's grains on the development of internal organs and serum biochemistry in broiler chickens. Research was conducted on Arbor Acres broiler chickens in the vivarium of the Federal State Budget Scien-

tific Institution Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine. Two groups of 42 birds each were formed using the pair-analog method. All test birds were housed in single-tier cages with mesh floors and free access to feed and water. The duration of the scientific experiment was 40 days. Feeding the studied feed additive to the second group's diets resulted in a 2.9 % increase in live weight compared to the control. Average daily feed intake by the test birds increased by 2.3 % compared to the control. However, feed costs per 1 kg of live weight gain decreased by 0.6 %. The obtained data on the biochemical composition of chicken blood serum indicate the absence of a negative impact of the studied feed on metabolic processes in the body of broilers. The results of the control slaughter indicate that there were no abnormalities in the development of the internal organs of the test birds. The gizzard size of the birds receiving the studied supplement significantly ($P \leq 0.05$) increased by 12.9 % compared to the control. The use of the studied feed in diets for meat chickens does not have a negative impact on their metabolic processes or the development of internal organs.

Keywords: broiler chickens, broiler chicken diet, brewer's grains, corn steep liquor, perlite, corn meal, biochemical parameters of broiler chicken blood serum

For citation: Svistunov AA, Vlasov AB, Danilova AA, et al. Feed additives from agro-industrial waste and their effect on broiler chickens internal organs development. *Bulletin of KSAU*. 2026;(3):119-129. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-3-119-129.

Введение. По прогнозам, к 2050 г. население мира достигнет 9,8 млрд человек [1], а спрос на продовольствие, как ожидается, увеличится на 35–56 % в период с 2010 по 2050 г. [2].

Птицеводство – одна из отраслей основных поставщиков продуктов питания для населения. Удовлетворение постоянно растущего спроса на птицепродукцию сопряжено с решением разного рода проблем, связанных с рентабельностью производства, продуктивностью птицы и качеством получаемых продуктов [3]. Одним из определяющих факторов высокой эффективности отрасли являются кормопроизводство и ингредиенты кормов [4]. Традиционно используемые кормовые средства, в т. ч. кукуруза, давно используются в рационах высокопродуктивной птицы. Однако постоянно растущая стоимость зерновых, их доступность приводят к постоянному поиску новых источников питательных веществ [5].

Наука и производство непрерывно увеличивают уровень генетического потенциала птицы. Однако организм высокопродуктивных кроссов крайне чувствителен к уровню питательных веществ, поступающих с кормом. Практически любое изменение питательности комбикормов сразу же отражается на продуктивных качествах птицы. Применение кормовых добавок позволяет повысить биологическую ценность корма, а также снизить риски неполноценного кормления [6].

Современные кроссы мясной птицы обладают очень высокой скоростью роста. При должных условиях содержания за первые сутки жизни живая масса цыпленка кросса Ross 708 увеличивается на 34,0 %, а к 5-недельному воз-

расту – на 5 200,0 %. Максимальный темп роста достигается на 10-е сут. Дополнительный грамм прироста живой массы бройлера до 7-дневного возраста обеспечивает 5 г его живой массы к 49-му дню выращивания. В первые десять дней жизни у цыплят-бройлеров наблюдается наиболее интенсивное развитие желудочно-кишечного тракта, печени, чтобы в дальнейшем обеспечивать высокие темпы развития всего организма. В связи с этим полноценное кормление мясной птицы в стартовую фазу откорма приобретает решающее значение для показателей ее продуктивности в дальнейшем [7].

В птицеводстве при откорме мясных кроссов крайне важно скармливать сбалансированные полнораціонные комбикорма [8].

Важность первого кормления цыплят-бройлеров сразу после вывода вполне обоснована научными исследователями и многими практиками-птицеводами. Ограничение доступа к корму и воде только что вылупившихся цыплят накладывает негативный эффект на дальнейший откорм птицы однозначно. Сегодня стартовый период выращивания цыплят на мясо является критически важным этапом всего цикла производства птицепродукции, что лишь подтверждает важность раннего доступа поголовья к корму для реализации всего генетического потенциала. То есть раннее скармливание цыплятам полнораціонных комбикормов является предпосылкой для высокого уровня экономической эффективности откорма мясных кроссов птицы.

Престартер – это рацион для бройлеров, который они получают в первые несколько дней своей жизни. Основная цель скармливания та-

кого корма – как можно раньше обеспечить цыпленка питательными веществами для развития пищеварительных функций кишечника. Такие рационы состоят из легкоусвояемых питательных веществ.

Использование качественных кормовых средств в производстве престартовых и стартовых рационов для цыплят-бройлеров способствует быстрому развитию и росту откармливаемой птицы. Наиболее критичным фактором в этом возрасте является поступление с кормом в организм птицы аминокислот. Уровень потребления аминокислот мясной птицей в раннем возрасте обуславливает выход массы грудных мышц в последующие периоды выращивания. Данный факт объясняется низким потреблением корма в раннем возрасте, а высокий уровень аминокислот обеспечивает потенциальное повышение роста [9].

Затраты на корма являются основной статьей расходов в птицеводстве, существенно отражаясь на рентабельности отрасли и доступности птицепродуктов для широкого круга населения. Повышенный спрос на зерновые культуры в пищевой промышленности и перенаправление растительных отходов на производство биотоплива являются основными причинами, способствующими значительному росту цен на корма для птицы в последние годы. Рост стоимости компонентов кормов отрицательно влияет на экономическую составляющую производства продукции птицеводства [10]. Использование зерновых культур в питании человека и птицеводстве способствует увеличению стоимости компонентов кормов, которые являются традиционными составляющими рационов для животных. В связи с этим, несмотря на растущий спрос на продукцию птицеводства в большинстве стран, многие из них испытывают дефицит кормов и не могут получить достаточное количество доступных по цене компонентов для них, чтобы максимально реализовать генетический потенциал высокопродуктивных кроссов. Исходя из изложенного, целесообразно изучать эффективность использования нетрадиционных компонентов кормов (кормовых добавок) для создания устойчивой кормовой базы в птицеводстве [11, 12].

Согласно определениям продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (ФАО), кормовая добавка – это используемый в кормопроизводстве ингредиент, который не используется в качестве корма от-

дельно, независимо от уровня питательной ценности, но оказывающий влияние на характеристики кормов или продукты животного происхождения [13].

В последнее время в мировом сообществе наблюдается стабильный интерес к изучению и внедрению в кормопроизводство нетрадиционных кормовых средств [14].

В производстве комбикормов для птицы наиболее часто используются различного рода кормовые добавки. Это позволяет в некоторой степени снизить конечную стоимость готовой продукции при обогащении рациона необходимым уровнем важных нутриентов [15].

Одним из наиболее дорогостоящих составляющих в рационах для сельскохозяйственной птицы является протеин. Постоянный рост стоимости нутриентов кормов, использование некоторых зерновых человеком способствуют увеличению статьи расходов на кормопроизводство в отрасли [16].

В качестве источника протеина в рационах для сельскохозяйственной птицы довольно широко используется соевый шрот благодаря своим показателям питательности, аминокислотному составу и низкому содержанию антипитательных веществ относительно других растительных источников белка. Однако, несмотря на перечисленные достоинства, поиск и изучение нетрадиционных источников белка по-прежнему актуальны [17].

Уровень содержания белка в рационе является одним из наиболее критичных показателей его качества. Так, при дефиците белка в кормах может наблюдаться снижение продуктивности и качества продукции животных, возникновение различных заболеваний. Для восполнения нехватки питательных веществ отечественная наука предлагает использовать в качестве кормовых средств отходы промышленных производств [18].

В отечественном научном сообществе по-прежнему очень остро стоят задачи интенсификации агропромышленного сектора сельского хозяйства наряду с разработкой и внедрением технологий по переработке и использованию растительных отходов различных производств [19].

Постоянное увеличение спроса на продукты птицеводства способствует непрерывному поиску нетрадиционных кормовых средств наряду со снижением себестоимости конечной продукции. Так, например, использование отходов пищевой промышленности в кормлении птицы способствует снижению стоимости ра-

циона и решению проблем с их утилизацией [20]. Продукты переработки зерна по праву считаются ценными источниками энергии, протеина и клетчатки. Например, при производстве кукурузного крахмала побочным продуктом является кукурузный экстракт, а отходами маслоэкстракционного производства – кукурузный шрот. В них достаточно питательных веществ для использования в кормлении сельскохозяйственной птицы [21].

Проблема утилизации отходов пищевой промышленности является довольно серьезной в социально-экономическом и экологическом планах [22]. Во многих странах такие отходы зачастую просто подвергаются захоронению [23].

Однако использование побочных продуктов переработки агропромышленного комплекса в рационах сельскохозяйственных животных и птицы для снижения доли зерновых и масличных культур с каждым годом привлекает все больше внимания. Такие приемы практикуются во многих странах мира с целью снижения производственных затрат и смягчения влияния негативных факторов производства на окружающую среду. Но для использования альтернативных средств в комбикормовом производстве необходимо решить целый ряд задач, связанных с повышением их питательной ценности и безопасности.

Использование побочных продуктов переработки агропромышленного комплекса в кормлении сельскохозяйственной птицы позволит более эффективно использовать природные ресурсы наряду с повышением рентабельности отрасли. Интерес к отходам промышленных производств поддерживается еще и тем, что кормовые средства из них могут быть очень дешевыми наряду с доступностью.

Однако стоит учитывать, что перед скармливанием таких видов отходов может понадобиться их обработка, например удаление лишней влаги. В противном случае кормовое средство будет крайне нетехнологичным и скоропортящимся. Еще одним из ограничивающих факторов широкого применения отходов в сельском хозяйстве является их низкая питательная ценность – невысокое качество протеина, присутствие антипитательных веществ или высокий уровень трудноперевариваемых веществ – лигнина, неперевариваемой клетчатки.

Следствием сжигания потенциальных кормовых добавок являются колоссальные потери углерода, азота, фосфора и энергетических ре-

сурсов. Исходя из вышесказанного становится очевидным, что обработка побочных продуктов переработки агропромышленного комплекса представляет собой важный этап в повышении технологичности и кормовой ценности получаемых добавок, а также способствует более широкому их применению в секторе кормопроизводства.

Отходы пищевой промышленности и продукты переработки агропромышленного комплекса оказывают экономическое и экологическое воздействие на окружающую среду. Их количество растет с увеличением численности населения и связано с неэффективными действиями при производстве и реализации продуктов питания и культурой поведения конечного потребителя. Человеком не используются продукты переработки зерновых, бобовых, масличных, бахчевых культур. При должном подходе отходы могут быть переработаны в кормовые средства и добавки для сельскохозяйственных животных и птицы и снова составить одно из звеньев в цепочке производства продуктов питания для человека [24].

При производстве спирта побочным продуктом является послеспиртовая барда. После высушивания она представляет высокую кормовую ценность для сельскохозяйственных животных и птицы [25, 26].

Послеспиртовая кукурузная барда – это побочный продукт спиртовой промышленности после сбраживания сырья при производстве биоэтанола, доступный источник аминокислот, обменной энергии и макроэлементов для сельскохозяйственных животных и птицы.

Одним из этапов является удаление масла из зерновой массы, вследствие чего в сырье концентрируются не только питательные вещества, но и клетчатка.

Разные технологии переработки кукурузы, в т. ч. для получения спиртовой продукции, подразумевают различные побочные продукты. В зависимости от подходов в обработке зерна технологические отходы могут иметь разную концентрацию питательных веществ, а следовательно, разное применение в кормлении. После метода сухого помола кукурузы и производстве этанола получается сухая барда с высоким содержанием протеина и кукурузный белок, подвергнутый ферментированию. Данные продукты отличаются низким уровнем клетчатки.

Кроме различного уровня питательности продукты переработки зерна могут содержать избыточное количество растительных волокон,

например некрахмальные полисахариды. Желудочно-кишечный тракт птицы плохо переваривает некрахмальные полисахариды, а избыток клетчатки снижает доступность питательных веществ всего рациона [27].

Одним из таких продуктов является пивная дробина, которая до недавнего времени в птицеводстве использовалась очень редко. В процессе изготовления пива, при фильтрации пивного сусла, остается осадок использованного солода. Это дешевый побочный продукт переработки ячменного зерна. Данный фильтрат богат такими ценными нутриентами, как протеин и липиды, что позволяет применять его в промышленном комбикормовом производстве для удовлетворения потребностей организма сельскохозяйственных животных и птицы [28, 29]. Уровень содержания протеина в послеспиртовой барде до 30,0 %, в три раза больше в сравнении с зерновыми (9,0–11,0 %), а стоимость ее ниже. Таким образом, отходы являются ценным и относительно недорогим кормовым средством [30].

Дефицит минеральных веществ в рационе также представляет проблемы с продуктивностью и качеством получаемой продукции. При недостаточном поступлении микро- и макроэлементов с кормом в организме животных и птицы с большой вероятностью начнется нарушение обменных процессов. Сегодня минеральная потребность закрывается за счет природных добавок. Так, например, включение в рационы доломитовой муки, мела полностью обеспечивает животный организм необходимым количеством кальция. Отечественной науке известен богатый источник микроэлементов – сапропель,

который широко используется в том числе в птицеводстве [31].

Сегодня доступен немалый объем информации об использовании различных нетрадиционных добавок в кормлении сельскохозяйственной птицы. Здесь использование кормовых добавок, например из отходов агропромышленного комплекса, может способствовать увеличению уровня продуктивности, укреплению иммунной системы, что, в свою очередь, обеспечивает получение экологически чистой продукции сельского хозяйства [32].

Цель исследования – изучение влияния нетрадиционной кормовой добавки на основе модифицированной пивной дробины на развитие внутренних органов и биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров.

Задачи: определить влияние рационов с изучаемыми кормовыми добавками на основные зоотехнические показатели при выращивании мясных цыплят; выявить влияние скармливания изучаемых кормовых средств на развитие внутренних органов птицы; оценить воздействие изучаемых кормовых добавок на биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров.

Объекты и методы. Научное исследование проведено в условиях вивария ФГБНУ КНЦЗВ согласно методике ВНИТИП (Сергиев Посад, 2013).

Из 7-дневных цыплят-бройлеров методом групп-аналогов сформированы контрольная и опытная группы кросса Arbor Acres (n = 42). Все цыплята находились в одинаковых условиях содержания, со свободным доступом к корму и воде. В уравнительный период птица получала престартерный полнорационный комбикорм (престарт. ПК) (табл. 1).

Таблица 1

Схема исследований (n = 42)
The research scheme (n = 42)

Группа	Период выращивания, дней			
	1–6 (уравнительный период)	7–14 (старт)	15–28 (рост)	29–40 (финиш)
1-я контрольная	Престарт. ПК	ПК без добавок		
2-я опытная		ПК с 2,0 % КД 1 и 10,0 % КД 2		

Начиная с 7-го дня птица первой группы получала полнорационный комбикорм (ПК) без добавок. В ПК второй группы включали 2,0 % КД 1 (кормовая добавка 1) и 10,0 % КД 2 (кормовая добавка 2).

Ингредиентный состав кормовой добавки 1 включает следующие компоненты: 50 % модифицированной пивной дробины, 50 % минерально-сорбирующего комплекса, состоящего из 15 % перлита, 15 % фосфогипса, 10 % серпентинита, 10 % сапропеля.

Пивная дробина предварительно ферментирована пробиотическим бакконцентратом, состоящим из молочнокислых микроорганизмов *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*; микроорганизмов *Propionibacterium shermanii*.

Кормовая добавка 2 состояла из кукурузного экстракта – 30,0 %, перлита – 10,0, шрота кукурузного – 60,0 %.

Полнорационный комбикорм во все периоды выращивания был сбалансирован по питательности в соответствии с рекомендациями для данного кросса и возрастных периодов.

В конце опыта производился забор крови от трех голов цыплят-бройлеров из каждой группы для изучения биохимических показателей сыворотки крови.

Анатомическую разделку тушек птицы проводили в соответствии с методикой ВНИТИП (Сергиев Посад, 2013).

Первичный цифровой материал обработан на персональном компьютере при помощи специально разработанной программы.

Результаты и их обсуждения. В контроле на конец эксперимента цыплята-бройлеры достигли живой массы ((2308,2 ± 46,92) г), в опытной группе наблюдалась тенденция к увеличению данного показателя на 2,9 % в сравнении с контрольным значением.

Среднесуточное потребление корма в расчете на одну голову в первой группе (без кормовых добавок) составило 108,1 г/гол. В опытной группе данный показатель возрос на 2,3 % против первой группы (без кормовых добавок).

Использование смеси изучаемых кормовых добавок при добавлении к ПК снизило затраты

корма на один килограмм прироста живой массы птицы на 0,6 % по отношению к контрольному показателю, который составил 1,77 кг. Это свидетельствует об улучшении показателя оплаты корма птицепродукцией.

В соответствии с полученными данными биохимический анализ сыворотки крови птицы контрольной и опытной группы показал отсутствие нарушения работы внутренних органов и обмена веществ, так как все изученные показатели находились в пределах физиологической нормы для цыплят-бройлеров. Установлена динамика к увеличению уровня глюкозы во второй группе на 3,8 % относительно контроля ((9,57 ± 0,24) ммоль/л). Уровень мочевины у цыплят опытной группы достоверно увеличился на 1,9 % в сравнении с контролем ((3,17 ± 0,07) ммоль/л). Концентрация кальция в обеих группах была одинаковая – 2,20 ммоль/л. Отмечена тенденция к увеличению уровня фосфора в сыворотке крови птицы второй (опытной) группы на 8,5 % ((2,17 ± 0,12) ммоль/л) по сравнению с первой (контрольной) группой. Так как концентрация данного макроэлемента в организме птицы во многом обусловлена условиями содержания и кормления, вероятно, данный факт можно связать с наличием в рационе опытной группы адсорбирующего комплекса. Полученные нами данные согласуются с исследованиями ученых А.П. Косяк и В.А. Медведским [33].

По завершении научного эксперимента был проведен контрольный убой 6 голов из каждой группы для изучения развития внутренних органов птицы и выявления возможных патологий (табл. 2).

Таблица 2

Развитие внутренних органов цыплят-бройлеров (M ± m, n = 6)
Development of internal organs of broiler chickens (M ± m, n = 6)

Показатель	Группа	
	I контрольная	II опытная
Масса непотрошенной тушки, г	2061,7 ± 16,24	2057,7 ± 28,64
Сердце, г	11,0 ± 0,86	9,5 ± 0,51
% к массе непотрошенной тушки	0,5 ± 0,04	0,5 ± 0,03
печень, г	43,9 ± 2,07	38,2 ± 2,34
% к массе непотрошенной тушки	2,1 ± 0,09	1,8 ± 0,10
железистый желудок, г	7,6 ± 0,66	8,6 ± 0,27
% к массе непотрошенной тушки	0,4 ± 0,03	0,4 ± 0,01
мышечный желудок, г	31,0 ± 1,11	35,0 ± 1,09*
% к массе непотрошенной тушки	1,5 ± 0,06	1,7 ± 0,04*
кишечник, г	117,9 ± 5,43	112,7 ± 3,07
% к массе непотрошенной тушки	5,7 ± 0,28	5,5 ± 0,15

*P < 0,05.

В ходе контрольного убоя не было выявлено патологий внутренних органов, и они развивались в пределах нормы для данного вида и возраста птицы. Относительная масса печени во второй группе опыта недостоверно снизилась относительно контроля на 0,28 %. Установлена тенденция к увеличению массы железистого желудка птицы опытной группы на 13,16 % в сравнении с контрольным показателем.

При использовании 2,0 % кормовой добавки с пивной дробинкой (КД 1) и 10,0 % (КД 2) во второй группе опыта следует отметить статистически значимую разницу по массе мышечного желудка по отношению к контролю: на 12,9 % больше ($P < 0,05$). Также масса мышечного желудка относительно массы непотрошенной тушки во второй группе достоверно превосходила контроль на 0,2 % ($P < 0,05$). Однако данный показатель

находился в пределах физиологической нормы для данного вида птицы.

Следует отметить тенденцию к снижению массы кишечника относительно контроля во второй группе опыта, получавшей КД 1 и КД 2, на 4,5 %. Относительная масса кишечника к непотрошенной тушке также имела тенденцию к снижению на 0,2 % в сравнении с контрольными аналогами.

Заключение. Полученные данные в ходе научного эксперимента позволяют судить о том, что скормливание изучаемых кормовых добавок на основе преобразованной пивной дробинки в составе полнорационных комбикормов для цыплят-бройлеров кросса Arbor Acres не оказывает отрицательного влияния на основные зоотехнические показатели и развитие внутренних органов птицы.

Список источников

1. Kleyn F.J., Ciacciariello C. Future demands of the poultry industry: will we meet our commitments sustainably in developed and developing economies // *Worlds Poult. Sci. J.* 2021. № 77. P. 267–278.
2. Van Dijk M., Morley T., Rau M.L., et al. A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050 // *Nat. Food.* 2021. № 2. P. 494–501.
3. Hafez H.M., Attia Y.A. Challenges to the poultry industry: current perspectives and strategic future after the COVID-19 outbreak // *Front. Vet. Sci.* 2020. № 7. P. 516.
4. Gr̃zinic G., Piotrowicz-Cieslak A., Klimkowicz-Pawlas A., et al. Intensive poultry farming: a review of the impact on the environment and human health // *Science of The Total Environment.* 2022. Vol. 858, Part 3. Art. 160014.
5. Giannenas I., Bonos E., Anestis V., et al. Effects of protease addition and replacement of soybean meal by corn gluten meal on the growth of broilers and on the environmental performances of a broiler production system in Greece // *PLoS One.* 2017. N 12. P. e0169511.
6. Коломиец С.Н., Егорова М.А. Эффективность применения нетрадиционных кормовых добавок из морских водорослей в кормлении бройлеров кросса КОББ-500 // *Агрозоотехника.* 2020. Т. 3. № 4.
7. Anastasia K.T., Anderson N.M., Colin A.De C. et al. Comparative impact of partial replacement of soybean meal with select specialty protein ingredients in broiler chicken starter feeding program on growth, organ, intestinal, plasma, and litter attributes to 49 days of age. 2025. Vol. 104, N 9. Art. 105408.
8. Селина Т., Ядрищенская Т., Шпынова С., и др. Сорго сахарное для бройлеров // *Животноводство России.* 2022. № 10. С. 11–12.
9. Omede A.A., Iji P.A. Response of broiler chickens to processed soy protein product when offered at different inclusion levels in mash or crumbled prestarter diets // *Journal of Applied Poultry Research.* 2018. Vol. 27, is. 2. P. 159–171.
10. Andika A., Perdana T., Chaerani D., et al. Transitioning towards zero waste in the agri-food supply chain: a review of sustainable circular agri-food supply chain // *Sustainable Futures.* 2025. Vol. 10: Art. 100917.
11. Kadhim M.J., Ulsagheer M.K. Single and combined effect of plant extracts (*Ocimum sanctum* and *Silybum marianum*) on growth performance of broilers // *Journal of Animal Health and Production.* 2025. N 13. P. 118–123.

12. Koni T.N.I., Paga A., Asrul J.A., et al. Growth performance of java super chickens fed fermented rice bran during the starter phase // *Journal of Animal Health and Production*. 2025. № 13. P. 149–153.
13. FAO. 2020. Environmental performance of feed additives in livestock supply chains – Guidelines for assessment – Version 1. Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership (FAO LEAP). Rome. DOI: 10.4060/ca9744en.
14. Mariutti L.R.B., Rebelo K.S., Bisconsin-Junior A., et al. The use of alternative food sources to improve health and guarantee access and food intake // *Food Research International*. 2021. Vol. 149. Art. 110709.
15. Папуниди Э.К., Смоленцев С.Ю., Степанова Г.С., и др. Влияние биологически активной добавки на основе экстракта амаранта на мясную продуктивность цыплят-бройлеров // *Вестник Марийского государственного университета. Серия: «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки»*. 2020. Т. 6, № 3. С. 304–311.
16. Miranda D.J.A., Vieira S.L., Favero A., et al. Performance and meat production of broiler chickens fed diets formulated at different crude protein levels supplemented or not with L-valine and L-isoleucine // *Animal Feed Science and Technology*. 2015. Vol. 206. P. 39–47.
17. Kandel M., Toghyani M., Macelline S. P., et al. The impact of soybean meal and field peas inclusion on growth performance, carcass traits and nutrient digestibilities in broiler chickens offered wheat-based diets // *Animal Nutrition*. 2025. Vol. 22. P. 113–126.
18. Саматова А.А., Макаева А.Р., Муртазина З. Д., и др. Исследование питательной ценности и безопасности кормов, произведенных из отходов спиртовых производств // *Ветеринарный врач*. 2021. № 2. С. 50–54.
19. Фоменко И.А., Керимова Г.М. Биоконверсия растительных отходов в кормовые и пищевые дрожжевые препараты // *Новые технологии*. 2022. Т. 18, № 1. С. 78–85.
20. Митрофанова И.А., Аликина Т.А., Чепуштанова О.В. Нетрадиционные источники кормления сельскохозяйственной птицы // *Молодежь и наука*. 2024. № 3.
21. Агаркова Н.В. Кукурузный экстракт в кормлении цыплят-бройлеров. В сб.: VI Международная научно-практическая конференция «Форум молодых исследователей». Пенза, 2023. С. 66–68.
22. Siddique S., Grassauer F., Arulnathan V., et al. A review of life cycle impacts of different pathways for converting food waste into livestock feed // *Sustainable Production and Consumption*. 2024. Vol. 46. P. 310–323.
23. Chen Y., Xu W., Zhan L., et al. Geoenvironmental issues in high-food-waste-content municipal solid waste landfills // *Journal of the Indian Institute Science*. 2021. N 101. P. 603–623.
24. Sun X., Dou Z., Shurson G.C. Bioprocessing to upcycle agro-industrial and food wastes into high-nutritional value animal feed for sustainable food and agriculture systems. Bioprocessing to upcycle agro-industrial and food wastes into high-nutritional value animal feed for sustainable food and agriculture systems // *Resources, conservation and Recycling*. 2024. Vol. 201.
25. Калоев Б. Обогащаем рацион кукурузной бардой // *Животноводство России*. 2019. Т. S3. С. 24–25.
26. Калоев Б., Чертков Г. Сухая барда и Фидбест VGPro: оптимизируем затраты // *Животноводство России*. 2018. № 12. С. 16–17.
27. VerBeek Z.K., DeLeon C., Kerr B.J., et al. Amino acid and energy digestibility of conventional corn dried distillers grains with solubles, high protein distillers dried grains, and corn fermented protein, and impacts on turkey poult growth performance and intestinal characteristics // *Poultry Science*. 2024. Vol. 103, is. 10. P. 104082.
28. Битиева И.А., Шабанова И.А., Бритаев Б.Б., и др. Влияние пивной дробины на продуктивные показатели цыплят-бройлеров кросса «Росс-308» // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2024. Т. 61, № 2. С. 54–61.
29. Битиева И.А., Шабанова И.А., Бритаев Б.Б., и др. Использование пивной дробины в кормлении яичных кур // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2024. Т. 61, № 1. С. 60–67.
30. Дзагуров Б.А., Калоев С.А. Гранулированная сухая зерновая барда с бентонитом в рационах кормления кур-несушек // *Известия Горского государственного аграрного университета*. 2020. Т. 57, № 1. С. 37–43.

31. Разумовская Е. С. Оценка качества и безопасности минеральных добавок из ракушки морской кормовой в рационе сельскохозяйственной птицы // Инновации и продовольственная безопасность. 2022. № 4. С. 131–137.
32. Резниченко Л.В., Резниченко А.А., Мусиенко В.В. Новые биологически активные добавки в бройлерном птицеводстве // Актуальные вопросы сельскохозяйственной биологии. 2020. № 3. С. 28–33.
33. Косяк А.П. Морфологические показатели крови цыплят-бройлеров при включении в рацион адсорбента кормового «Сорбовит» В сб.: 103-й Международная научно-практическая конференция студентов и магистрантов «Студенты – науке и практике АПК». Витебск: ВГАВМ, 2018. Ч. 1. С. 237–239.

References

1. Kleyn FJ, Ciacciariello M. Future demands of the poultry industry: will we meet our commitments sustainably in developed and developing economies? *J. World's Poult. Sci.* 2021;77:267-278. DOI: 10.1080/00439339.2021.1904314.
2. Van Dijk M, Morley T, Rau ML, Saghai Y. A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050. *Nat. Food.* 2021;2:494-501. DOI: 10.1038/s43016-021-00322-9.
3. Hafez HM, Attia YA. Challenges to the poultry industry: current perspectives and strategic future after the COVID-19 outbreak. *Front. Vet. Sci.* 2020;7:516. DOI: 10.3389/fvets.2020.00516.
4. Gr'zini'c G, Piotrowicz-Cie'slak A, Klimkowicz-Pawlas A, et al. Intensive poultry farming: a review of the impact on the environment and human health. *Science of The Total Environment.* 2022;858(part 3):160014. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.160014.
5. Giannenas I, Bonos E, Anestis V, et al. Effects of protease addition and replacement of soybean meal by corn gluten meal on the growth of broilers and on the environmental performances of a broiler production system in Greece. *PLoS One.* 2017;12 (1):e0169511. DOI:10.1371/journal.pone.0169511.
6. Kolomiets SN, Egorova MA. Effectiveness of using unconventional algae feed additive in feeding broilers of cross Cobb 500. *Agricultural and Livestock Technology.* 2020;3(4). (In Russ.). DOI: 10.15838/alt.2020.3.4.2 URL: http://azt-journal.ru/article/28757?_lang=en.
7. Tsementzis AK, Maina AN, De Cloet CA, et al. Comparative impact of partial replacement of soybean meal with select specialty protein ingredients in broiler chicken starter feeding program on growth, organ, intestinal, plasma, and litter attributes to 49 days of age. *Poultry Science.* 2025;104(9):105408. doi:10.1016/j.psj.2025.105408.
8. Selina T, YAdrishchenskaya T, SHpynova S et al. Sorgo saharное dlya brojlerov. *Zhivotnovodstvo Rossii.* 2022;10:11-12. (In Russ.). DOI: 10.25701/ZZR.2022.09.09.009.
9. Omede AA, Iji PA. Response of broiler chickens to processed soy protein product when offered at different inclusion levels in mash or crumbled prestarter diets. *Journal of Applied Poultry Research.* 2018;27(is. 2):159-171. DOI: 10.3382/japr/px048.
10. Andika A, Perdana T, Chaerani D. et al. Transitioning towards zero waste in the agri-food supply chain: a review of sustainable circular agri-food supply chain. *Sustainable Futures.* 2025;10. DOI: 10.1016/j.sft.2025.100917.
11. Kadhim MJ, Ulsagheer MK. Single and combined effect of plant extracts (*Ocimum sanctum* and *Silybum marianum*) on growth performance of broilers. *Journal of Animal Health and Production.* 2025;13:118-123. DOI: 10.17582/journal.jahp/2025/13.1.118.123.
12. Koni TNI, Paga A, Asrul A, et al. Growth Performance of Java Super Chickens Fed Fermented Rice Bran during the Starter Phase. *Journal of animal health and production.* DOI: 10.17582/journal.jahp/2025/13.1.149.153.
13. FAO. 2020. Environmental performance of feed additives in livestock supply chains – Guidelines for assessment – Version 1. Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership (FAO LEAP). Rome. DOI: 10.4060/ca9744en.

14. Mariutti LRB, Rebelo KS, Bisconsin-Junior A, et al. The use of alternative food sources to improve health and guarantee access and food intake. *Food Research International*. 2021;149: 110709. DOI: 10.1016/j.foodres.2021.110709.
15. Papunidi EK, Smolencev SYU, Stepanova GS, et al Vliyanie biologicheskii aktivnoj dobavki na osnove ekstrakta amaranta na myasnuyu produktivnost' cyplyat-brojlerov. Vestnik of the Mari state university. Chapter "Agriculture. Economics". 2020;6(3):304-311. (In Russ.). DOI: 10.30914/2411-9687-2020-6-3-304-310.
16. Miranda DJA, Vieira SL, Favero A et al. Performance and meat production of broiler chickens fed diets formulated at different crude protein levels supplemented or not with L-valine and L-isoleucine. *Animal Feed Science and Technology*. 2015;206:39-47. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2015.04.018.
17. Kandel M, Toghiani M, Macelline SP, et al. The impact of soybean meal and field peas inclusion on growth performance, carcass traits and nutrient digestibilities in broiler chickens offered wheat-based diets. *Animal Nutrition*. 2025;22:113-126. DOI: 10.1016/j.aninu.2025.03.011.
18. Samatova AA, Makaeva AR, Murtazina ZD, et al. Issledovanie pitatel'noj cennosti i bezopasnosti kormov, proizvedennyh iz othodov spirtovyh proizvodstv. *Veterinarnyj vrach*. 2021;2:50-55. DOI: 10.33632/1998-698H.2021-2-50-55. (In Russ.).
19. Fomenko IA, Kerimova GM. Biokonversiya rastitel'nyh othodov v kormovye i pishchevye drozhzhevy preparaty. *Novye tekhnologii*. 2022;18(1):78-85. DOI: 10.47370/2072-0920-2022-18-1-78-85. (In Russ.).
20. Mitrofanova IA, Alikina TA, Chepushtanova OV. Netradicionnye istochniki kormleniya sel'skohozyajstvennoj pticy. *Molodezh' i nauka*. 2024(3). (In Russ).
21. Agarkova N.V. Kukuruznyj ekstrakt v kormlenii cyplyat-brojlerov. V sb.: VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Forum molodyh issledovatelej». Penza, 2023. S. 66–68. (In Russ).
22. Siddique S, Grassauer F, Arulnathan V, et al. A review of life cycle impacts of different pathways for converting food waste into livestock feed. *Sustainable Production and Consumption*. 2024;46:310-323. DOI: 10.1016/j.spc.2024.02.023.
23. Chen Y, Xu W, Zhan L, et al. Geoenvironmental issues in high-food-waste-content municipal solid waste landfills *Journal of the Indian Institute Science*. 2021;101 (4):603-623. DOI: 10.1007/s41745-021-00233-5.
24. Sun X, Dou Z, Shurson GC. Bioprocessing to upcycle agro-industrial and food wastes into high-nutritional value animal feed for sustainable food and agriculture systems. Bioprocessing to upcycle agro-industrial and food wastes into high-nutritional value animal feed for sustainable food and agriculture systems. *Resources, conservation and Recycling*. 2024;201. DOI: 10.1016/j.resconrec.2023.107325.
25. Kaloev B. Obogashchaem racion kukuruznoj bardoj. *Zhivotnovodstvo Rossii*. 2019;S3:24-25. (In Russ).
26. Kaloev B, Chertkoev G. Suhaya barda i Fidbest VGPro: optimiziruem zatraty. *Zhivotnovodstvo Rossii*. 2018;12:16-17. (In Russ.).
27. VerBeek ZK, DeLeon C, Kerr BJ et al. Amino acid and energy digestibility of conventional corn dried distillers grains with solubles, high protein distillers dried grains, and corn fermented protein, and impacts on turkey poult growth performance and intestinal characteristics. *Poultry Science*. 2024;103(is. 10):104082. DOI: 10.1016/j.psj.2024.104082.
28. Bitieva IA, SHabanova IA, Britaev BB, et al. Vliyanie pivnoj drobiny na produktivnye pokazateli cyplyat-brojlerov krossa «Ross-308». *Proceedings of Gorsky state agrarian university*. 2024;61(2):54-61. DOI: 10.54258/20701047_2024_61_2_54. (In Russ.).
29. Bitieva IA, SHabanova IA, Britaev BB, et al. Ispol'zovanie pivnoj drobiny v kormlenii yaichnyh kur // *Proceedings of Gorsky state agrarian university*. 2024;61(1):60-67. DOI: 10.54258/20701047_2024_61_1_60. (In Russ.).
30. Dzagurov BA, Kaloev SA. Granulirovannaya suhaya zernovaya barda s bentonitom v racionah kormleniya kur-nesushek. *Proceedings of Gorsky state agrarian university*. 2020;57(1):37-43. (In Russ.).

31. Razumovskaya ES. Assessment of the quality and safety of mineral additives from seafood shells in the diet of poultry. *Innovations and Food Safety*. 2022;4:131-137. (In Russ.). DOI: 10.31677/2311-0651-2022-38-4-131-137.
32. Reznichenko LV, Reznichenko AA, Musienko VV. Novye biologicheski-aktivnye dobavki v brojlerom pticevodstve. *Actual issues in agricultural biology*. 2020;3:28-33. (In Russ.).
33. Kosyak A.P. Morfologicheskie pokazateli krovi cyplyat-brojlerov pri vklyuchenii v racion ad-sorbenta kormovogo «Sorbovit» V sb.: 103-j Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskayaj konferen-ciya studentov i magistrantov «Studenty – nauke i praktike APK». Vitebsk: VGAVM, 2018. Ch. 1. S. 237–239.

Статья принята к публикации 13.01.2026 / The article accepted for publication 13.01.2026.

Информация об авторах:

Андрей Анатольевич Свистунов, ведущий научный сотрудник отдела кормления и физиологии сельскохозяйственных животных, кандидат сельскохозяйственных наук

Артем Борисович Власов, старший научный сотрудник отдела кормления и физиологии сельскохозяйственных животных, кандидат сельскохозяйственных наук

Александра Александровна Данилова, научный сотрудник отдела кормления и физиологии сельскохозяйственных животных, кандидат сельскохозяйственных наук

Наталья Денисовна Лабутина, научный сотрудник отдела кормления и физиологии сельскохозяйственных животных, кандидат сельскохозяйственных наук

Наталья Васильевна Агаркова, научный сотрудник отдела технологии животноводства

Information about the authors:

Andrey Anatolyevich Svistunov, Leading Researcher with Assigned Responsibilities for Managing the Department of Feeding and Physiology of Farm Animals, Candidate of Agricultural Sciences

Artem Borisovich Vlasov, Senior Researcher at the Department of Feeding and Physiology of Farm Animals, Candidate of Agricultural Sciences

Alexandra Alexandrovna Danilova, Researcher at the Department of Feeding and Physiology of Farm Animals, Candidate of Agricultural Sciences

Natalia Denisovna Labutina, Researcher at the Department of Feeding and Physiology of Farm Animals, Candidate of Agricultural Sciences

Natalia Vasilievna Agarkova, Researcher at the Department of Animal Husbandry Technology

