

Вадим ПОБЕДИНСКИЙ

*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь,
e-mail: agreconst@mail.belpak.by*

УДК 636.085-027.22

<https://doi.org/10.29235/1818-9806-2026-3-84-96>

Потенциал развития промышленного производства готовых кормов для сельскохозяйственных животных

На основании проведенного исследования определены ключевые направления инновационного развития промышленного кормопроизводства Республики Беларусь: выпуск кормов с функциональной направленностью воздействия; предоставление услуг в области кормления с использованием цифровых технологий; разработка и применение кормовых добавок для улучшения здоровья кишечника животных и повышения эффективности кормов; поиск резервов при использовании местных источников сырья и создание новых; внедрение современных технологий, связанных с процессом производства продукции, управлением различными аспектами деятельности и цифровизацией; сертификация производителей кормов; повышение уровня материально-технического и методического обеспечения испытательных лабораторий; научные исследования и инновации.

Ключевые слова: эффективность использования питательных веществ, кормовые добавки, точное кормление, цифровые услуги в области кормления, инновационные технологии в кормопроизводстве, качество и безопасность кормов и ингредиентов.

Vadim POBEDINSKIY

*Institute of System Researches in the Agroindustrial Complex
of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: agreconst@mail.belpak.by*

Potential for the development of industrial production of finished animal feed

Based on the conducted research, key areas for the innovative development of industrial feed production in the Republic of Belarus were identified: the production of functionally oriented feed; the provision of feeding services using digital technologies; the development and use of feed additives to improve animal gut health and increase feed efficiency; the search for reserves using local raw materials and the creation of new ones; the implementation of modern technologies related to the production process, management of various aspects of activity, and digitalization; certification of feed manufacturers; improving the level of logistical and methodological support for testing laboratories; scientific research and innovation.

Keywords: nutrient efficiency, feed additives, precision feeding, digital feeding services, innovative feed production technologies, feed and ingredient quality and safety.

© Побединский В., 2026

Введение

В развитии животноводства и, следовательно, в обеспечении продовольственной безопасности Республики Беларусь промышленное кормопроизводство играет ключевую роль.

С учетом быстрого технологического роста внедрение инновационных решений является необходимым условием повышения его эффективности и конкурентоустойчивости.

В данной связи становятся актуальными изучение мировой практики применения передовых наукоемких методов кормопроизводства, современных подходов к кормлению и выработка направлений совершенствования этой деятельности в Республике Беларусь.

Основная часть

По результатам изучения передовой мировой практики и ознакомления с тематикой научных исследований можно констатировать, что потенциал развития производства готовых кормов для сельскохозяйственных животных связан с современными подходами к кормлению, основанными на физиологии, метаболизме и целях управления здоровьем и продуктивностью [1–14].

Так, дальнейшее повышение эффективности использования питательных веществ сопряжено с научными исследованиями и применением цифровых технологий на всех уровнях агропродовольственной цепочки. В данной связи важным является развитие и внедрение систем точного кормления, предусматривающих составление индивидуальных рационов, адаптированных к потребностям каждого животного.

Выполненный нами анализ мирового опыта свидетельствует, что крупнейшие в мире производители в настоящее время не просто реализуют корма, а являются поставщиками комплексных научно-технических решений [15–18]. Их конкурентное преимущество – не столько цена, сколько уровень предоставляемых услуг (эффективная цифровая платформа; комплексные цифровые продукты и консультации; решения для снижения экологического следа и др.), что позволяет поддерживать высокий барьер входа на рынок и делает их ключевыми игроками в глобальной продовольственной системе.

На основании этого нами предложены следующие актуальные пути инновационного развития промышленного кормопроизводства Республики Беларусь (см. таблицу).

В таблице кратко представлены сферы, составляющие данное производство и относящиеся к ним инновации. Далее по тексту раскрыто содержание указанных сфер и изложена суть инноваций.

1. Производство кормов с функциональной направленностью воздействия в рамках следующих целей:

точное обеспечение физиологических потребностей в энергии, белках, жирах, витаминах и минералах для исключения дефицита веществ и поддержания жизнедеятельности (вводятся витаминно-минеральные премиксы, аминокислоты);

Потенциал инновационного развития производства кормов для сельскохозяйственных животных

Корма	Услуги	Кормовые добавки	Сырьевые ресурсы	Технологии	Сертификация	Оснащение лабораторий	Научные исследования
Обеспечение физиологические потребности	Анализ содержания питательных веществ в кормах	Биотики	Бобовые культуры (люпин, горох и др.)	Экструзия	НАССР	NIR-анализаторы (ближняя инфракрасная спектроскопия)	Новые инструменты контроля и модели оценки кормов
Для повышения продуктивности	Управление рисками, связанными с микотоксинами	Ферменты	Побочные продукты переработки сахарной свеклы	Защитный протеин	ISO 22000 (корма для животных)	In vivo, In situ	Модели животных и их реакции на состав кормов
Влияющие на генетическую экспрессию, метаболизм	Оценка здоровья животных для корректировки составов кормов	Органические кислоты	Побочные продукты пищевых производств	Биотехнологии	FSSC 22000 Animal Feed (корма для животных)	In vitro	Обеспечение индивидуального и «точного» кормления
Для профилактического питания	Цифровые продукты по расчету рационов (рецептов)	Аминокислоты	Бывшие продукты питания	Генная инженерия	GMP +	Анализаторы аминокислот	Взаимосвязь питательных веществ с микробиотой и иммунной системой
Для лечебного питания	Цифровые продукты для расчета и снижения воздействия кормов на окружающую среду	Растительные продукты (экстракты, эфирные масла и др.)	Белок кормовой биомасса (продуктов аминокислот)	BigData (оптимизация операционных процессов)	FAMI QS	Ультра-высокоэффективная жидкостная хроматография для определения витаминов	Разработка индикаторов для оценки состояния животных и стратегий кормления

Органические	Цифровые продукты для расчета эффективности выращивания животных	Антиоксиданты	Трепел, сапропель	AI и машинное обучение	EFISC (European Feed Ingredients Safety Certification)	Метод масс-спектрометрии с индукционно связанной плазмой для определения микроэлементов	Влияние обработки кормов на здоровье кишечника
Устойчивые	Цифровые платформы по кормлению и управлению фермой	Кормовые добавки с использованием трепела	Водоросли	IoT, автоматизация и роботизация	Organic Certification	Цифровая ППР-детекция для определения ГМ-фрагментов стековых линий	Разработка альтернативных источников белка
С несколькими направлениями воздействия	Образовательные программы по кормлению	Кормовые добавки из сапропеля	Белок из насекомых	Блокчейн (прослеживаемость цепочек поставок)	ASC (Aquaculture Stewardship Council)	Комплексное исследование качества жиров	Исследования сырья, требующего обработки

П р и м е ч а н и е. Составлена по результатам собственных исследований.

повышение продуктивности животных и качества продукции (энергетические концентраты, протеиновые добавки, ферменты и др.);

влияние на генетическую экспрессию, метаболические пути, антиоксидантную защиту (аминокислоты (метионин, лизин), витамины (B2, B6, B12), холин, фолат, антиоксиданты и др.);

профилактическое питание – укрепление иммунитета, снижение риска заболеваний, адаптация к стрессам (биологически активные добавки: пробиотики, бета-глюканы, полифенолы и др.);

лечебное питание (вводятся высокодозированные добавки: пребиотики, пробиотики, антиоксиданты и др.);

органические корма (без применения ГМО, стимуляторов роста, ионизирующего излучения для обработки (кормов или сырья); с ограниченным использованием кормовых добавок и соответствующие иным установленным требованиям) [19];

устойчивые корма (произведенные с минимальным воздействием на окружающую среду);

корма, сочетающие несколько из указанных выше направлений воздействия одновременно (например, обеспечение физиологических потребностей, повышение продуктивности и профилактическое питание).

2. Оказание услуг (комплексных научно-технических решений) в области кормления с использованием цифровых технологий:

предоставление точной информации о фактическом содержании питательных веществ в ингредиентах и кормах (сырой протеин, общее и усваиваемое количество аминокислот, метаболизируемая энергия, общий и фитатный фосфор и др.) с подключением к соответствующей базе данных и сервисам, основанным на технологии ближней инфракрасной спектроскопии (NIR);

разработка доступных через цифровую платформу комплексных решений для управления рисками, связанными с микотоксинами в кормах (оценка уровня риска и предоставление практически применимых аналитических данных и индивидуальных рекомендаций по деактиваторам микотоксинов);

оценка здоровья животных с помощью сенсоров и алгоритмов на базе искусственного интеллекта (от анализа микробиома до мониторинга физиологических параметров) для оперативной корректировки состава кормов;

цифровые продукты по расчету рационов, предоставляющие возможность: получать и использовать данные лабораторного анализа кормов; разрабатывать «модель животного» (живая масса, продуктивность, качество продукции и др.); учитывать технологические параметры, влияющие на потребление корма и его перевариваемость (например, температура и влажность окружающей среды); вводить в программу физические характеристики кормов (влажность и гигроскопичность, гранулометрический состав, плотность и др.);

цифровые продукты, позволяющие делать расчет экономической эффективности выращивания животных в зависимости от вариантов используемых

в кормлении ингредиентов и с учетом актуальных цен (доход на единицу продукции, голову скота, единицу затраченного корма);

мобильные приложения (платформы) для объединения информации о продуктивности, здоровье и условиях содержания животных, составе кормов из нескольких программных продуктов в единую комплексную систему, позволяющую принимать точные решения по кормам и методам управления фермой;

цифровые продукты для расчета и снижения воздействия кормов на окружающую среду за счет выбора оптимальной стратегии по закупке ингредиентов;

образовательные проекты и онлайн-конференции по программам кормления и выращивания животных, расчету рационов, использованию комбикормов, премиксов, кормовых добавок и др.

3. Применение кормовых добавок, которые улучшают здоровье животных и повышают эффективность использования корма, таких как:

биотики (пробиотики, пребиотики, симбиотики, постбиотики, параббиотики и др.) – обладают регулируемыми, защитными и активирующими свойствами в отношении микробиоты. Их использование является эффективным способом поддержания здоровья желудочно-кишечного тракта, иммунной системы и общего состояния здоровья скота;

ферменты – используются в кормах для повышения их питательной ценности за счет увеличения эффективности пищеварения. Также они уменьшают влияние антипитательных факторов, способствуют снижению вязкости в пищеварительном тракте. Распространенными кормовыми ферментами являются фитазы, ксиланазы и β -глюканызы (целлюлазы). В настоящее время расширяется применение маннаназа, α -галактозидаз, пектиназ, амилаз и протеаз. Основными потребителями ферментов являются птицеводство и свиноводство, вместе с тем в ближайшее время ожидается рост использования в животноводстве (жвачные животные) и аквакультуре;

органические кислоты – обладают антимикробной активностью, снижают кислотность в корме и желудочно-кишечном тракте, повышают активность протеолитических ферментов, улучшают секрецию поджелудочной железы, стимулируют активность пищеварительных ферментов, подавляют распространение патогенных микроорганизмов, способствуют росту полезных бактерий и повышают усвояемость питательных веществ. Наиболее часто в качестве кормовых добавок используются молочная, муравьиная и пропионовая кислоты. Рекомендуется применять смеси таких веществ для достижения синергетического эффекта;

аминокислоты (метионин, валин, лизин, триптофан, треонин, аргинин и др.) – имеют важное значение для производства животноводческой продукции (мяса, молока и яиц). Они позволяют использовать в кормах меньше высокобелкового сырья (например, соевого шрота). При этом отмечается повышение продуктивности животных, улучшение их здоровья с одновременным сокращением производственных затрат, а также снижение воздействия на окружающую среду;

ароматические растения и продукты, полученные из них (экстракты, масла холодного отжима, эфирные масла) – обладают многофункциональными свойствами (фактор роста, стимулятор пищеварения, иммуномодулятор, антимикробное, антиоксидантное, противовоспалительное, антистрессовое воздействие и др.). Использование растительных продуктов в кормах для животных возросло в связи с запретом антибиотиков;

антиоксиданты – вещества, которые увеличивают период хранения корма, защищая его от порчи, обусловленной окислением (прогоркание жиров, изменение цвета);

кормовые добавки с использованием трепела (обладает адсорбционными свойствами – способностью вывода из организма микотоксинов и солей тяжелых металлов, поглощения радионуклидов, содержит макроэлементы (кальций, фосфор, магний, натрий, калий) и микроэлементы (медь, цинк, железо, марганец, кобальт). Трепел может включаться в состав комплексных кормовых добавок, комбикормов и премиксов [20];

кормовые добавки из сапропеля (обладает адсорбционными и бактериологическими свойствами, является источником макро- и микроэлементов, гуминовых и фульвовых кислот) – используются при производстве комбикормовой продукции и предназначены для стимулирования иммунной системы сельскохозяйственных животных (крупного рогатого скота и свиней) [21].

4. Поиск резервов при использовании местных источников сырья и создание новых. Можно выделить:

бобовые культуры (люпин, горох и др.) – богаты протеином, являются потенциально важным фактором снижения импорта белкового сырья;

побочные продукты переработки сахарной свеклы (меласса и жом сушеный) – ценные углеводные корма, вместе с тем эти сырьевые ресурсы в значительных объемах поставляются на экспорт и недостаточно используются отечественным промышленным кормопроизводством;

побочные продукты мукомольного, спиртового, солодового, пивоваренного, аминокислотного производств (отруби, дробина, барда, пшеничный продукт);

бывшие продукты питания, использование которых связано с концепцией циркулярного кормопроизводства, – требуют специальной обработки для обеспечения безопасности и оптимизации извлечения питательных веществ;

белок кормовой (биомасса продуцентов кормовых аминокислот, дрожжи и др.) – может использоваться в качестве добавки в корма, особенно для аквакультуры и птицы. Некоторые микроорганизмы способны использовать отходы ряда производств в качестве субстратов для ферментации и превращать их в высококачественный белок;

трепел, сапропель – являются местными источниками сырья. Могут в значительных объемах использоваться при производстве комплексных кормовых добавок, которые обладают мощными адсорбционными свойствами. Кроме того, они продлевают срок хранения кормов и кормовых материалов, защищая их от повреждений, вызываемых окислением;

водоросли – имеют быстрый потенциал роста, низкое воздействие на окружающую среду, не требуют использования пахотных земель, богаты питательными веществами и биологически активными соединениями, а некоторые – белками и липидами, содержат незаменимые аминокислоты;

корм на основе насекомых – характеризуется высоким содержанием белка и его усвояемостью. Насекомые являются естественными редуцентами и могут выращиваться на биоотходах и органических побочных продуктах, тем самым способствуя развитию экономики замкнутого цикла за счет преобразования отходов в богатые питательными веществами ресурсы (белки, жиры и некоторые минералы). Кроме того, разведение насекомых требует значительно меньше земли и воды и приводит к меньшему выбросу парниковых газов. Энтомопротеин рекомендуется в качестве альтернативы соевой и рыбной муке в кормах для рыбы, свиней и птицы.

5. Использование инновационных технологий в кормопроизводстве, включая процессы обработки кормов и ингредиентов, а также управление качеством, безопасностью и эффективностью их производства и применения, цифровые технологии:

экструзия (обработка корма при высокой температуре и давлении) – повышает усвояемость питательных веществ, разрушает антипитательные факторы, улучшает структуру корма и его поедаемость [22, 23];

технология защиты протеина – предусматривает снижение его доступности для микробов рубца жвачных животных, сохранив при этом максимальную усвояемость для ферментов тонкого кишечника. Существует три основных метода защиты протеина: физический (обработка температурой или давлением), химический (реагенты, оболочки) и комбинированный, сочетающий оба подхода [24];

биотехнологии – направлены на повышение питательности, улучшение усвояемости, замену традиционных ингредиентов и включают следующие направления: ферментация сырья и кормов, в том числе твердофазная; изготовление ферментных добавок; производство биотиков (пробиотиков, пребиотиков и др.); биосинтез белковых ингредиентов; биоконверсия отходов в корма и др. [25];

генная инженерия (повышение питательности и устойчивости кормовых культур, создание отечественных штаммов-продуцентов аминокислот и др.);

цифровые инструменты – преобразуют управление кормлением и питание животных. Интернет вещей, датчики и искусственный интеллект позволяют точно отслеживать потребление корма, рост животных и параметры их здоровья. Анализ больших данных помогает оптимизировать стратегии кормления, повышать производительность и прогнозировать заболевания. Технология блокчейн улучшает прослеживаемость и прозрачность в цепочке поставок кормов и ингредиентов, что является ключевым фактором для обеспечения их безопасности. Указанные технологии ориентированы на совместимость, создавая цифровую экосистему. По мере развития этих технологий доступность будет иметь решающее значение.

6. Сертификация производителей кормов (официальное подтверждение, что предприятие соответствует установленным нормативным, техническим и управленческим стандартам на всех этапах производства: от закупки сырья до реализации готовой продукции). Наиболее распространенные в мире стандарты:

НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) – система управления безопасностью пищевых продуктов, которая предназначена для выявления, оценки, контроля и управления рисками на всех этапах производства, хранения и реализации;

ISO 22000 (International Organization for Standardization) – международный стандарт в области пищевой безопасности (базируется на принципах НАССР и гармонизирован с требованиями ISO 9001);

FSSC 22000 (Food Safety System Certification) – включает требования стандарта ISO 22000 к системам менеджмента безопасности пищевых продуктов, требования отраслевой программы предварительных условий, а также дополнительные требования FSSC;

GMP+ (Good Manufacturing Practice Plus) – включает принципы надлежащей производственной практики (GMP) и НАССР. Это международная система сертификации, обеспечивающая безопасность кормов и кормовых ингредиентов на всех этапах цепочки поставок. Применяется для гарантии качества и прослеживаемости продукции, снижая риски биологического, химического и физического загрязнения. Обеспечивает доступ на глобальные рынки, в первую очередь в страны Евросоюза [26];

FAMI-QS (Feed Additives and PreMixtures Quality System) – система безопасности и качества кормовых добавок и премиксов [27];

EFISC (European Feed Ingredients Safety Certification) – Европейский стандарт безопасности кормов и пищевых ингредиентов [28];

ASC (Aquaculture Stewardship Council) – сертификат подтверждает, что продукция произведена с соблюдением стандартов устойчивого развития, включая защиту окружающей среды и соблюдение прав работников [29];

Organic Certification – подтверждает, что корма произведены без использования ГМО, из сертифицированного органического сырья, при выполнении иных установленных к производству органической продукции требований.

7. Точные исследования качества и безопасности кормов и ингредиентов (оснащение лабораторий инновационным оборудованием и методами исследований) [30–32]:

использование ближней инфракрасной спектроскопии (NIR) для оценки различных параметров – имеет следующие преимущества: быстрота анализа (несколько минут, что позволяет контролировать качество ингредиентов и кормов на всех этапах производства и оперативно вносить необходимые коррективы), широкий спектр применения (определение содержания белка, жиров, клетчатки и многих других питательных веществ), экономичность (не требует сложной подготовки образцов, предполагает минимальное использование реагентов),

точность (полученные результаты сопоставимы с традиционными химическими методами), автоматизация (возможность интеграции с другими подобными системами контроля качества), экологичность (отсутствие химических реактивов снижает негативное воздействие на окружающую среду);

методы *in vivo* для оценки кормов (исследования проводятся на животных) – позволяют изучить переваримость, усвоение питательных веществ и общую эффективность. Основаны на анализе разницы между количеством питательных веществ, потребленных с кормом, и количеством питательных веществ, выделенных с навозом и мочой. Методы *in situ* предполагают использование образцов, которые помещаются в рубец животных для оценки истинной переваримости корма;

методы *in vitro* для оценки кормов (лабораторные методы, использующие модели, которые имитируют условия желудочно-кишечного тракта животных) – позволяют изучать переваримость и усвояемость питательных веществ без живых организмов;

анализаторы аминокислот – приборы для исследования содержания аминокислот в кормах, субстанциях и премиксах;

ультра-высокоэффективная жидкостная хроматография – для определения витаминов в кормах, субстанциях и кормовых добавках;

исследование сырья и комбикормов на микроэлементы с применением масс-спектрометрии с индукционно связанной плазмой (метод помогает контролировать качество премиксов);

использование цифровой ПЦР-детекции для определения количественного содержания ГМ-фрагментов стековых линий;

комплексное исследование жиров с разделением на глицерин и жирные кислоты, определением жирнокислотного профиля и соотношения жирных кислот – на основании результатов производители кормов могут принять эффективные решения о вводе антиоксидантов. В сырых жирах (в растительных маслах и животных жирах) кроме традиционных показателей (перекисное и кислотное число) также следует определять современные параметры (альдегидное число, концентрация ТБК-активных продуктов, уровень малонового диальдегида, наличие неомыляемых примесей, анизидиновое число, индекс стабильности жиров и масел).

8. Научные исследования и инновации:

новые инструменты контроля, модели оценки кормов, основанные на более точном анализе поступления энергии и питательных веществ из кормов животным, а также их потребности в энергии и питательных веществах;

модели животных и симуляция их реакций на корма с различным составом и содержанием питательных веществ, включая динамику и кинетику пищеварения и метаболизма;

обеспечение индивидуального (точного) кормления – изучение возможности доставки необходимых питательных веществ в нужный момент конкретным

животным в зависимости от их физиологических характеристик, стадии развития и продуктивности, с учетом их генетического потенциала;

разработка инновационных методов измерения в отношении здоровья кишечника и иммунитета, а также соответствующего использования наукоемких продуктов и состава кормов (раскрытие сложных взаимосвязей между питательными веществами, стрессовыми факторами и микробиотой в желудочно-кишечном тракте и иммунной системой);

создание и внедрение быстрых индикаторов и датчиков для отслеживания состояния здоровья животных и их групп для разработки соответствующих индивидуальных стратегий кормления;

влияние обработки кормов на здоровье кишечника (измельчение, гранулирование и др.);

изучение и разработка альтернативных источников белка (насекомые, водоросли) и новых белковых культур, включая адаптированные семена сои, а также новые технологии извлечения белка;

исследования доступных ресурсов сырья, которым необходима дополнительная технологическая обработка для соответствия требованиям безопасности кормов (например, продукты питания, которые больше не предназначены для пищевого использования).

Заключение

Изложенные пути инновационного развития промышленного кормопроизводства охватывают все его аспекты – от проведения научных исследований и внедрения современных технологий до выпуска инновационных кормовых добавок и готовых кормов с функциональной направленностью воздействия.

В Республике Беларусь разработка и внедрение указанных инноваций имеет существенные резервы для роста. Определенную положительную динамику развития показывают в основном следующие направления: выпуск кормов для обеспечения физиологической потребности животных в питательных веществах и для повышения продуктивности; производство и использование аминокислот.

Так, некоторые направления развиваются недостаточно и требуют значительной интенсификации: производство кормов лечебно-профилактического назначения; выпуск и применение биотиков, ферментов, органических кислот; использование бобовых культур и побочных продуктов перерабатывающих производств; экструдирование кормов, развитие потенциала биотехнологий; сертификация НАССР; оснащение лабораторий NIR-анализаторами, современными приборами и внедрение методов определения аминокислот, витаминов, микроэлементов; оценка кормов методами *in vivo*, *in situ* и др.

В числе актуальных инноваций для внедрения и развития в Республике Беларусь целесообразно выделить следующие направления:

разработка и предоставление услуг в цифровом формате с учетом мирового опыта;

активное использование современных цифровых технологий (BigData, AI, IoT, блокчейн) для управления кормлением и питанием животных;

сертификация (ISO 22000, GMP+);

внедрение методов *in vitro* для оценки кормов и др.

В данной связи, опираясь на мировую практику, важно констатировать, что научные исследования и применение цифровых технологий с большой вероятностью будут определять дальнейшее развитие отрасли промышленного кормопроизводства с соответствующим внедрением систем точного кормления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Strategic Research & Innovation Agenda // FEFAC. – URL: <https://fefac.eu/priorities/animal-nutrition-innovation/strategic-research-innovation-agenda> (date of access: 08.02.2026).

2. Meeting Global Feed Protein Demand: Challenge, Opportunity, and Strategy / S. W. Kim, J. F. Less, L. Wang [et al.] // National Library of Medicine. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30418803> (date of access: 08.02.2026).

3. Kırkpınar, F. Current Situation, Future Goals, and Strategies of the Global Feed and Feed Additives Industries / F. Kırkpınar, Z. Açıkgöz, E. Niyonshuti // IntechOpen. – URL: <https://www.intechopen.com/chapters/1214140> (date of access: 08.02.2026).

4. Heat stress: physiology of acclimation and adaptation / R. J. Collier, L. H. Baumgard, R. B. Zimbelman, Y. Xiao // Animal Frontiers. – 2019. – Vol. 9, iss. 1. – P. 12–19. <https://doi.org/10.1093/af/vfy031>.

5. Time for a Paradigm Shift in Animal Nutrition Metabolic Pathway: Dietary Inclusion of Organic Acids on the Production Parameters, Nutrient Digestibility, And Meat Quality Traits of Swine and Broilers / D. Rathnayake, H. S. Mun, M. A. Dilawar [et al.] // Life. – 2021. – Vol. 11, iss. 6. <https://doi.org/10.3390/life11060476>.

6. Immunomodulation in poultry / D. Das, A. K. Roul, S. Muduli [et al.] // The Pharma Innovation Journal. – 2020. – Vol. 9, iss. 9. – P. 467–472. <https://doi.org/10.22271/tpi.2020.v9.i9g.5167>.

7. Advancements in Animal Nutrition an Insights from Veterinary Science / G. Prabakar, L. Arun, P. Kumaravel [et al.] // Uttar Pradesh Journal of Zoology. – 2024. – Vol. 45, iss. 16. – P. 139–145. <https://doi.org/10.56557/upjz/2024/v45i164294>.

8. Optimizing animal nutrition and sustainability through precision feeding: A mini review of emerging strategies and technologies / C. Sonea, R. A. Gheorghe-Irimia, D. Tapaloaga [et al.] // Annals of “Valahia” University of Târgoviște. Agriculture. – 2023. – Vol. 15, iss. 2. – P. 7–11. <https://doi.org/10.2478/agr-2023-0011>.

9. Animal Nutrition Innovation // Cargill. – URL: <https://www.cargill.com/animal-nutrition/innovation> (date of access: 08.02.2026).

10. Our Solutions // Alltech. – URL: <https://www.alltech.com/our-solutions> (date of access: 08.02.2026).

11. Discover Trouw Nutrition’s research facilities around the globe // Trouw Nutrition. – URL: <https://www.trouwnutrition.com/en/science-innovation/research-facilities> (date of access: 08.02.2026).

12. In Science we trust // Adisseo. – URL: <https://www.adisseo.com/eu/research-and-innovation> (date of access: 08.02.2026).

13. Next Generation Thinking in Animal Nutrition // ADM. – URL: <https://www.adm.com/en-us/products-services/animal-nutrition> (date of access: 08.02.2026).

14. Haid Research Institute // Haid Group. – URL: <https://www.haid.com.cn/en/DevelopmentTechnology/index.aspx> (date of access: 08.02.2026).

15. NutriOpt digital solutions and services // Trouw Nutrition. – URL: <https://www.trouwnutrition.com/en/solution/brands/NutriOpt/services-solutions> (date of access: 08.02.2026).

16. Animal Nutrition Services // ADM. – URL: <https://www.adm.com/en-us/products-services/animal-nutrition/solutions/services> (date of access: 08.02.2026).

17. Precision nutrition for measurable impact // Alltech. – URL: <https://www.alltech.com/our-solutions> (date of access: 08.02.2026).
18. Digital Nutrition // Cargill. – URL: <https://www.cargill.com/animal-nutrition/innovation/digital-nutrition> (date of access: 08.02.2026).
19. Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on organic production and labelling of organic products and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007 // EUR-Lex. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/848/oj/eng> (date of access: 08.02.2026).
20. Козинец, А. И. Трепел в качестве наполнителя ферментных кормовых добавок / А. И. Козинец // Зоотехническая наука Беларуси. – 2021. – Т. 56, № 1. – С. 209–218. – URL: https://zootech.bel.by/jour/article/view/1625?locale=ru_RU (дата обращения: 08.02.2026).
21. Сапропель нового месторождения в кормлении коров / Д. М. Богданович, Т. Л. Сапсалева, А. М. Глинкова [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – Т. 57, № 1. – С. 159–167. <https://doi.org/10.47612/0134-9732-2022-57-1-159-167>.
22. Романович, А. А. Экструдированные зерновые корма, применяемые для кормления животных / А. А. Романович, А. Д. Бычко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2019. – № 52. – С. 177–180. – URL: https://mechel.bel.by/jour/article/view/589?locale=ru_RU (дата обращения: 08.02.2026).
23. Экструдированные корма как способ увеличения рентабельности животноводства // Агровестник. – URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/ekstrudirovannye-korma-kak-sposob-uvlecheniya-rentabelnosti-zhivotnovodstva.html> (дата обращения: 08.02.2026).
24. Погосян, Д. Г. Влияние «Защищённого» протеина кормовых бобов на показатели молочной продуктивности коров / Д. Г. Погосян, В. В. Ляшенко // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 1. – С. 42–48. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-zaschisyonnogo-proteina-kormovyh-bobov-na-pokazateli-molochnoy-produktivnosti-korov> (дата обращения: 08.02.2026).
25. Куликов, Д. С. Аспекты ферментативной модификации растительных белков / Д. С. Куликов, А. А. Королёв // Пищевые системы. – 2025. – Т. 8, № 1. – С. 22–28. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2025-8-1-22-28>.
26. Сертификат GMP+ – стандарт производства кормов и кормовых ингредиентов // Сапсан. – URL: <https://fsapsan.ru/glossary/sertifikat-gmp-standart-proizvodstva-kormov-i-kormovyh-ingredientov> (дата обращения: 08.02.2026).
27. Scheme Documents // FAMI-QS. – URL: <https://fami-qs.org/scheme-documents> (date of access: 08.02.2026).
28. European Feed and Food Ingredient Safety Certification: [website] // EFISC-GTP. – URL: <https://www.efisc-gtp.eu> (date of access: 08.02.2026).
29. Our ASC Certification Programmes // ASC. – URL: <https://asc-aqua.org/producers/asc-standards> (date of access: 08.02.2026).
30. НИЦ «Черкизово»: Экспертиза как основа передовых производств // Комбикорма. – 2017. – № 1. – С. 63–67. – URL: https://kombi-korma.ru/sites/default/files/2/01_17/01_2017_063-067.pdf (дата обращения: 08.02.2026).
31. Alltech IFM // Alltech. – URL: <https://www.alltech.com/our-services/alltech-ifm> (date of access: 08.02.2026).
32. Научный центр питания животных и экспертизы кормов «МегаМикс» // Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина. – URL: <https://mgavm.ru/nauchnyu-tsentr-pitaniya-zhivotnykh-i-ekspertizy-kormov-megamiks> (дата обращения: 08.02.2026).

Поступила в редакцию 12.02.2026

Сведения об авторе

Побединский Вадим Петрович – старший научный сотрудник сектора кооперации, соискатель ученой степени кандидата экономических наук

Information about the author

Pobedinskiy Vadim Petrovich – Senior Researcher of the Cooperation Sector, Applicant for an Academic Degree of Candidate of Economic Sciences