

Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 3. С. 267-293.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2026. Vol. 109. No. 3. P. 267-293.

Обзорная статья
УДК 636.5:577.15
doi: 10.33284/2658-3135-109-3-267

Мультиферментный комплекс «Натузим» в кормлении мясной птицы

Артур Николаевич Ильяшенко¹

¹Bioproton Europe Oy, Москва, Россия

¹arturbio@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6755-5180>

Аннотация. В настоящее время в России и во всем мире ферментные препараты активно применяют в кормлении птицы. Их включение в рационы способствует повышению эффективности использования питательных веществ и позволяет достичь высоких показателей продуктивности при меньших затратах. Это особенно актуально, когда речь идет о цыплятах, пищеварительная система которых находится в стадии формирования и не может справиться с перевариванием клетчатки, фитатов, растительного протеина и крахмала. Идеальным средством для решения этой проблемы являются мультиферментные комплексы. Благодаря разнообразию энзимных активностей, они оказывают комплексное воздействие на корма, что позволяет извлечь максимальное количество энергии, питательных и минеральных веществ, необходимых для быстрого роста развивающегося цыпленка. Натузим – мультиферментная добавка, действие которой хорошо изучено на мясной птице, особенно на цыплятах-бройлерах, в различных аспектах выращивания, таких как кормление, здоровье, качество мясной продукции и экономика производства.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормление, мультиферментный комплекс, Натузим, фермент

Для цитирования: Ильяшенко А.Н. Мультиферментный комплекс «Натузим» в кормлении мясной птицы (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2026. Т. 109. № 3. С. 267-293. [Ilyashenko AN. The multi-enzyme complex Natuzyme in feeding meat poultry (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(3):267-293. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-3-267>

Review article

The multi-enzyme complex Natuzyme in feeding meat poultry

Arthur N Ilyashenko¹

¹Bioproton Europe Oy, Moscow, Russia

¹arturbio@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6755-5180>

Abstract. Today, in Russia and around the world, enzyme preparations are actively used in poultry feeding. Their inclusion in diets helps to increase the efficiency of the use of nutrients and allows them to achieve high productivity at lower cost. This is especially true when it comes to chickens, whose digestive system is in the process of formation and cannot cope with the digestion of fiber, phytates, vegetable protein and starch. The ideal solution to this problem is multi-enzyme complexes. Due to the variety of enzyme activities, they have a complex effect on feed, which allows you to extract the maximum amount of energy, nutrients and minerals necessary for the rapid growth of a developing chick. Natuzyme is a multi-enzyme additive, the effect of which has been well studied in poultry meat, especially broiler chickens, in various aspects of cultivation, such as feeding, health, quality of meat products and production economics.

Keywords: broiler chickens, feeding, multi-enzyme complex, Natuzyme, enzyme

For citation: Ilyashenko AN. The multi-enzyme complex Natuzyme in feeding meat poultry (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2026;109(3):267-293. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-109-3-267>

Введение.

Постоянное увеличение стоимости кормов является серьезной проблемой для птицеводства в развивающихся странах, где на их долю в структуре себестоимости продукции приходится 50-70 % (Widiarta PGD et al., 2024; Cai Y et al., 2026). Использование побочных продуктов агропромышленного комплекса в качестве кормовых ингредиентов является важной стратегией снижения стоимости кормов и позволяет повысить резервы экологически чистых кормов для птицеводства (Ababor S et al., 2023; Sugiharto S and Nuengjamnong C, 2025).

В настоящее время большинство рационов для домашней птицы в России основано на зерновых, содержит шроты из масличных культур и может быть дополнено побочными продуктами переработки растительного сырья и нетрадиционными кормами. Эти ингредиенты естественным образом содержат множество антипитательных веществ, таких как пентозаны – в пшенице, β-глюканы – в ячмене и фитиновая кислота, которая содержится во всех растительных кормах. Такие соединения не могут быть переварены животными с однокамерным желудком. Из-за отсутствия или недостаточности секреции эндогенных ферментов, они препятствуют полноценному усвоению других питательных веществ в рационе и оказывают негативное влияние на метаболизм, рост и здоровье птицы (Nte IJ et al., 2023).

Применение ферментов в кормлении птицы способствует разрушению антипитательных веществ, содержащиеся в корме и повышает эффективность использования плохо перевариваемых субстратов, таких как некрахмалистые полисахариды (НПС), фитаты, крахмал и растительный белок, которые, по сути, являются источниками энергии, аминокислот, микро- и макроэлементов. Таким образом, их разрушение способствует повышению питательной ценности рационов, улучшает показатели продуктивности, эффективности использования кормов, снижает загрязнение окружающей среды за счет уменьшения содержания питательных веществ в помете и позволяет использовать ингредиенты, которые птица по своей природе не в состоянии эффективно переварить (Bedford MR and Apajalahti JH, 2022; Ko H et al., 2021; Walker H et al., 2024).

При использовании ферментов в кормлении следует помнить, что в обычных рационах домашней птицы энзимы пищеварительной системы обеспечивают нормальный гидролиз пищевых белков, углеводов и жиров, поэтому действие добавок может иметь слабозаметный эффект. Необходимость их использования относится прежде всего к комбикормам, которые состоят из большого количества ячменя, пшеницы, подсолнечника, рисовых отрубей, овсяных зерен и других растительных компонентов, с которыми не может справиться пищеварительная система птицы (Sureshkumar S et al., 2023; Bedford MR et al., 2023).

Важным аспектом применения ферментов в кормлении является то, что они узко специфичны – каждый энзим катализирует в основном только определенную химическую реакцию или, в крайнем случае, группу реакций одного типа, что определяет их выбор в зависимости от состава комбикорма. Включение β-маннаназы, ксиланазы и β-глюканазы значительно улучшает показатели роста птицы при добавлении в рационы с высоким содержанием пшеничных отрубей, соевого и рапсового шрота (Kim E et al., 2025). Применение экзогенных гликаназ (ксиланаз и глюканаз) эффективно при использовании рационов для цыплят-бройлеров (ЦБ) на основе пшеницы и ячменя. Протеаза и фитаза позволяют лучше использовать сырой протеин (СП), они повышают эффективность использования целого ряда аминокислот, прежде всего незаменимых. Для многих ферментных добавок изучена их эквивалентность по отношению к питательным веществам корма и созданы матрицы учета их влияния на усвояемость в организме птицы (Selle PH et al., 2023; Moss AF et al., 2026).

Еще в начале промышленного использования этих добавок в кормлении было обнаружено, что сочетание энзимов разного типа дает лучший результат (Attia YA et al., 2022; Alshelmani MI et al., 2024; Walker H et al., 2024). В большинстве случаев ферменты не препятствуют работе друг друга, что позволяет производителям добавок создавать различные формулы «ферментных коктейлей». Эффективность таких препаратов зависит от многих факторов, таких как уровень питательных веществ в рационе, тип используемого сырья, формула препарата, генетическая предрасполо-

женность и возраст птицы. Проблемы совместимости могут возникнуть при добавлении в смесь протеазы, которая способна разрушать не только протеины, но и другие ферменты, присутствующие в составе комбикорма. Чтобы избежать антагонистического действия между энзимами различного типа, компания Bioproton совместно с Университетом Квинсленда (Австралия) разработала собственные рекомбинантные штаммы-продуценты, которые производят ферменты, «неконфликтующие» между собой. В 1993 году началось производство мультиферментных комплексов (МФК) под брендом Natuzyme®, известным под российским названием как Натузим.

За 30 с лишним лет существования добавки ее состав претерпел ряд изменений, однако концепция и базовый принцип работы остались неизменными: Натузим – комплексная кормовая добавка на основе ферментов трех подклассов: гликозидазы, фосфатазы и протеазы. Она предназначена для повышения переваримости питательных веществ в рационах сельскохозяйственных животных, в том числе птиц. Натузим производится на двух заводах – в Австралии ("Bioproton PTY LTD", APVMA Approval №50142/20/0607, 38/41 Station Road, Sunnybank, QLD 4109, Brisbane, Australia) и в Финляндии ("Bioproton Europe Oy", Rapulankatu 2, 20780 Kaarina, Finland) и используется в кормлении птицы в более 50 странах мира. В связи с этим в научной литературе встречаются разные варианты названий добавки, такие как, «Natuzyme plus®» (Emadinia A et al, 2014), «Natuzyme-р» (Malakzadegan A et al., 2012), и набора регламентируемых (заявленных в инструкции) ферментов в их составе.

В Российской Федерации Natuzyme® зарегистрирован под названиями Натузим (Австралия) и Натузим Е (Финляндия). В данной работе все перечисленные названия будут сведены к единому – Натузим, с дополнительным обозначением концентрированной версии.

За последние 15 лет было опубликовано более 40 научно-практических статей с результатами исследований эффективности использования МФК Натузим в кормлении мясной птицы: цыплят-бройлеров (Taheri H and Shirzadegan K, 2017; Muremera CN et al., 2022), индеек (Доника И.В. и др., 2022а,б), гусят (Глецерук И.Р. и др., 2016) и перепелов (Bandforouzi KS et al., 2019).

Цель исследования.

Обобщение материала об изучении влияния мультиферментного комплекса Натузим на различные аспекты выращивания мясной птицы.

Материалы и методы исследования.

Анализ и обработка данных научных исследований за период с 2009 по 2025 гг., опубликованных в доступных информационных базах (Scopus, PubMed, Elibrary, CyberLeninka и др.).

Результаты исследования и их обсуждение.

Общие характеристики мультиферментного комплекса Натузим. Натузим – кормовая добавка для повышения перевариваемости питательных веществ комбикормов на основе злаковых и бобовых культур и улучшения конверсии низкокалорийных рационов для сельскохозяйственной птицы.

По внешнему виду кормовая добавка Натузим представляет собой белый с серым оттенком микрогранулированный порошок. Ферменты защищены оболочкой из карбоната кальция по аналогии с лекарственными препаратами в форме таблеток. Согласно инструкциям, препарат совместим со всеми ингредиентами корма, лекарственными средствами и другими кормовыми добавками. Натузим не содержит генно-инженерно-модифицированных продуктов и организмов, растворяется в воде, за исключением компонентов носителя. Продукцию птицеводства, после применения кормовой добавки Натузим можно использовать в пищевых целях без ограничений (Доника И.В. и др., 2022б).

В состав добавки в зависимости от места производства входят высушенные экстракты грибов (Seifi S, 2013; Ильяшенко А.Н., 2022), бактерий (Ahiwe EU et al., 2025; Janmohammadi H et al., 2023) и листьев папайи (Ильяшенко А.Н., 2024) (табл. 1).

Таблица 1. Особенности состава кормовой добавки Натузим (Натузим Е)
Table 1. Features of the composition of the Natuzyme (Natuzyme E)

Фермент / <i>Enzyme</i>	Натузим (Австралия) / <i>Natuzyme (Australia)</i>		Натузим Е (Финляндия) / <i>Natuzyme E (Finland)</i>	
	активность, не менее / <i>Activity,</i> <i>at least</i>	производитель / <i>Producer</i>	активность, не менее / <i>Activity,</i> <i>at least</i>	производитель / <i>Producer</i>
Ксиланаза / <i>Xylanase</i>	500 ед./г / 500 U/g	<i>Trichoderma longibrachiatum</i> (CBS 529.94)	10 000 ед./г / 10,000 U/g	<i>Trichoderma reesei</i> RF5703
Целлюлаза / <i>Cellulase</i>	200 ед./г / 200 U/g		-	-
Фитаза / <i>Phytase</i>	900 ед./г / 900 U/g		1 500 ед./г / 1,500 U/g	<i>Aspergillus niger</i> WFKDN -I(phy)
β -глюканаза / <i>β-glucanase</i>	200 ед./г / 200 U/g	<i>Bacillus subtilis</i> (CAS no. 9000-90-2)	700 ед./г / 700 U/g	<i>Trichoderma reesei</i> RF8055
Протеаза / <i>Protease</i>	700 ед./г / 700 U/g	<i>Aspergillus niger</i> (CBS 114.98)	700 ед./г / 700 U/g	экстракт папайи <i>Carica papaya</i>
α -амилаза / <i>α-amylase</i>	400 ед./г / 400 U/g		400 ед./г / 700 U/g	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> AE-BAA

Как следует из таблицы 1, в составе препарата Натузим финского производства отсутствует целлюлаза, но увеличена концентрация ксиланазы и фитазы.

За счет сочетания ферментов, отвечающих за разрушение компонентов клеточной стенки растений (ксиланаза, целлюлаза, β -глюканаза), увеличивается доступ фитазы, α -амилазы и протеазы к внутриклеточным субстратам. Наличие последней также необходимо для дополнительного высвобождения аминокислот, участвующих в их транспортировке к тканям-мишеням микро- и макроэлементов.

Стандартная, рекомендованная производителем, дозировка МФК Натузим для птицы составляет 350 г/т корма. Однако в практике кормления ее ввод может быть как снижен, так и увеличен, в зависимости от особенностей сырья в составе рациона.

Актуальность применения мультиферментного комплекса Натузим в кормлении мясной птицы. Ферментные добавки повышают усвояемость сложных молекул, особенно у молодых животных, у которых недостаточно развит ферментативный профиль кишечника (Sureshkumar S et al., 2023). Именно поэтому в большей части исследований в области использования препарата Натузим в кормлении мясной птицы в качестве объектов использовали цыплят-бройлеров.

В отличие от простых кормовых добавок на основе ферментов, воздействующих только на один тип субстрата, Натузим способен оказывать комплексное воздействие на переваримость компонентов в составе рациона. Это позволяет использовать его в качестве вспомогательного средства при включении в рецептуры комбикормов нетрадиционного сырья, такого как: мука из высушенных незрелых бананов (Rahmawati OM et al., 2023), шрот из листьев моринги (Muremera CN et al., 2022), сафлоровый жмых (Solanke CD et al., 2020), отходы переработки голубинового гороха (Moinuddin R et al., 2020) и земляного ореха бамбара (Tuleun CD et al., 2020), мука из листьев алхорнеи сердцевидной (Oloruntola OD et al., 2016). Это позволяет снизить стоимость комбикормов и оптимизировать процесс производства мяса птицы на предприятиях, обладающих доступом к недорогим низкотратным ингредиентам.

В связи с этим исследования в области применения добавки Натузим в кормлении мясной птицы преследовали 4 основные цели:

1. Оценить возможность эффективного использования в выращивании низко питательных комбикормов с включением нетрадиционного сырья за счет ввода ферментного комплекса Натузим.
2. Выявить влияние на состояние здоровья и продуктивность птицы.
3. Изучить воздействие кормовой добавки Натузим на состояние пищеварительной системы и эффективность использования питательных веществ комбикормов.
4. Определить влияние кормовой добавки Натузим на качество мясной продукции и на экономические показатели ее производства.

Данные исследования охватывают широкую географию и генетическое разнообразие мясных кроссов и представляют научный и практический интерес для совершенствования технологии кормления птицы.

Кормовая добавка Натузим как фактор повышения переваримости комбикормов при использовании нетрадиционного сырья. Кормление оказывает значительное влияние на себестоимость продукции и на качество конечного продукта в птицеводстве. Зачастую включение в рацион альтернативных доступных и недорогих ингредиентов сталкивается с низкой переваримостью таких кормов из-за высокого содержания в них трудноперевариваемых компонентов и антипитательных факторов. Натузим показал свою эффективность при добавлении в такие рационы в соответствии с рекомендуемыми нормами ввода и в супердозах.

Как показывает обзор научной литературы, преобладающее число работ по оценке эффективности использования кормовой добавки Натузим в кормлении мясной птицы преследовало цель изучить возможность включения в корма нетрадиционного сырья путем повышения использования питательных веществ рационов с помощью данного мультиферментного комплекса. В результате была доказана практическая целесообразность использования в комбикормах для цыплят-бройлеров муки из высушенных незрелых бананов, шрота из листьев мoringи, сафлорового жмыха, отходов переработки голубинового гороха, субпродуктов из земляного ореха бамбара, муки из листьев алхорнеи сердцевидной, жмыха из мякоти апельсина и муки из кожуры маниоки. В ряде других работ была показана возможность повышения ввода в комбикорма сырья с высоким содержанием антипитательных факторов - рапсового шрота и пшеничных отрубей.

В мировой практике кормления мясной птицы наиболее подходящей основной рациона является кукуруза, поскольку она одновременно богата энергией и протеином и содержит относительно низкое количество сырой клетчатки (СК). Но постоянно растущие цены и ограниченная доступность кукурузы требуют изучения новых кормовых ресурсов. Полножирная соя и соевый шрот являются наиболее востребованными кормовыми ингредиентами, которые широко используются в качестве источников энергии и растительного белка соответственно. Стоимость этих ингредиентов продолжает показывать динамику роста, поэтому важно изучать возможности снижения их использования за счет увеличения доли более дешевого сырья или ранее не используемых продуктов переработки (Chisoro P et al., 2023; Kırkıncı F, 2025).

Использование ферментов позволяет вводить в рационы птицы больше растительных компонентов с низкой доступностью питательных веществ, таких как ячмень, рожь, пшеничные отруби, тритикале и др. Увеличение доли такого сырья и добавление МФК Натузим значительно повышает концентрацию общего холестерина в крови цыплят-бройлеров ($p < 0,05$). Исследования на животных моделях показали, что высокий уровень холестерина в плазме крови, насыщенных жирных кислот и их повышенное усвоение в тонком кишечнике может быть следствием низкой концентрации пищевых волокон или наличия ферментных добавок в составе рациона (Rostami A et al., 2015).

Большое количество исследований с добавкой Натузим было посвящено вопросам повышения эффективности использования сырья с высоким содержанием трудноперевариваемых компонентов на разных этапах откорма – на старте, росте и финише. Такой подход на практике позволяет оптимизировать затраты на выращивание без снижения показателей продуктивности птицы. В одной из представленных работ ученые наблюдали снижение конверсию корма у цыплят-бройлеров в период использования стартового комбикорма (0-30 дней) на 9,3 % ($P \leq 0,05$) (Tuleun CD et al., 2020) (табл. 2).

Таблица 2. Примеры использования нетрадиционного сырья с добавлением в рационы МФК Натузим без снижения показателей продуктивности

Table 2. Examples of using non-traditional raw materials added to the rations of Natuzyme without reducing productivity indicators

Объект исследования (фаза кормления, возраст) / Object, (feeding phase, age)	Нетрадиционное сырье и балансирующие ингредиенты (+), % / Non-traditional raw materials and balancing ingredients, %	Заменяемые ингредиенты рецепта / Replaceable recipe Ingredients	Влияние замены на показатели питательности рациона / The effect of substitution on nutritional indicators of the diet	Дозировка Натузим / Dosage of Natuzyme	Источник / Source
1	2	3	4	5	6
ЦБ «Кобб 500» (Рост, с 8 по 21 дн.) / BC Cobb 500 (Grower, from 8 to 21 d)	Мука из высушенных незрелых бананов 5 %; соевый шрот +0,5 %; пальмовое масло +0,1 % / Unripe banana flour 5%; soybean meal +0.5%; palm oil +0.1%	Кукуруза 5,6 % / Corn 5.6%	СК -0,04 % / CF -0.04% ОЭ +0,1 ккал/кг / ME +0.1 kcal/kg	500 г/т / 500 g/t	Rahmawati OM et al., 2023
ЦБ «Кобб 500» (Финиш, с 22 по 38 дн.) / BC Cobb 500 (Finisher, from 22 to 38 d)	Мука из высушенных незрелых бананов 5 %; соевый шрот +0,6 %; пальмовое масло +0,1% / Unripe banana flour 5 %; soybean meal +0.5%; palm oil +0.1%	Кукуруза 5,7 % / Corn 5.7%	СК -0,04 % / CF -0.04% ОЭ +0,1 ккал/кг / ME + 0.1 kcal/kg		
ЦБ (Полный цикл) / BC Full cycle	Шрот из листьев моринги 20 % / Moringa leaf meal 20%	Кукуруза 10 %; соевый шрот 10 % / Corn 10%; soybean meal 10%	СП +0,4 % / CP +0.4% СК +1,84 % / CF +1.84% ОЭ -4 ккал/кг / ME -4 kcal/kg	350 г/т* / 350 g/t*	Muremera CN et al., 2022
ЦБ (Престарт) / BC (Prestarter)	Сафлоровый жмых 22,74 %; растительное масло +0,5 %; ди-кальций фосфат +0,4 % / Safflower cake 22.74%; vegetable oil +0.5%; dicalcium phosphate +0.4%	Соевый шрот 21,14 %; кукуруза 2,5 % / Soybean meal 21.14%; corn 2.5%	СП +0,05 % / CP +0.05 % ОЭ -3 ккал/кг / ME -3 kcal/kg	350 г/т / 350 g/t	Solanke CD et al., 2020
ЦБ (Старт) / BC (Starter)	Сафлоровый жмых 20,1 %; растительное масло +0,42 %; ди-кальций фосфат +0,4 % / Safflower cake 20.1 %; vegetable oil +0.42 %; dicalcium phosphate +0.4 %	Соевый шрот 17,7 %; кукуруза 3,22 % / Soybean meal 17.7%; corn 3.22%	СП - 0,02 % / CP +0.02 % ОЭ -2 ккал/кг / ME -2 kcal/kg		

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
ЦБ (Финиш – до 42 дн.) / BC (Finisher up to 42 d)	Сафлоровый жмых 18,1 % растительное масло +0,3 %; дикальций фосфат +0,4 % / Safflower cake 18.1% vegetable oil +0.3%; dicalcium phosphate +0.4%	Соевый шрот 18,65 %; кукуруза 0,55 % / Soybean meal 18.65%; corn 0.55%	СП -0 % / CP -0 % ОЭ -1 ккал/кг / ME -1 kcal/kg		
ЦБ «Венкобб 400Y» (Престарт) / BC «Vencobb 400Y» (Pre-starter)	Отходы переработки голубинового гороха 15 %; растительное масло +1,65 %; дикальций фосфат +0,1 % / Toor dal waste 15%; vegetable oil +1.65%; dicalcium phosphate +0.1%	Кукуруза 13,8%; соевый шрот 2,95 % / Corn 13.8%; soybean meal 2.95%	н/д / n/a	350 г/т / 350 g/t	Moinuddin R et al., 2020
ЦБ «Венкобб» 400Y (Старт) / BC «Vencobb 400Y» (Starter)	Отходы переработки голубинового гороха 15 %; растительное масло +1,76 %; известняк +0,05 % / Toor dal waste 15%; vegetable oil +1.76%; limestone +0.05%	Кукуруза 13,2 %; соевый шрот 3,1 %; дикальций фосфат 0,1 % / Corn 13.2%; soybean meal 3.1%; dicalcium phosphate 0.1%	н/д / n/a		
ЦБ «Венкобб 400Y» (Финиш – до 42 дн.) / BC «Vencobb 400Y» (Finisher up to 42 d)	Отходы переработки голубинового гороха 15 %; растительное масло +1,76 %; дикальций фосфат +0,19 %; известняк +0,15 % / Toor dal waste 15%; vegetable oil +1.76%; dicalcium phosphate +0.19%; limestone +0.15%	Кукуруза 14 %; соевый шрот 3,15 % / Corn 14%; soybean meal 3.15%	н/д / n/a		
ЦБ «Маршалл» (Старт) / BC Marshal (Starter)	Субпродукты из земляного ореха бамбара 30 %; пальмовое масло +2 % / BGO 30%; palm oil +2%	Кукуруза 22,26 %; соевый шрот 4,92 %; арахисовый жмых 4,92 % / Corn 22.26%; soybean meal 4.92%; groundnut cake 4.92%	СК +0,3 % / CF +0.3% ОЭ -27 ккал/кг / ME -27 kcal/kg	250 г/т / 250 g/t	Tuleun CD et al., 2020

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Ц/б «Маршалл» (Рост и финиш) / <i>BC Marshal</i> (<i>Grower and Finisher</i>)	Субпродукты из земляного ореха бамбара 30 %; пальмовое масло +3,5 % / <i>BGO 30%</i> ; <i>palm oil +3.5%</i>	Кукуруза 24,02 %; соевый шрот 4,74 %; арахисовый жмых 4,74 % / <i>Corn 24.02%</i> ; <i>soybean meal 4.74%</i> ; <i>groundnut cake 4.74%</i>	СК +1,81 % / <i>CF +1.81%</i> ОЭ -1 ккал/кг / <i>ME -1 kcal/kg</i>		
ЦБ «Арбор Айкрес» (Старт) / <i>BC Arbor Acres</i> (<i>Start</i>)	Мука из листьев алхорнеи сердцевидной 5 %, кожура маниоки + 1 % / <i>ACLM 5%</i> , <i>cassava peel +1%</i>	Кукуруза 5 % / <i>Corn 5 %</i>	СП +0,42 % / <i>CP +0.42%</i> СК +0,68 % / <i>CF +0.68%</i> ОЭ -2 ккал/кг / <i>ME -2 kcal/kg</i>	350 г/т / 350 g/t	Oloruntola OD et al., 2016
ЦБ «Арбор Айкрес» (Рост и Финиш) / <i>BC Arbor Acres</i> (<i>Grower and Finish</i>)	Мука из листьев алхорнеи сердцевидной 5 % / <i>ACLM 5%</i> ,	Кукуруза 2 %, кожура маниоки 3 % / <i>Corn 2%, cassava peel 3%</i>	СП +0,56 % / <i>CP +0.56%</i> СК +0,12 % / <i>CF +0.12%</i> ОЭ -8 ккал/кг / <i>ME -8 kcal/kg</i>		
ЦБ «Росс-308» (Старт и Финиш) / <i>BC Ross-308</i> (<i>Start and Finish</i>)	Жмых из мякоти апельсина 5 % / <i>Orange pulp meal 5%</i>	Кукуруза 5 % / <i>Corn 5%</i>	СП -0,02 % / <i>CP +0.02%</i> СК +0,12 % / <i>CF +0.12%</i> ОЭ -13,98 ккал/кг / <i>ME -13.98 kcal/kg</i>	500 г/т / 500 g/t	Ahiwe EU et al., 2025
	Жмых из мякоти апельсина 10 % / <i>Orange pulp meal 10%</i>	Кукуруза 10 % / <i>Corn 10%</i>	СП -0,04 % / <i>CP -0.04%</i> СК +0,12 % / <i>CF +0.12%</i> ОЭ -28 ккал/кг / <i>ME -28 kcal/kg</i>		
ЦБ «Росс-308» (Сайед) (Финиш, с 5 по 8 нед.) / <i>BC Ross-308</i> (<i>Sayeed</i>) (<i>Finisher, from 5th to 38th w</i>)	Мука из кожуры маниоки 26 % / <i>CPM 26%</i>	Кукуруза 26 % / <i>Corn 26%</i>	СП -2,86 % / <i>CP -2.86%</i> СК +0,9 % / <i>CF +0.9%</i> ОЭ – 273.5 ккал/кг / <i>ME -273.5 kcal/kg</i>	100 г/т / 100 g/t	Nwosu CI and Igugo RU, 2020

Примечание: во всех опытах, кроме дозировок, отмеченных «*», Натузим добавляли поверх рациона, не учитывая его долю в составе корма и без использования матриц питательности; BGO – bambara groundnut offal; ACLM – alchornea cordifolia leaf meal; CPM – cassava peel meal

Note: in all trials, except for the dosages marked "*", Natuzyme was added on top of the diet, without considering its share in the feed composition and without using nutritional matrices; BGO – bambara groundnut offal; ACLM – alchornea cordifolia leaf meal; CPM – cassava peel meal

Как следует из приведенных в таблице 2 данных, использование МФК Натузим позволяет вводить в рационы птицы больше растительных компонентов с низкой доступностью питательных веществ и с высоким содержанием растительных волокон. Исследования по изучению возможности использования нетрадиционного сырья в кормлении цыплят-бройлеров включали в себя контроль физиологического состояния птицы при посредстве гематологического и биохимического анализа крови. Во всех приведенных в таблице исследованиях они находились в пределах физиологической нормы и не имели достоверных различий с интактным контролем. Что говорит о том, что птица была здорова и не испытывала негативного воздействия со стороны кормовой базы.

Помимо возможности применения нетрадиционного сырья в кормлении мясной птицы, МФК Натузим позволяет использовать традиционные ингредиенты с высоким уровнем содержания антипитательных факторов (АПФ) в предельных, а иногда и сверх допустимых количествах взамен легкоусвояемых компонентов – кукурузы и соевого шрота, без снижения показателей продуктивности мясной птицы (табл. 3).

Таблица 3. Примеры замены ингредиентов рациона на сырьё с высоким содержанием АПФ при добавлении МФК Натузим, без снижения показателей продуктивности
 Table 3. Examples of replacing diet ingredients with raw materials with a high content of ANF when adding Natuzyme, without reducing productivity indicators

Объект исследования (возрастной период) / Object (age period)	Сырьё с высоким содержанием АПФ / Raw materials with a high content of ANF	Заменяемые ингредиенты рациона / Replaceable diet Ingredients	Влияние замены на показатели питательности рациона / Replaceable diet ingredients	Дозировка Натузим / Dosage of Natuzyme	Источник / Source
ЦБ «Росс-308» (1-21 дн.) / BC Ross-308 (1-21 d)	Рапсовый шрот 6,0 % / Canola meal 6.0%	Соевый шрот (СП 46 %) 6 % / Soybean meal (CP 46%) 6%	СП 0 % / CP 0 % СК н/д / CF n/a ОЭ 0 ккал/кг / ME 0 kcal/kg	350 г/т / 350 g/t	Oliaei AH et al., 2016ab
ЦБ «Росс-308» (0-40 дн.) / BC Ross-308 (0-40 d)	Рапсовый шрот 6,0 % / Canola meal 6.0%	Соевый шрот 10 % / Soybean meal 10%	СП 0 % / CP 0 % СК н/д / CF n/a ОЭ 0 ккал/кг / ME 0 kcal/kg	350 г/т / 350 g/t	Sharifi SD et al., 2013
Гусята линдовской породы (42-60 дн.) / Goslings of the Linden breed (42-60 d)	Дерть тритикале 71,3 % / Dirty triticale grain 71.3%	Дерть пшеницы 41,8 %; дерть ячменя 18 %; дерть кукурузы 8 %; шрот подсолнечный 3,5 % / Dirty wheat grain 41.8%; barley grain 18%; corn grain 8%; sunflower meal 3.5%	СП -0,04 % / CP -0.04% СК +1,54 % / CF +1.54% ОЭ -0,02 МДж/кг / ME 0.02 MJ/kg	1 000 г/т / 1,000 g/t	Тлецерук И.Р. и др., 2016

Сравнительный анализ исследований по изучению возможности замены соевого шрота на рапсовый показал, что использование последнего обусловлено возрастными особенностями птицы. До 21 дня цыплята-бройлеры, получавшие 10 % рапсового шрота с добавлением МФК Натузим, росли хуже цыплят из контрольной группы, но эта разница исчезала к концу периода выращивания. Это говорит о потенциале использования 12 % рапсового шрота в комбикормах с 21 дня выращивания при вводе 6 % до наступления этого возраста (Sharifi SD et al., 2013; Oliaei AH et al., 2016ab).

В работе Suhermiyati S и Iriyanti N (2011) было показано, что присутствие в кормах для цыплят-бройлеров 10% НПС может быть полностью нивелировано добавлением МФК Натузим в дозировке 1000 г/т корма. Но при скормливания цыплятам-бройлерам с 1 по 49 день жизни рационов с 15 % пшеничных отрубей и с добавкой Натузим в дозировке наблюдались проблемы с целостностью стенки кишечника (Alabi OO et al., 2017). Это говорит о том, что необходимо соблюдать осторожность при составлении рецептов с такими ингредиентами, чтобы не навредить здоровью птицы.

Зоотехнические, морфологические и физиологические аспекты использования кормовой добавки Натузим в кормлении мясной птицы.

1. Зоотехнические показатели. Прежде всего, следует отметить, что все объекты исследований, задействованные в проведении опытов, были здоровы, о чем свидетельствуют результаты биохимических и гематологических анализов крови, представленные в большинстве работ, посвященных использованию кормовой добавки Натузим в кормлении мясной птицы. В целом все показатели находились в пределах физиологической нормы и не имели достоверных различий относительно интактного контроля (Ahiwe EU et al., 2023; Rostami A et al., 2015; Tuleun CD et al., 2020). Более того, в некоторых исследованиях отмечалось увеличение уровня гемоглобина в крови, что может объясняться следствием усиления метаболизма у цыплят-бройлеров под воздействием работы МФК Натузим на уровне ЖКТ (Sugiharto S et al., 2023). В работе ученых были отмечены линейная и квадратичная зависимости ($p < 0,009$) между увеличением доз МФК Натузим и усилением иммунного ответа у цыплят-бройлеров в возрасте 36 дней (Zaghari M et al., 2008). В другом исследовании выявлено, что применение кормовой добавки способствует повышению уровня лейкоцитов в крови у подопытной птицы ($p < 0,05$), что может свидетельствовать об укреплении ее иммунитета (Sugiharto S et al., 2023).

Негативные эффекты от применения добавки Натузим в кормлении мясной птицы не носили системный характер. В одной из работ у цыплят-бройлеров в опытных группах, где МФК давали в дозировках 1000 и 1500 г/т было обнаружено достоверное снижение массы фабрициевой сумки и накопление абдоминального жира соответственно (Swain BK et al., 2014). Это может быть связано с дисбалансом питательных веществ в рационе, вызванных сверхдозами и, как следствие, возникновением метаболического стресса (Alshelmani MI et al., 2024; de França TP, 2023).

В опытах с использованием традиционного сырья в кормлении мясной птицы МФК Натузим вводили поверх рациона – без учета влияния на питательность рациона. Дозировка ввода добавки в комбикорм варьировалась от 350 до 1500 г/т. Как правило, ее присутствие приводило к увеличению конечной живой массы на 3,87-19,0 % ($p < 0,05$) и снижению коэффициента конверсии корма на 2,3-7,2 % в зависимости от вида/породы/красса мясной птицы и состава рациона. При этом затраты корма могли как снижаться, так и увеличиваться (табл. 4).

Таблица 4. Результативность выращивания мясной птицы при включении в комбикорма МФК Натузим

Table 4. The effectiveness breeding of meat poultry when included Natuzyme into compound feeds

Объект исследований / Research object	Основа рациона / Basis of the diet	Дозировка Натузим / Dosage of Natuzyme	Показатель выращивания (возраст) / Performance (age)	Источник / Source
1	2	3	4	5
ЦБ «Смена-7» / BC Smena-7	Пшеница, ячмень, соевый шрот, подсолнечный шрот / Wheat, barley, soybean meal, sunflower meal	350 г/т / 350 g/t	ЖМ (35 дн.) +3,4 %* / BW (35 d) +3.4%*	Драганов И.Ф. и Рабаданова Г.Ш., 2011б
		500 г/т / 500 g/t	ЖМ (35 дн.) +5,6 % / BW (35 d) +5.6%	
ЦБ «Кобб 500» / BC Cobb 500	Кукуруза, соевый шрот, кукурузный глютен / Corn, soy meal, corn gluten	500 г/т / 500 g/t	ЖМ (42 дн.) +6,2 % / BW (42 d) +6.2%	Sherif KE, 2009
ЦБ «Хоббарт» / BC Hubbard	Кукуруза, соевый шрот, кукурузный глютен / Corn, soy meal, corn gluten	750 г/т / 750 g/t	ЖМ (42 дн.) +4,1 % / BW (42 d) +4.1% ЗК (0-42 дн.) -4,2 % / FI (0-42 d) -4.2% ККК (0-42 дн.) -2,3 % / FCR (0-42 d) -2.3%	Ismail FSA et al., 2011
Перепела породы «Фараон» / Quail Pharaoh	н/д / n/a	350 г/т / 350 g/t	ЖМ♀ (42 дн.) +6,1 % / BW♀ (42 d) +6.1% ЖМ♂ (42 дн.) +19,0 % / BW♂ (42 d) +19.0%	Chudak RA, 2019

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
ЦБ «Арбор Ай-крес» ♂ / BC Arbor Acres ♂	Кукуруза, пшеница, соя или кукуруза, пшеница, соя, рапс / Corn, wheat, soybeans or corn, wheat, soybeans, canola	350 г/т / 350 g/t	ЖМ (22 дн.) +3,87 % / BW (22 d) +3.87% ЗК (0-21 дн.) -11,2 % / FI (0-21 d) -11.2% ЗК (22-42 дн.) +3,9 % / FI (22-42 d) +3.9% ККК (0-42 дн.) -4,0 % / FCR (0-42 d) -4.0%	Sharifi SD et al., 2013
ЦБ «Кобб 500» / BC Cobb 500	Кукуруза, соевый шрот / Corn, soybean meal	350 г/т / 350 g/t	ЖМ (42 дн.) +5,5 % / BW (42 d) +5.5% ЗК (0-42 дн.) +2,7 % / FI (0-42 d) +2.7%	Alefzadeh T et al., 2016
		700 г/т / 700 g/t	ЗК (0-42 дн.) -1,0 % / FI (0-42 d) -1.0%	
ЦБ «Кобб 500» / BC Cobb 500	Кукуруза, соевый шрот / Corn, soybean meal	500 г/т / 500 g/t	ЖМ (35 дн.) +7,3 % / BW (35 d) +7.3% ЗК (0-35 дн.) +9,8 % / FI (0-35 d) +9.8%	Mundida G et al., 2025
ЦБ / BC	Кукуруза, соевый шрот / Corn, soybean meal	500 г/т / 500 g/t	ЖМ (42 дн.) +5,1 % / BW (42 d) +5.1% ЗК (0-42 дн.) -1,2 % / FI (0-42 d) -1.2% ККК (0-42 дн.) -5,9 % / FCR (0-42 d) -5.9%	Swain BK et al., 2014
		1 000 г/т / 1,000 g/t	ЖМ (42 дн.) +7,9 % / BW (42 d) +7.9% ККК (0-42 дн.) -7,2 % / FCR (0-42 d) -7.2%	
		1 500 г/т / 1,500 g/t	ЖМ (42 дн.) +4,8 % / BW (42 d) +4.8% ЗК (0-42 дн.) -1,4 % / FI (0-42 d) -1.4% ККК (0-42 дн.) -5,9 % / FCR (0-42 d) -5.9%	
Индейка «Биг-6» / Turkey Big-6	н/д / n/a	500 г/т / 500 g/t	ЖМ (20 нед.) +10,3 % / BW (20 w) +10.3% ЖМ (21 нед.) +5,6 % / BW (21 w) +5.6% ЖМ (22 нед.) +5,3 % / BW (22 w) +5.3%	Доника И.В. и др., 2022а
ЦБ «Росс-308» / BC Ross-308	Пшеница, кукуруза, соевый шрот, соевый жмых / Wheat, corn, soybean meal, soybean meal	300 г/т / 300 g/t	ЖМ (42 дн.) +8,0 %** / BW (42 d) +8.0%**	Немер В.В.М. и Тарабрин И.В., 2026

Примечание: здесь и далее, все приведенные в таблице цифровые значения имеют достоверную разность по отношению к контролю при $p < 0,05$; * – $p < 0,01$; ** – $p < 0,001$

Note: hereinafter all the numerical values shown in the table have a significant difference with respect to the control at $p < 0.05$; * – $p < 0.01$; ** – $p < 0.001$

Исходя из представленных в таблице 3 данных, можно сделать вывод о том, что оптимальная дозировка МФК Натузим составляет 300-500 г/т. Более высокие уровни ввода не гарантируют улучшения результатов откорма.

В ряде научных работ было показано, что применение МФК Натузим способствовало повышению уровня триглицеридов в крови цыплят-бройлеров. Относительная разность с интактным

контролем к моменту убоя составляла от 23 % до 2-3 раз ($p<0,01$) (Драганов И.Ф. и Рабаданова Г.Ш., 2011б; Taheri H and Shirzadegan K, 2017). Известно, что триглицериды в организме животных выполняют функции источников энергии и пластического материала. В этой связи можно было бы ожидать от цыплят опытных групп более высоких темпов увеличения живой массы, что и констатировалось выше по тексту.

В опытах на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308» было показано, что применение МФК Натузим в дозировке 250 г/т комбикорма с пониженной питательностью на основе кукурузы приводит к снижению однородности стада к 42-дневному возрасту до 80,7 % ($p<0,05$). В то же время в интактном контроле и в опытной группе, где дозировка препарата составляла 350 г/т данный показатель находился на уровне 91,9 % и 91,0 % соответственно (Ahiwe EU et al., 2023).

2. *Морфология кишечника.* Для интерпретации данных таблицы 2, 3 и 4 необходимо разобратся в том, как Натузим влияет на пищеварительные процессы в организме мясной птицы. В этой связи в большинстве работ по изучению действия мультиферментного комплекса фигурируют данные о его влиянии на микроморфологию кишечника, переваримость кормов и усвояемость питательных веществ.

В качестве основных параметров, характеризующих всасывающую способность кишечника, принято выделять толщину и длину ворсинок, глубину крипт и отношение высоты ворсинок к глубине крипт. В ряде научных работ с применением добавки Натузим в кормлении мясной птицы достоверных различий в морфологии тонкого отдела кишечника относительно интактного контроля установлено не было. Однако результаты трех независимых исследований, представленные в таблице 5, свидетельствуют о том, что ввод МФК Натузим в комбикорма для цыплят-бройлеров в дозировке 350-500 г/т может способствовать увеличению всасывающей поверхности 12-перстной, тощей и подвздошной кишки за счет утолщения ворсинок на 11-15,2 % и повышения отношения их высоты (ВВ) к глубине крипт (ГК).

Таблица 5. Влияние кормовой добавки «Натузим на микроморфологию тонкого кишечника
Table 5. The effect of the feed additive Natuzyme on the micromorphology of the small intestine

Объект исследования (возраст) / Object (age)	Дозировка Натузим / Dosage of Natuzyme	Отдел кишечника / Intestinal department	Параметр морфологии кишечника / Intestinal morphology parameter	Источник / Source
ЦБ «Арбор Ай-крес» ♂ (40 дн.) / BC Arbor Acres ♂ (40 d)	350 г/т / 350 g/t	12-ти-перстная кишка / duodenum	Толщина ворсинок +15,2 % / Villus Width +15.2% ВВ:ГК+35,2 % / VH/CD ratio +35.2%	Sharifi SD et al., 2013
		Тощая кишка / jejunum	Толщина ворсинок +19,4 % / Villus Width +19.4%	
		Подвздошная кишка / Ileum	Толщина ворсинок +12,5 % / Villus Width +12.5% Глубина крипт -21,7 % / Crypt depth -21.7% ВВ:ГК +50,2 % / VH/CD ratio +50.2%	
ЦБ «Росс-308» (36 дн.) / BC Ross- 308 (36 d)	500 г/т / 500 g/t	Тощая кишка / jejunum	Толщина ворсинок +11,0 % / Villus Width +11.0%	Taheri H and Shirzadegan K, 2017
ЦБ «Кобб 500» (38 дн.) / BC Cobb 500 (38 d)	500 г/т / 500 g/t	12-типерстная кишка / duode- num	ВВ:ГК+43,5 % / VH/CD ratio +43.5%	Rahmawati OM et al., 2023

Примечание: ВВ – высота ворсинок, ГК – глубина крипт/ Note: VH – villi height; CD - crypt depth

В исследованиях на цыплятах-бройлерах было отмечено достоверное снижение относительной массы кишечника и некоторых его отделов, а также относительное увеличение длины сле-

пых кишок к массе тела на 17,6 % ($p<0,05$) (Taheri H and Shirzadegan K, 2017; Alefzadeh T et al., 2016). В работе Oliaei AH et al. (2016a,b), влияния на перечисленные показатели выявлено не было.

Исследования показали, что Натузим можно эффективно использовать во влажном кормлении цыплят-бройлеров при этом также было установлено, что применение МФК способствует сокращению длины 12-типерстной, тощей и подвздошной кишки (Emadinia A et al., 2014).

Было выявлено, что добавление препарата Натузим в комбикорма для цыплят-бройлеров с преобладанием кукурузы или пшеницы в дозировке 350 г или 500 г на тонну приводит к снижению вязкости химуса на 16 и 26 % ($p<0,05$) соответственно. Обнаруженное наряду с этим снижение pH содержимого железистого желудка и данные об уменьшении вязкости химуса, позволяют говорить об усилении гидролиза НПС за счет использования МФК (Sharifi SD et al, 2013; Taheri H and Shirzadegan K, 2017).

3. *Эффективность пищеварения.* Изучение морфологических характеристик кишечника позволяет оценить влияние кормовой добавки Натузим на возможность кишечника птицы всасывать питательные вещества, но чтобы определить изменение количественной доступности клетчатки, жира и сырого протеина, необходимо проведение балансовых опытов.

Анализ научной литературы показал, что использование низких доз МФК Натузим (250 г/т) в кормах с преобладанием кукурузы и шрота не приводило к достоверному увеличению переваримости химических компонентов корма (Tuleun CD et al., 2020). Это может быть связано с тем, что комбикорма на основе кукурузы и соевого шрота усваиваются в организме цыплят-бройлеров лучше, чем смеси с преобладанием пшеницы и подсолнечного шрота, в которых содержится больше растительных волокон (Chrystal PV et al., 2021; Grigore D-M et al., 2025) (табл. 6).

Таблица 6. Влияние кормовой добавки Натузим на усвояемость химических компонентов рациона для мясной птицы
 Table 6. The effect of Natuzyme on the digestibility of chemical constituents of diets for meat poultry

Объект исследования (возраст) / Object (age)	Химические компоненты / chemical constituents	Дозировка Нату- зим / Dosage of Natuzyme	Увеличение пе- реваримости / Increased digesti- bility	Источник / Source
ЦБ «Смена-7» (21 дн.) / BC Smena-7 (21 d)	Сырая клетчатка / Crude fiber	350 г/т / 350 g/t	+4,7 %	Драганов И.Ф. и Рабаданов Г.Ш., 2011б
ЦБ «Хоббарт» (42 дн.) / BC Hub- bard (42 d)	Сырая клетчатка / Crude fiber	250 г/т / 250 g/t	+15,1 %	Ismail FSA et al., 2011
		500 г/т / 500 g/t	+15,1 %	
		750 г/т / 750 g/t	+16,8%	
ЦБ «Кобб 500» (42 дн.) / BC Cobb 500 (42 d)	Сырой протеин / Crude proteine	500 г/т / 500 g/t	+2,0 %	Sherif KE, 2009
ЦБ (42 дн.) / BC (42 d)	Сырой протеин / Crude proteine	350 г/т / 350 g/t	+2,5 %*	Sultan A et al., 2012
ЦБ «Росс-308» 21 дн.) / BC Ross- 308 (21 d)	Сырой протеин / Crude proteine	350 г/т / 350 g/t	+4,1 %	Oliaei AH et al., 2016ab
ЦБ «Росс-308» (42 дн.) / BC Ross- 308 (42 d)	Сырой протеин / Crude proteine	250 г/т / 250 g/t	+12,0 %	Ahiwe EU et al., 2023
	Сырая клетчатка / Crude fiber		+4,2 %	

Во всех других работах, где проводили балансовые опыты с МФК Натузим было выявлено достоверное увеличение переваримости клетчатки и сырого протеина на 4,2-16,8 % ($p<0,05$) и 2,0-

4,1 % ($p < 0,05$) относительно групп интактного контроля соответственно. При этом Натузим не оказывал влияния на переваримость сырого жира, что согласуется с результатами исследований других ферментных комбинаций в кормлении цыплят-бройлеров (Нечитайло К.С. и Сизова Е.А., 2021).

Косвенно в пользу тезиса о повышении усвояемости сырого протеина и клетчатки под влиянием кормовой добавки Натузим свидетельствуют данные о повышении концентрации общего белка и триглицеридов в сыворотке крови и понижении кислотности химуса подвздошной кишки ($p = 0,05$) у цыплят-бройлеров (Sugiharto S and Nuengjamnong C, 2025; Драганов И.Ф. и Рабаданова Г.Ш., 2011б; Taheri H and Shirzadegan K, 2017). Т. к. это может говорить об усилении гидролиза и интенсификации белкового и энергетического обмена в результате дополнительного расщепления субстратов корма.

Для прогнозирования степени воздействия МФК Натузим на комбикорма в ряде исследований, на основе результатов балансовых опытов, были выведены уравнения регрессии для расчета эквивалентности добавки к ключевым показателям питательности рациона, среди которых обменная энергия, сырой протеин, аминокислоты, микро- и макроэлементы и др. Полученные результаты позволили создать матрицы для расчета рационов с учетом влияния ферментного комплекса Натузим (Zaghari M et al., 2008; Khalaji S et al., 2011; Malakzadegan A et al., 2012).

4. *Разнообразие кишечной микрофлоры.* Результаты исследований на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308» показали, МФК Натузим позволяет улучшить не только морфологию кишечника и повысить усвояемость питательных веществ, но также, в зависимости от дозировки, влияет на микробный профиль. В частности, было установлено, что при вводе добавки в количестве 1000 г/т наблюдается увеличение количества бактерий рода *Barnesiella*, а при дозировке 700 г/т растет численность популяции *Ruminococcus gnavreuii* ($p < 0,05$) (Madigan-Stretton J et al., 2021).

Известно, что повышенная вязкость химуса, связанная с присутствием в нем растворимых НПС, затрудняет переваривание комбикорма у цыплят-бройлеров, снижает усвояемость сырого протеина и создает благоприятные условия для размножения бактерий, а том числе патогенных (Nguyen HT et al., 2022; Salah A et al., 2025). Как было показано ранее, использование МФК Натузим способствует лучшему использованию питательных веществ корма. В свою очередь, дополнительное высвобождение сырого протеина снижает рост патогенных бактерий, для которых он является основным источником питания, а расщепление полисахаридов обеспечивает питанием полезную микрофлору, в частности лактобактерии, популяция которых увеличивается (Qiu K et al., 2023; Li M et al., 2026; Sun X et al., 2025). Этот тезис согласуется с результатами изучения влияния МФК Натузим на содержание лактобактерий и колиформ в подвздошной кишке цыплят-бройлеров (табл. 7).

Таблица 7. Влияние кормовой добавки Натузим на содержание лактобактерий и колиформ в подвздошной кишке цыплят-бройлеров

Table 7. The effect of Natuzyme on the content of Lactobacilli and Coliforms in the ileum of broiler chickens

Объект исследования, возраст / <i>Object, age</i>	Дозировка Натузима / <i>Dosage of Natuzyme</i>	Элемент микрофлоры и его изменение / <i>Element of microflora and its change</i>	Источник / <i>Source</i>
ЦБ «Кобб 500» (42 дн.) / <i>BC Cobb 500 (42 d)</i>	350 г/т / <i>350 g/t</i>	Lactobacillus spp. + 16,9 % E. coli -19,5 %	Alefzadeh T et al., 2016
	700 г/т / <i>700 g/t</i>	E. coli -13,4 %	
ЦБ «Росс-308» (42 дн.) / <i>BC Ross-308 (42 d)</i>	500 г/т / <i>500 g/t</i>	Lactobacillus spp. + 8,0 % E. coli -3,9 %	Taheri H and Shirzadegan K, 2017
ЦБ «Кобб 500» (38 дн.) / <i>BC Cobb 500 (38 d)</i>	500 г/т / <i>500 g/t</i>	Lactobacillus spp. + 62,2 %	Sugiharto S et al., 2023

В исследованиях на цыплятах-бройлерах, которым МФК Натузим вводили в качестве дополнительного фактора переваримости муки из высушенных незрелых бананов (5 % в структуре

рациона), наблюдали дополнительное повышение роста лактобактерий, которые, с одной стороны, получали пребиотические компоненты из нетрадиционного сырья и, с другой стороны, дополнительно были обеспечены продуктами ферментативного расщепления субстратов в составе комбикорма (Rahmawati OM et al., 2023).

5. *Минеральный обмен и скелет.* Современные кроссы мясной птицы обладают высокой скоростью роста. Зачастую это вызывает дисбаланс в росте мышечной массы и костяка и приводит к патологиям опорно-двигательного аппарата. Фитаза, которая входит в состав кормовой добавки Натузим, способствует освобождению микро- и макроэлементов в легкодоступной форме из молекул фитатов (Joudaki H et al., 2023; Rizwanuddin S, 2023; Gocheva Y, 2023). Таким образом добавку можно использовать в качестве алиментарного фактора способствующего интенсификации минерального обмена у птицы и усиливающего процесс минерализации и роста скелета (Иванов А.А. и Ильяшенко А.Н., 2011а).

В работах по изучению влияния МФК Натузим на обмен веществ и продуктивность у цыплят-бройлеров кросса «Смена-7» было обнаружено, что добавка в дозировке 250 и 350 г/т корма влияет на изменение баланса кальция и фосфора за счет расщепления фитатного комплекса корма, что позволяет снизить или исключить применение фосфатов (Драганов И.Ф. и Рабаданова Г.Ш., 2011б). Также было установлено, что при ее использовании в дозировке 350 г/т корма на фоне ввода в рацион активной формы витамина D3 (25-ОН-D3) в дозировке 69 мг/т корма достоверно повышалось содержание марганца в органическом матриксе большеберцовой кости на 30,4 % к 35-суточному возрасту (Иванов А.А. и Ильяшенко А.Н., 2011а). Поскольку марганец играет ключевую роль в синтезе хрящевой ткани, регулирует рост и формирование органической матрицы костной ткани, это может свидетельствовать об активном процессе костеобразования (Иванов А.А. и Ильяшенко А.Н., 2010, 2011б).

В другом опыте на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308» было выявлено влияние МФК Натузим на накопление кальция и повышение зольности большеберцовой кости ($p>0,05$) (Abu-Tayyeb M et al., 2019). В то же время в исследованиях с применением препарата Натузим в дозировках 350, 750 и 1000 г/т корма в кормлении птицы того же кросса различий в содержании золы и минеральных веществах в костях большеберцовой кости выявлено не было (Madigan-Stretton J et al., 2021).

Влияние кормовой добавки Натузим на количество и качество продукции мясной птицы. Опыты на цыплятах-бройлерах показали, что использование МФК Натузим в кормлении цыплят-бройлеров способствует повышению выхода мяса на 1,3-7,57 % ($p>0,05$) и увеличению массы потрошеной тушки у перепелов мясного кросса «Фараон» (Taheri H and Shirzadegan K, 2017; Mundida G et al., 2025; Chudak RA, 2019). Вместе с этим изучение влияния кормовой добавки на массу основных частей тушки цыплят-бройлеров и индеек не выявило достоверных различий между опытными группами и интактным контролем (Taheri H and Shirzadegan K, 2017; Немер В.В.М. и Тарабрин И.В., 2026; Доники И.В. и др., 2022а). В целом наличие достоверных различий в живой массе птицы и ее отсутствие при сравнении отдельных частей тела может объясняться малой выборкой птицы, использованной для анатомической разделки. В отдельных случаях это можно связать с тем, что Натузим вводили не сверх питательности рациона, а с учетом его влияния – по матрице (Sherif KE, 2009). Только в одном исследовании из перечня проанализированных работ было обнаружено влияние кормовой добавки Натузим, которую вводили в корм в дозировке 700 г/т корма, на массу голени. Она была выше, чем в интактном контроле на +10,3 % ($p>0,05$) (Alefzadeh T et al., 2016).

Использование МФК Натузим в кормлении цыплят-бройлеров может способствовать изменению физических характеристик мяса – снижает индекс фрагментации миофибрилл ($p>0,05$) и интенсивность его окраски ($p>0,05$) (Hussein EOS et al., 2020). При этом добавка не оказывала выраженного влияния на аминокислотный состав мяса и вкусовые качества бульона, приготовленного на его основе (Драганов И.Ф. и Рабаданова Г.Ш., 2011а,б).

В ряде исследований на цыплятах-бройлерах было доказано, что Натузим может оказывать влияние на массу внутренних органов, которые являются важной товарной составляющей мясного птицеводства (табл. 8).

Таблица 8. Влияние кормовой добавки Натузим на массу субпродуктов
Table 8. The effect of Natuzyme on the weight of offal

Объект исследования, возраст / <i>Object (age)</i>	Дозировка Натузима / <i>Dosage of Natuzyme</i>	Субпродукт и изменение его массы / <i>By-product and its weight change</i>	Источник / <i>Source</i>
ЦБ «Хоббарт» (42 дн.) / <i>BC Hubbard (42 d)</i>	250 г/т / 250 g/t	Печень +21,8 % / <i>Liver +21.8 %</i> Мускульный желудок +35,7 % / <i>Gizzard +35.7 %</i> Сердце +14,8 % / <i>Heart +14.8 %</i>	Ismail FSA et al., 2011
	500 г/т / 500 g/t	Печень +19,2 % / <i>Liver +19.2 %</i> Мускульный желудок +27,6 % / <i>Gizzard +27.6 %</i> Сердце +20,7 % / <i>Heart +20.7 %</i>	
	750 г/т / 750 g/t	Печень +26,9 % / <i>Liver +26.9 %</i> Мускульный желудок +38,0 % / <i>Gizzard +38.0 %</i> Сердце +20,7 % / <i>Heart +20.7 %</i>	
ЦБ (42 дн.) / <i>BC (42 d)</i>	1 000 г/т / 1,000 g/t	Мускульный желудок -5,5 % / <i>Gizzard +5.5 %</i>	Swain BK et al., 2014
	1 500 г/т / 1,500 g/t	Мускульный желудок -11,4 % / <i>Gizzard -11.4 %</i>	
ЦБ «Росс-308» (42 дн.) / <i>BC Ross-308 (42 d)</i>	500 г/т / 500 g/t	Печень -8,9 % / <i>Liver -8.9 %</i> Сердце -8,5 % / <i>Heart -8.5 %</i>	Taheri H and Shirzadegan K, 2017

Данные о влиянии МФК Натузим, представленные в таблице 8, свидетельствуют о том, что добавка по разному влияла на массу внутренних органов цыплят-бройлеров. В одних случаях наблюдалось их увеличение на 14,8-38,0 % ($p>0,05$), в других – снижение на 5,5-11,4 % ($p>0,05$). При этом признаков патологических изменений органов авторами исследований отмечено не было.

Экономическая эффективность использования МФК Натузим в кормлении мясной птицы. Важным критерием понимания целесообразности применения МФК Натузим в практике кормления мясной птицы является экономическая оценка его эффективности.

В некоторых исследованиях уровень ввода кормовой добавки в разы превышал рекомендуемую дозировку для птицы, однако результаты расчета и сравнения показателей экономической эффективности говорят о том, что даже дозировка в 1000 г/т может приносить существенную финансовую отдачу ($p>0,05$) (Тлецерук И.Р. и др., 2016) (табл. 9).

В целом представленные в таблице 9 данные, а также сопоставление затрат и выручки при использовании МФК Натузим в кормлении цыплят-бройлеров и индейки свидетельствуют о том, что рекомендуемая производителем дозировка 350 г/т является оптимальной и позволяет снизить себестоимость получения мяса на 4,4 %, поднять прибыль на 1,3-40,1 % и повысить уровень рентабельности на 1 %, а также повысить экономическую отдачу от начальных вложений (Sherif KE, 2009; Mundida G et al., 2025).

Таблица 9. Влияние кормовой добавки Натузим на ключевые экономические показатели выращивания птицы

Table 9. The impact of Natuzyme on key economic indicators of poultry farming

Объект исследований (срок откорма) / Object (duration of fattening)	Дозировка Натузим / Dosage of Natuzyme	Параметр / Parameter	Разность с контроля, % / Difference from the control, %	Источник / Source
ЦБ (42 дн.) / BC (42 d)	500 г/т / 500 g/t	Прибыль / Profit	+8,1 %	Swain BK et al., 2014
	1 000 г/т / 1,000 g/t	Прибыль / Profit	+9,9 %	
	1 500 г/т / 1,500 g/t	Прибыль / Profit	+6,9 %	
ЦБ (42 дн.) / BC (42 d)	350 г/т / 350 g/t	Прибыль / Profit	+38,6-40,1 %	Solanke CD et al., 2020
Гусята линдовской породы (42-60 дн.) / Goslings of the Linden breed (42-60 d)	1 000 г/т / 1,000 g/t	Себестоимость / Cost price	-2,8 %	Тлецерук И.Р. и др., 2016
		Прибыль / Profit	+2,2 %	
		Уровень рентабельности / Profitability level	+3,1 %	
ЦБ «Смена-7» (42 дн.) / BC Smena-7 (42 d)	350 г/т / 350 g/t	Себестоимость / Cost price	-4,4 %	Иванов А.А. и др., 2011
		Прибыль / Profit	+0,4 %	
		Уровень рентабельности / Profitability level	+1,0 %	
Индейка «Биг-6» (140 дн.) / Turkey Big-6 (140 d)	350 г/т / 350 g/t	Прибыль / Profit	+1,3 %	Доника И.В. и Федюк Е.И., 2022

Закключение.

Метаанализ данных исследований с применением МФК Натузим в кормлении мясной птицы позволяет говорить о том, что ее использование в рационах на основе кукурузы и соевого шрота (или жмыха), в меньшей степени пшеницы и ячменя дает возможность улучшить состояние ее пищеварительной системы, повысить эффективность использования питательных веществ рациона, увеличить продуктивность и оптимизировать экономику производства. С учетом всех опубликованных данных 500 г/т является наиболее универсальной и экономически обоснованной дозировкой МФК Натузим для мясной птицы. Она обеспечивает стабильное повышение живой массы на 5-7 %, улучшение конверсии корма на 4-6 % и позволяет эффективно использовать как традиционные, так и альтернативные кормовые ингредиенты. Дозировка 350 г/т может рассматриваться как минимальная эффективная норма для хорошо сбалансированных рационов, тогда как 750-1000 г/т оправданы преимущественно при работе с дешевыми рационами, содержащими большое количество трудноперевариваемого сырья.

Список источников

1. Доника И.В., Федюк В.В., Семенченко С.В. Откормочные и мясные качества индюшат кросса Биг-6 при использовании ферментного препарата «Натузим» // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022а. № 4(71). С. 157-160. [Donika IV, Fedjuk VV, Se-

menchenko SV. Fattening and meat qualities of Turkeys of the Big-6 cross when using the enzyme preparation «Natuzyne». The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2022a;4(71):157-160. (*In Russ.*).

2. Доника И.В., Федюк Е.И. Применение ферментного препарата "Натузим" при промышленном выращивании индейки // Вестнике Донского государственного аграрного университета. 2022. № 2(44). С.70-79. [Donika IV, Fedyuk EI. The use of the enzyme preparation "Natuzim" in the industrial raising of Turkey. Bulletin of Don State Agrarian University. 2022;2(44):70-79. (*In Russ.*)].

3. Драганов И.Ф., Рабаданова Г.Ш. Белковый обмен у бройлеров при введении в рацион ферментного препарата Натузим // Птица и птицепродукты. 2011а. № 3. С. 29-33. [Draganov IF, Rabadanova GSh. Belkovy'j obmen u brojlerov pri vvedenii v racion fermentnogo preparata Natuzim. Poultry & Chicken Products. 2011a;3:29-33. (*In Russ.*)].

4. Драганов И.Ф., Рабаданова Г.Ш. Влияние мультиферментного препарата на обмен веществ у цыплят-бройлеров // Проблемы биологии продуктивных животных. 2011б. № 3. С.105-113. [Draganov IF, Rabadanova GSh. Effects of multienzyme preparation on metabolism and performance in chicken-broilers. Problems of Productive Animal Biology. 2011b;3:105-113. (*In Russ.*)].

5. Иванов А.А., Ильяшенко А.Н. Са и Мп в трубчатых костях цыплят-бройлеров в ранний постнатальный период при введении в рацион БАД // Ветеринария и кормление. 2011а. № 4. С.38-40. [Ivanov AA, Il'yashenko AN. Sa i Mn v trubchaty'x kostyax cyplyat-brojlerov v rannij postnatal'ny'j period pri vvedenii v racion BAD. Veterinariya i kormlenie. 2011a;4:38-40. (*In Russ.*)].

6. Иванов А.А., Ильяшенко А.Н. Рост, развитие и формирование скелета цыплят-бройлеров при включении в рацион кофакторов минерального обмена // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2011б. № 4. С.114-130. [Ivanov AA, Il'yashenko AN. Rost, razvitiye i formirovanie skeleta cyplyat-brojlerov pri vkl'yuchenii v racion kofaktorov mineral'nogo obmena. Izvestiya TSXA, 2011b;4:114-130. (*In Russ.*)].

7. Иванов А.А., Ильяшенко А.Н., Семак А.Э. Применение БАД при выращивании бройлеров // Птицеводство. 2011. № 6. С. 29-31. [Ivanov AA, Il'yashenko AN, Semak AE. Primenenie BAD pri vy'rashhivanii brojlerov. Ptitsevodstvo. 2011;6:29-31. (*In Russ.*)].

8. Иванов А.А., Ильяшенко А.Н. Формирование минерального состава костной ткани цыплят-бройлеров при включении в их рацион регуляторов минерального обмена / Известия ТСХА // 2010. № 3. С. 115-119. [Ivanov AA, Il'yashenko AN. Formirovanie mineral'nogo sostava kostnoj tkani cyplyat-brojlerov pri vkl'yuchenii v ix racion regul'yatorov mineral'nogo obmena. Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2010;3:115-119. (*In Russ.*)].

9. Ильяшенко А.Н. Влияние мультиферментной добавки «Натузим» на усвояемость протеина корма у цыплят-бройлеров в постнатальном онтогенезе // Аграрная наука. 2022. № 356(2). С. 32-36. [Ilyashenko AN. Influence of the multi-enzyme additive "Natuzyne" on the digestibility of feed protein in broiler chickens in postnatal ontogenesis. Agrarian science. 2022;356(2):32-36. (*In Russ.*)]. doi: 10.32634/0869-8155-2022-356-2-32-36

10. Ильяшенко А.Н. Эффективная стратегия применения ферментов в кормлении свиней от компании Bioproton // Наше сельское хозяйство. 2024. № 4 (324). С. 32-35. [Il'yashenko AN. E'ffektivnaya strategiya primeneniya fermentov v kormlenii svinej ot kompanii Bioproton. Nashe sel'skoe hozyajstvo. 2024;4(324):32-35. (*In Russ.*)].

11. Использование нетрадиционного кормового сырья в рационах гусей / И.Р. Тлецерук, Д.В. Оsepчук, С.И. Кононенко, Н.А. Юрина // Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: материалы междунар. науч.-практ. конф. (Ставрополь, 25 нояб. 2016 г.). Ставрополь: Ставропольский гос. аграрный ун-т, 2016. С. 475-481. [Tletseruk IR, Osepchuk DV, Kononenko SI, Yurina NA. The use of non-traditional raw materials in feed rations geese. (Conference proceedings) Innovacii i sovremennyy'e texnologii v proizvodstve i pererabotke sel'skoxozyajstvennoj produkcii: materialy' mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Stavropol', 25 noyab. 2016 g.). Stavropol': Stavropol'skij gosudarstvenny'j agrarny'j universitet; 2016:475-481. (*In Russ.*)].

12. Немер В.В.М., Тарабрин И.В. Продуктивность и сохранность цыплят-бройлеров при использовании ферментных препаратов в рационе // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2026. №1(59). С.117-124. [Nemer VVM, Tarabrin IV. Productivity and safety of broiler chickens when using enzyme preparations in the diet. Don State Agrarian University. 2026;1(59):117-124. (In Russ.)].
13. Нечитайло К.С., Сизова Е.А. Влияние мультиэнзимной кормовой добавки на продуктивные показатели, переваримость и химический состав тела цыплят-бройлеров // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 4. С.148-157. [Nechitajlo KS, Sizova EA. Effect of a multi-enzyme feed additive on productivity, digestibility and body chemistry of broiler chickens. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(4):148-157. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-148
14. Рост и развитие индеек при использовании в рационе кормления ферментной добавки «Натузим» / И.В. Доника, В.В. Федюк, С.В. Семенченко, И.В. Засемчук // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022b. № 1(68). С. 170-174. [Donika IV, Fedjuk VV, Semenchenko SV, Zasemchuk IV. The growth and development of Turkeys when used in the diet of feeding the enzyme supplement «Natuzim». Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2022b;1(68):170-174. (In Russ.)].
15. Ababor S, Tamiru M, Alkhtib A, Wamatu J, Kuyu CG, Teka TA, Terefe LA, Burton E. The use of biologically converted agricultural byproducts in chicken nutrition. Sustainability. 2023;15(19):14562. doi: 10.3390/su151914562
16. Abu-Tayyeb M, Jahan I, Hossain MA, Hossain MM, Akter N, Nath BK. The responses of exogenous enzymes (multi-enzymes) on the productivity and stage of production of broilers fed vegetable-sourced diets. Int J Poult Sci. 2019;18(11):515-522. doi: 10.3923/ijps.2019.515.522
17. Ahiwe EU, Ejiofor I, Iwuji TC, Ahamba IS, Giwa AL. Flock uniformity, blood indices, and nutrient retention of broiler chickens fed low energy and protein diets supplemented with multi-enzyme. Poultry Science Journal. 2023;11(1):29-37. doi: 10.22069/psj.2022.20102.1802
18. Ahiwe EU, Iwuji TC, Egenuka FC, Okechie UN, Ejifor I, Peter-Onoh CA, Ogbuewu IP, Emenalom OO. Performance and blood indices of broilers fed diets containing fermented citrus sinensis (orange) pulp supplemented with or without multi-enzyme. Trop J Nat Prod Res. 2025;9(11):5855-5862. doi: 10.26538/tjnpr/v9i11.78
19. Alabi OO, Animashahun RA, Shoyombo AJ, Babalola AJ. The histological analysis of the proventriculus and gizzard of broilers fed wheat bran based diet supplemented with Natuzyne and Maxigrain. Bull Anim Hlth Prod Afr. 2017;65(4): 591-597.
20. Alefzadeh T, Bouyeh M, Hoven R, Seidavi A, Laudadio V, Tufarelli V. Effect of dietary dried orange (Citrus sinensis) peel powder and exogenous multi-enzymes on growth and carcass traits and ileal microflora of broiler chickens. Pakistan Journal of Zoology. 2016;48(6):1891-1897.
21. Alshelmani MI, El-Safty SA, Kairalla MA, Humam AM. Enzymes in poultry feed. In: Badinszky, editor. Feed additives—recent trends in animal nutrition. 2024:85-98. doi: 10.5772/intechopen.112927
22. Attia YA, Al-Khalaifah HS, Alqhtani AH, Abd El-Hamid HS, Alyileili SR, El-Hamid AE-HEA, Bovera F, El-Shafey AA. The impact of multi-enzyme fortification on growth performance, intestinal morphology, nutrient digestibility, and meat quality of broiler chickens fed a standard or low-density diet. Front. Vet. Sci. 2022;9:1012462. doi: 10.3389/fvets.2022.1012462
23. Bandforouzi KS, Rezaei M, KazemiFard M. Effects of different levels of tomato powder with and without addition of enzymes on performance, blood parameters and antioxidant status of Japanese quails. Res Anim Prod. 2019;10(23):11-21. doi:10.29252/rap.10.23.11
24. Bedford MR, Apajalahti JH. The role of feed enzymes in maintaining poultry intestinal health. J Sci Food Agric. 2022;102(5):1759-1770. doi: 10.1002/jsfa.11670
25. Bedford MR, Svihus B, Cowieson AJ. Dietary fibre effects and the interplay with exogenous carbohydrases in poultry nutrition. Anim Nutr. 2023;16:231-240. doi: 10.1016/j.aninu.2023.09.007

26. Cai Y, Zhang M, Hamada O, Song Z. Multi-enzyme supplementation enhances performance, intestinal and skeletal development in broilers fed low-nutrient diets. *Poultry Science*. 2026;105(2):106234. doi: 10.1016/j.psj.2025.106234
27. Chisoro P, Jaja IF, Assan N. Incorporation of local novel feed resources in livestock feed for sustainable food security and circular economy in Africa. *Front. Sustain*. 2023;4:1251179. doi: 10.3389/frsus.2023.1251179
28. Chrystal PV, Greenhalgh S, McInerney BV, McQuade LR, Akter Y, de Paula Dorigam JC, Selle PH, Liu SY. Maize-based diets are more conducive to crude protein reductions than wheat-based diets for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 2021;275:114867. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2021.114867
29. Chudak RA. Quails productivity under the use of enzyme preparation. *SWorldJournal*. 2019;1:91-96. doi: 10.30888/2410-6615.2019-01-01-008
30. de França TP, Ferreira RDS, Leo RAR, de Oliveira CH, Dias KMM, Gomes KM, Costa LS, Albino LFT. Effects of carbohydrase and phytase enzymes supplementation within low energy diets on performance and energy utilization of broiler chickens. *Livestock Science*. 2023;274:105271. doi: 10.1016/j.livsci.2023.105271
31. Emadinia A, Toghyani M, Gheisari A, Tabeidian SA, Ale Saheb Fosoul SS, Mohammadrezaei M. Effect of wet feeding and enzyme supplementation on performance and immune responses of broiler chicks. *Journal of Applied Animal Research*. 2014;42(1):32-37. doi: 10.1080/09712119.2013.795901
32. Gocheva Y, Engibarov S, Lazarkevich I, Eneva R. Phytases - Types, Sources, and factors affecting their activity. *Acta Microbiol. Bulg.* 2023;39(3):249-263. doi: 10.59393/amb23390305
33. Grigore D-M, Mircea M-L, Pogurschi EN. Toward sustainable broiler production: evaluating microbial protein as supplementation for conventional feed proteins. *Agriculture*. 2025;15(14):1486. doi: 10.3390/agriculture15141486
34. Hussein EOS, Suliman GM, Alowaimer AN, Ahmed SH, Abd El-Hack ME, Taha AE, Swelum AA. Growth, carcass characteristics, and meat quality of broilers fed a low-energy diet supplemented with a multienzyme preparation. *Poultry Science*. 2020;99(4):1988-1994. doi: 10.1016/j.psj.2019.09.007
35. Ismail FSA, El-Maaty HMAA, El-Sayed AAM. Performance of broiler chicks affected by dietary supplementation with commercial enzymes or probiotics. *J Animal and Poultry Prod*. 2011;2(2):23-32. doi: 10.21608/jappmu.2011.83334
36. Janmohammadi H, Hosseintabar-Ghasemabad B, Oliyai M, Alijani S, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolov AA, Suarez Ramirez L, Seidavi A, Laudadio V, Tufarelli V, Ragni M. Effect of dietary amaranth (*amaranthus hybridus chlorostachys*) supplemented with enzyme blend on egg quality, serum biochemistry and antioxidant status in laying hens. *Antioxidants* 2023;12(2):456. doi: 10.3390/antiox12020456
37. Joudaki H, Aria N, Moravej R, Rezaei Yazdi M, Emami-Karvani Z, Hamblin MR. Microbial phytases: properties and applications in the food industry. *Curr Microbiol*. 2023;80(12):374. doi: 10.1007/s00284-023-03471-1
38. Khalaji S, Zaghari M, Shivazad M. Estimation of standardised ileal threonine equivalency values of a multi-enzyme and its effects on broiler chick's performance, *Italian Journal of Animal Science*. 2011;10(1):47-50. doi: 10.4081/ijas.2011.e10
39. Kim E, Choct M, Fickler A, Pasquali GAM, Hall L, Crowley TM, Sharma NK. Strategic use of β -mannanase, and xylanase and β -glucanase preparation in maize-based diets to improve broiler performance. *Animal Nutrition*. 2025;23:493-501. doi:10.1016/j.aninu.2025.09.003
40. Kirkpinar F. Introductory chapter: recent advances in animal feeding and nutrition. In: Kirkpinar F, editor. *Animal feeds and additives*. Intechopen. 2025:142. doi: 10.5772/intechopen.1012034
41. Ko H, Kang HK, Moturi J, Ingale SL, Kim J. Supplementation of enzyme cocktail in chickens diet is an effective approach to increase the utilization of nutrient in wheat-based diets. *J Anim Sci Technol*. 2021;63(1):69-76. doi: 10.5187/jast.2021.e1
42. Li M, Wang M, Chen Y, Chen D, Yu B, He J, Yu J, Mao X, Huang Z, Luo Y, Luo J, Yan H, Zheng P. The protective role of a moderate protein diet in ETEC-infected piglets: Optimization of growth, immunity, and microbial balance. *Animal Nutrition*. 2026;25:62-72. doi: 10.1016/j.aninu.2025.10.010

43. Madigan-Stretton J, Mikkelsen D, Soumeh EA. Multienzyme super-dosing in broiler chicken diets: the implications for gut morphology, microbial profile, nutrient digestibility, and bone mineralization. *Animals*. 2021;11(1):1. doi: 10.3390/ani11010001
44. Malakzadegan A, Zaghari M, Khalaji S, Shivazad M. Crude protein equivalence value of a multi-enzyme product for 28- and 42-day-old broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2012;4(14):233-304. doi: 10.1590/S1516-635X2012000400010
45. Moinuddin R, Barmase BS, Wade MR, Rekhate DH, Siddiqui MF. Utilization of toor dal (*Cajanus cajan*) waste with or without enzyme in broiler chicken diet. *Pharma Innovation*. 2020;9(5):129-131.
46. Moss AF, Dao HT, Kim E, Morgan N, Dersjant-Li Y, Ghane A. Effects of phytase, xylanase, amylase and protease inclusion at full matrix specifications in diets for broiler chickens. *Applied Sciences*. 2026;16(6):2862. doi: 10.3390/app16062862
47. Mundida G, Ndavambi C, Madzimure J. Impact of exogenous enzyme supplementation on broiler growth, carcass quality, and economic efficiency. *East African Journal of Agriculture and Biotechnology*. 2025;8(1):47-59. doi: 10.37284/eajab.8.1.2679
48. Muremera CN, Ambula MK, King'ori AM. Performance of improved indigenous grower chicken in Kenya fed enzyme-treated Moringa (*M. oleifera*) leaf meal-based diets. *Int J Vet Sci Anim Husbandry*. 2022;7(3):48-52. doi:10.22271/veterinary.2022.v7.i3a.423
49. Nguyen HT, Bedford MR, Wu SB, Morgan NK. Dietary soluble non-starch polysaccharide level influences performance, nutrient utilisation and disappearance of non-starch polysaccharides in broiler chickens. *Animals (Basel)*. 2022;12(5):547. doi: 10.3390/ani12050547
50. Nte IJ, Owen OJ, Owuno F. Anti-nutritional factors in animal feedstuffs: a review. *International Journal of Research and Review*. 2023;10(2):226-244. doi: 10.52403/ijrr.20230229
51. Nwosu CI, Igugo RU. Serum biochemistry of broiler chickens fed varying levels of cassava peel meal supplemented with exogenous enzyme (natuzyne) as replacement for maize. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 2020;9(7):437-441. doi: 10.21275/SR20622192621
52. Oliaei AH, Palizdar MH, Tabrizi HRM. Inclusion a multi-enzyme (natuzyne plus®) in broiler chicken diets containing high canola meal. *Global Veterinaria*. 2016a;16(1):18-25. doi:10.5829/idosi.gv.2016.16.01.101110
53. Oliaei AH, Palizdar MH, Tabrizi HRM. Influence of multi-enzymes (Natuzyne Plus®) on broiler chicken fed with high canola meal. *Res Opin Anim Vet. Sci*. 2016b;6(6):165-172. doi:10.20490/ROAVS/16-029
54. Oloruntola OD, Ayodele SO, Agbede JO, Oloruntola DA. Effect of feeding broiler chickens with diets containing *Alchornea cordifolia* leaf meal and enzyme supplementation. *Archivos de Zootecnia*. 2016;252(65):489-498. doi:10.21071/AZ.V65I252.1916
55. Qiu K, Chen J, Zhang G, Chang W, Zheng A, Cai H, Liu G, Chen Z. Effects of dietary crude protein and protease levels on performance, immunity capacity, and aa digestibility of broilers. *Agriculture*. 2023;13(3):703. doi:10.3390/agriculture13030703
56. Rahmawati OM, Sugiharto S, Yudiarti T, Widiastuti E, Wahyuni HI, Sartono TA, Agusetyaningsih I, Ayasan T. Effect of unripe banana flour as a functional feed ingredient on growth performance, internal organ relative weight and carcass traits of broilers. *Vet Med Sci*. 2023;9(2):851-859. doi:10.1002/vms3.1070
57. Rizwanuddin S, Kumar V, Naik B, Singh P, Mishra S, Rustagi S, Kumar V. Microbial phytase: Their sources, production, and role in the enhancement of nutritional aspects of food and feed additives. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2023;12(1):100559. doi: 10.1016/j.jafr.2023.100559
58. Rostami A, Yaghobfar A, Ebrahimnezhad Y, Shahryar HA, Seyedabadi H. The effects of Hull less Barley with and without enzyme on Performance and Blood Parameters of Arian Broilers. *Biological Forum – An International Journal*. 2015;7(1):564-569.

59. Salahi A, Abd El-Ghany W, Attia Y, Zabermawi N, Bovera F, Tufarelli V. Gut dysbiosis: Nutritional causes and risk prevention in poultry, with reference to other animals. *South African Journal of Animal Science*. 2025;55(2):32-63. doi: 10.4314/sajas.v55i2.01
60. Seifi S. Commercial enzyme influence on broilers fed different level of wheat. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2013;29(2):337-344. doi: 10.2298/BAH1302337S
61. Selle PH, Macelline SP, Chrystal PV, Liu SY. The contribution of phytate-degrading enzymes to chicken-meat production. *Animals (Basel)*. 2023;13(4):603. doi: 10.3390/ani13040603
62. Sharifi SD, Golestani G, Yaghobfar A, Khadem A, Pashazanussi H. Effects of supplementing a multienzyme to broiler diets containing a high level of wheat or canola meal on intestinal morphology and performance of chicks. *J Appl Poult Res*. 2013;22(4):671-679. doi: 10.3382/japr.2011-00452
63. Sherif KE. Performance of broiler chicks fed plant protein diets supplemented with commercial enzymes. *J Agric Sci Mansoura Univ*. 2009;34(4):2819-2834. doi: 10.21608/jappmu.2009.116931
64. Solanke CD, Wade MR, Barmase BS, Nemade NV. Effect of feeding safflower cake with or without enzymes on performance of broiler chickens. *Int J Curr Microbiol App Sci*. 2020;9(4):2982-2987. doi:10.20546/ijcmas.2020.904.349
65. Sugiharto S, Nuengjamnong C. An update review on the use of agro-industrial byproducts on carcass and meat quality of broiler chickens. *Discov Food*. 2025;5:203. doi: 10.1007/s44187-025-00509-0
66. Sugiharto S, Rahmawati O, Yudiarti T, Widiastuti E, Wahyuni H, Sartono T, Agusetyaningsih I, Ayasan T. The use of unripe banana flour as a functional feed ingredient on blood profile, serum biochemical and intestinal indices of broilers. *Open Agric J*. 2023;17(1):e187433152301020. doi: 10.2174/18743315-v17-e230110-2022-44
67. Suhermiyati S, Iriyanti N. The effect of natuzyme in the diets containing non-starch polysaccharides on meat quality of native chicken. *Animal Production*. 2011;13(2):76-82.
68. Sultan A, Alhassany A, Mahat H, Oramary SOM, Li X, Zhang D, Bryden WL. Nutrient digestibility of sorghum and wheat by broilers: effect of an enzyme cocktail. In: *Proceedings of the 23rd Annual Australian Poultry Science, Sydney, Australia, 19-22 February 2012*. 2012:53.
69. Sun X, Pei Z, Wang H, Zhao J, Chen W, Lu W. Bridging dietary polysaccharides and gut microbiome: How to achieve precision modulation for gut health promotion. *Microbiological Research*. 2025;292:128046. doi: 10.1016/j.micres.2025.128046
70. Sureshkumar S, Song J, Sampath V, Kim I. Exogenous enzymes as zootechnical additives in monogastric animal feed: a review. *Agriculture*. 2023;13(12):2195. doi:10.3390/agriculture13122195
71. Swain BK, Naik PK, Singh NP. Performance, carcass characteristics and economics of production of broiler chickens fed diet supplemented with multienzyme. *Indian Journal of Poultry Science*. 2014;49(2):163-166.
72. Taheri H, Shirzadegan K. Multiple-enzyme supplementation on digestive traits, carcass characteristics, blood lipid parameters and growth performance of broilers fed a wheat-based diet. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2017;30(9):1285-1291. doi:10.5713/ajas.16.0415
73. Tuleun CD, Okereke EA, Sunmola TA. Nutritional value of dietary raw bambara nut offal fortified with enzyme (Natuzyme®) on the performance of broiler chickens. *Nig J Anim Prod*. 2020;47(1):221-233. doi: 10.51791/njap.v47i1.233
74. Walker H, Vartiainen S, Apajalahti J, Taylor-Pickard J, Nikodinoska I, Moran CA. The effect of including a mixed-enzyme product in broiler diets on performance, metabolizable energy, phosphorus and calcium retention. *Animals (Basel)*. 2024;14(2):328. doi: 10.3390/ani14020328
75. Widiarta PGD, Aldyanti A, Anindyasari D, Rizkuna A. The impact of feed price dynamics on broiler farm productivity and farmer welfare: a case study in Kutai kartanegara regency. *Economic and Business Management International Journal*. 2024;3(6):21-34. doi: 10.556442/eabmij.v6i3.872
76. Zaghari M, Majdeddin M, Taherkhani R, Moravej H. Estimation of nutrient equivalency values of Natuzyme and its effects on broiler chick performance. *J Appl Poult Res*. 2008;17(4):446-453. doi: 10.3382/japr.2008-00007

References

1. Donika IV, Fedyuk VV, Semenchenko SV. Fattening and meat qualities of Turkeys of the Big-6 cross when using the enzyme preparation «Natuzyme». The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2022a;4(71):157-160.
2. Donika IV, Fedyuk EI. The use of the enzyme preparation "Natuzim" in the industrial raising of Turkey. Bulletin of Don State Agrarian University. 2022b;2(44):70-79.
3. Draganov IF, Rabadanova GSh. Belkovy'j obmen u brojlerov pri vvedenii v racion fermentnogo preparata Natuzim. Poultry & Chicken Products. 2011a;3:29-33.
4. Draganov IF, Rabadanova GSh. Effects of multienzyme preparation on metabolism and performance in chicken-broilers. Problems of Productive Animal Biology. 2011b;3:105-113.
5. Ivanov AA, Ilyashenko AN. Ca and Mn in the tubular bones of broiler chickens in the early postnatal period when dietary supplements are introduced into the diet. Veterinary Science and Feeding. 2011a;4:38-40.
6. Ivanov AA, Ilyashenko AN. Growth, development and formation of the skeleton of broiler chickens with the inclusion of mineral metabolism cofactors in the diet. Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy. 2011b;4:114-130.
7. Ivanov AA, Ilyashenko AN, Semak AE. Application of dietary supplements when raising broilers. Poultry farming. 2011;6:29-31.
8. Ivanov AA, Ilyashenko AN. Formation of the mineral composition of bone tissue of broiler chickens when regulators of mineral metabolism are included in their diet. Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2010;3:115-119.
9. Ilyashenko AN. Influence of the multi-enzyme additive "Natuzyme" on the digestibility of feed protein in broiler chickens in postnatal ontogenesis. Agrarian science. 2022;356(2):32-36. doi:10.32634/0869-8155-2022-356-2-32-36
10. Ilyashenko AN. An effective strategy for using enzymes in feeding pigs from the Bioproton company. Our Agriculture. 2024;4(324):32-35.
11. Tletseruk IR, Osepchuk DV, Kononenko SI, Yurina NA. Use of non-traditional feed raw materials in geese diets. (Conference proceedings Innovations and modern technologies in the production and processing of agricultural products: materials of the international. scientific-practical conf. (Stavropol, November 25, 2016). Stavropol: Stavropol State. Agrarian University; 2016: 475-481.
12. Nemer VVM, Tarabrin IV. Productivity and safety of broiler chickens when using enzyme preparations in the diet. Don State Agrarian University. 2026;1(59):117-124.
13. Nechitajlo KS, Sizova EA. Effect of a multi-enzyme feed additive on productivity, digestibility and body chemistry of broiler chickens. Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(4):148-157. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-148
14. Donika IV, Fedyuk VV, Semenchenko SV, Zasemchuk IV. The growth and development of Turkeys when used in the diet of feeding the enzyme supplement «Natuzim». Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2022b;1(68):170-174.
15. Ababor S, Tamiru M, Alkhtib A, Wamatu J, Kuyu CG, Teka TA, Terefe LA, Burton E. The use of biologically converted agricultural byproducts in chicken nutrition. Sustainability. 2023;15(19):14562. doi: 10.3390/su151914562
16. Abu-Tayyeb M, Jahan I, Hossain MA, Hossain MM, Akter N, Nath BK. The responses of exogenous enzymes (multi-enzymes) on the productivity and stage of production of broilers fed vegetable-sourced diets. Int J Poult Sci. 2019;18(11):515-522. doi: 10.3923/ijps.2019.515.522
17. Ahiwe EU, Ejiofor I, Iwuji TC, Ahamba IS, Giwa AL. Flock uniformity, blood indices, and nutrient retention of broiler chickens fed low energy and protein diets supplemented with multi-enzyme. Poultry Science Journal. 2023;11(1):29-37. doi: 10.22069/psj.2022.20102.1802
18. Ahiwe EU, Iwuji TC, Egenuka FC, Okechie UN, Ejifor I, Peter-Onoh CA, Ogbuewu IP, Emenalom OO. Performance and blood indices of broilers fed diets containing fermented citrus sinensis

(orange) pulp supplemented with or without multi-enzyme. *Trop J Nat Prod Res.* 2025;9(11):5855-5862. doi: 10.26538/tjnpr/v9i11.78

19. Alabi OO, Animashahun RA, Shoyombo AJ, Babalola AJ. The histological analysis of the proventriculus and gizzard of broilers fed wheat bran based diet supplemented with Natuzyne and Maxigrain. *Bull Anim Hlth Prod Afr.* 2017;65(4): 591-597.

20. Alefzadeh T, Bouyeh M, Hoven R, Seidavi A, Laudadio V, Tufarelli V. Effect of dietary dried orange (*Citrus sinensis*) peel powder and exogenous multi-enzymes on growth and carcass traits and ileal microflora of broiler chickens. *Pakistan Journal of Zoology.* 2016;48(6):1891-1897.

21. Alshelmani MI, El-Safty SA, Kairalla MA, Humam AM. Enzymes in poultry feed. In: Badinszky, editor. *Feed additives—recent trends in animal nutrition.* 2024:85-98. doi: 10.5772/intechopen.112927

22. Attia YA, Al-Khalaifah HS, Alqhtani AH, Abd El-Hamid HS, Alyileili SR, El-Hamid AE-HEA, Bovera F, El-Shafey AA. The impact of multi-enzyme fortification on growth performance, intestinal morphology, nutrient digestibility, and meat quality of broiler chickens fed a standard or low-density diet. *Front. Vet. Sci.* 2022;9:1012462. doi: 10.3389/fvets.2022.1012462

23. Bandforouzi KS, Rezaei M, KazemiFard M. Effects of different levels of tomato powder with and without addition of enzymes on performance, blood parameters and antioxidant status of Japanese quails. *Res Anim Prod.* 2019;10(23):11-21. doi:10.29252/rap.10.23.11

24. Bedford MR, Apajalahti JH. The role of feed enzymes in maintaining poultry intestinal health. *J Sci Food Agric.* 2022;102(5):1759-1770. doi: 10.1002/jsfa.11670

25. Bedford MR, Svihus B, Cowieson AJ. Dietary fibre effects and the interplay with exogenous carbohydrases in poultry nutrition. *Anim Nutr.* 2023;16:231-240. doi: 10.1016/j.aninu.2023.09.007

26. Cai Y, Zhang M, Hamada O, Song Z. Multi-enzyme supplementation enhances performance, intestinal and skeletal development in broilers fed low-nutrient diets. *Poultry Science.* 2026;105(2):106234. doi: 10.1016/j.psj.2025.106234

27. Chisoro P, Jaja IF, Assan N. Incorporation of local novel feed resources in livestock feed for sustainable food security and circular economy in Africa. *Front. Sustain.* 2023;4:1251179. doi: 10.3389/frsus.2023.1251179

28. Chrystal PV, Greenhalgh S, McInerney BV, McQuade LR, Akter Y, de Paula Dorigam JC, Selle PH, Liu SY. Maize-based diets are more conducive to crude protein reductions than wheat-based diets for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology.* 2021;275:114867. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2021.114867

29. Chudak RA. Quails productivity under the use of enzyme preparation. *SWorldJournal.* 2019;1:91-96. doi: 10.30888/2410-6615.2019-01-01-008

30. de França TP, Ferreira RDS, Leo RAR, de Oliveira CH, Dias KMM, Gomes KM, Costa LS, Albino LFT. Effects of carbohydrase and phytase enzymes supplementation within low energy diets on performance and energy utilization of broiler chickens. *Livestock Science.* 2023;274:105271. doi: 10.1016/j.livsci.2023.105271

31. Emadinia A, Toghyani M, Gheisari A, Tabeidian SA, Ale Saheb Fosoul SS, Mohammadrezaei M. Effect of wet feeding and enzyme supplementation on performance and immune responses of broiler chicks. *Journal of Applied Animal Research.* 2014;42(1):32-37. doi: 10.1080/09712119.2013.795901

32. Gocheva Y, Engibarov S, Lazarkevich I, Eneva R. Phytases - Types, Sources, and factors affecting their activity. *Acta Microbiol. Bulg.* 2023;39(3):249-263. doi: 10.59393/amb23390305

33. Grigore D-M, Mircea M-L, Pogurschi EN. Toward sustainable broiler production: evaluating microbial protein as supplementation for conventional feed proteins. *Agriculture.* 2025;15(14):1486. doi: 10.3390/agriculture15141486

34. Hussein EOS, Suliman GM, Alowaimer AN, Ahmed SH, Abd El-Hack ME, Taha AE, Swe-lum AA. Growth, carcass characteristics, and meat quality of broilers fed a low-energy diet supplemented with a multienzyme preparation. *Poultry Science.* 2020;99(4):1988-1994. doi: 10.1016/j.psj.2019.09.007

35. Ismail FSA, El-Maaty HMAA, El-Sayed AAM. Performance of broiler chicks affected by dietary supplementation with commercial enzymes or probiotics. *J Animal and Poultry Prod.* 2011;2(2):23-32. doi: 10.21608/jappmu.2011.83334

36. Janmohammadi H, Hosseintabar-Ghasemabad B, Oliyai M, Alijani S, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolov AA, Suarez Ramirez L, Seidavi A, Laudadio V, Tufarelli V, Ragni M. Effect of dietary amaranth (*amaranthus hybridus chlorostachys*) supplemented with enzyme blend on egg quality, serum biochemistry and antioxidant status in laying hens. *Antioxidants* 2023;12(2):456. doi: 10.3390/antiox12020456
37. Joudaki H, Aria N, Moravej R, Rezaei Yazdi M, Emami-Karvani Z, Hamblin MR. Microbial phytases: properties and applications in the food industry. *Curr Microbiol.* 2023;80(12):374. doi: 10.1007/s00284-023-03471-1
38. Khalaji S, Zaghari M, Shivazad M. Estimation of standardised ileal threonine equivalency values of a multi-enzyme and its effects on broiler chick's performance, *Italian Journal of Animal Science.* 2011;10(1):47-50. doi: 10.4081/ijas.2011.e10
39. Kim E, Choct M, Fickler A, Pasquali GAM, Hall L, Crowley TM, Sharma NK. Strategic use of β -mannanase, and xylanase and β -glucanase preparation in maize-based diets to improve broiler performance. *Animal Nutrition.* 2025;23:493-501. doi:10.1016/j.aninu.2025.09.003
40. Kırkpınar F. Introductory chapter: recent advances in animal feeding and nutrition. In: Kırkpınar F, editor. *Animal feeds and additives.* Intechopen. 2025:142. doi: 10.5772/intechopen.1012034
41. Ko H, Kang HK, Moturi J, Ingale SL, Kim J. Supplementation of enzyme cocktail in chickens diet is an effective approach to increase the utilization of nutrient in wheat-based diets. *J Anim Sci Technol.* 2021;63(1):69-76. doi: 10.5187/jast.2021.e1
42. Li M, Wang M, Chen Y, Chen D, Yu B, He J, Yu J, Mao X, Huang Z, Luo Y, Luo J, Yan H, Zheng P. The protective role of a moderate protein diet in ETEC-infected piglets: Optimization of growth, immunity, and microbial balance. *Animal Nutrition.* 2026;25:62-72. doi: 10.1016/j.aninu.2025.10.010
43. Madigan-Stretton J, Mikkelsen D, Soumeh EA. Multienzyme super-dosing in broiler chicken diets: the implications for gut morphology, microbial profile, nutrient digestibility, and bone mineralization. *Animals.* 2021;11(1):1. doi: 10.3390/ani11010001
44. Malakzadegan A, Zaghari M, Khalaji S, Shivazad M. Crude protein equivalence value of a multi-enzyme product for 28- and 42-day-old broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science.* 2012;4(14):233-304. doi: 10.1590/S1516-635X2012000400010
45. Moinuddin R, Barmase BS, Wade MR, Rekhate DH, Siddiqui MF. Utilization of toor dal (*Cajanus cajan*) waste with or without enzyme in broiler chicken diet. *Pharma Innovation.* 2020;9(5):129-131.
46. Moss AF, Dao HT, Kim E, Morgan N, Dersjant-Li Y, Ghane A. Effects of phytase, xylanase, amylase and protease inclusion at full matrix specifications in diets for broiler chickens. *Applied Sciences.* 2026;16(6):2862. doi: 10.3390/app16062862
47. Mundida G, Ndavambi C, Madzimure J. Impact of exogenous enzyme supplementation on broiler growth, carcass quality, and economic efficiency. *East African Journal of Agriculture and Biotechnology.* 2025;8(1):47-59. doi: 10.37284/eajab.8.1.2679
48. Muremera CN, Ambula MK, King'ori AM. Performance of improved indigenous grower chicken in Kenya fed enzyme-treated Moringa (*M. oleifera*) leaf meal-based diets. *Int J Vet Sci Anim Husbandry.* 2022;7(3):48-52. doi:10.22271/veterinary.2022.v7.i3a.423
49. Nguyen HT, Bedford MR, Wu SB, Morgan NK. Dietary soluble non-starch polysaccharide level influences performance, nutrient utilisation and disappearance of non-starch polysaccharides in broiler chickens. *Animals (Basel).* 2022;12(5):547. doi: 10.3390/ani12050547
50. Nte IJ, Owen OJ, Owuno F. Anti-nutritional factors in animal feedstuffs: a review. *International Journal of Research and Review.* 2023;10(2):226-244. doi: 10.52403/ijrr.20230229
51. Nwosu CI, Igugo RU. Serum biochemistry of broiler chickens fed varying levels of cassava peel meal supplemented with exogenous enzyme (natuzyne) as replacement for maize. *International Journal of Science and Research (IJSR).* 2020;9(7):437-441. doi: 10.21275/SR20622192621
52. Oliaei AH, Palizdar MH, Tabrizi HRM. Inclusion a multi-enzyme (natuzyne plus®) in broiler chicken diets containing high canola meal. *Global Veterinaria.* 2016a;16(1):18-25. doi:10.5829/idosi.gv.2016.16.01.101110

53. Oliaei AH, Palizdar MH, Tabrizi HRM. Influence of multi-enzymes (Natuzyne Plus®) on broiler chicken fed with high canola meal. *Res Opin Anim Vet. Sci.* 2016b;6(6):165-172. doi:10.20490/ROAVS/16-029
54. Oloruntola OD, Ayodele SO, Agbede JO, Oloruntola DA. Effect of feeding broiler chickens with diets containing Alchornea cordifolia leaf meal and enzyme supplementation. *Archivos de Zootecnia.* 2016;252(65):489-498. doi:10.21071/AZ.V65I252.1916
55. Qiu K, Chen J, Zhang G, Chang W, Zheng A, Cai H, Liu G, Chen Z. Effects of dietary crude protein and protease levels on performance, immunity capacity, and aa digestibility of broilers. *Agriculture.* 2023;13(3):703. doi:10.3390/agriculture13030703
56. Rahmawati OM, Sugiharto S, Yudiarti T, Widiastuti E, Wahyuni HI, Sartono TA, Agusetyaningsih I, Ayasan T. Effect of unripe banana flour as a functional feed ingredient on growth performance, internal organ relative weight and carcass traits of broilers. *Vet Med Sci.* 2023;9(2):851-859. doi:10.1002/vms3.1070
57. Rizwanuddin S, Kumar V, Naik B, Singh P, Mishra S, Rustagi S, Kumar V. Microbial phytase: Their sources, production, and role in the enhancement of nutritional aspects of food and feed additives. *Journal of Agriculture and Food Research.* 2023;12(1):100559. doi: 10.1016/j.jafr.2023.100559
58. Rostami A, Yaghobfar A, Ebrahimnezhad Y, Shahryar HA, Seyedabadi H. The effects of Hull less Barley with and without enzyme on Performance and Blood Parameters of Arian Broilers. *Biological Forum – An International Journal.* 2015;7(1):564-569.
59. Salahi A, Abd El-Ghany W, Attia Y, Zabermawi N, Bovera F, Tufarelli V. Gut dysbiosis: Nutritional causes and risk prevention in poultry, with reference to other animals. *South African Journal of Animal Science.* 2025;55(2):32-63. doi: 10.4314/sajas.v55i2.01
60. Seifi S. Commercial enzyme influence on broilers fed different level of wheat. *Biotechnology in Animal Husbandry.* 2013;29(2):337-344. doi: 10.2298/BAH1302337S
61. Selle PH, Macelline SP, Chrystal PV, Liu SY. The contribution of phytate-degrading enzymes to chicken-meat production. *Animals (Basel).* 2023;13(4):603. doi: 10.3390/ani13040603
62. Sharifi SD, Golestani G, Yaghobfar A, Khadem A, Pashazanussi H. Effects of supplementing a multienzyme to broiler diets containing a high level of wheat or canola meal on intestinal morphology and performance of chicks. *J Appl Poult Res.* 2013;22(4):671-679. doi: 10.3382/japr.2011-00452
63. Sherif KE. Performance of broiler chicks fed plant protein diets supplemented with commercial enzymes. *J Agric Sci Mansoura Univ.* 2009;34(4):2819-2834. doi: 10.21608/jappmu.2009.116931
64. Solanke CD, Wade MR, Barmase BS, Nemade NV. Effect of feeding safflower cake with or without enzymes on performance of broiler chickens. *Int J Curr Microbiol App Sci.* 2020;9(4):2982-2987. doi:10.20546/ijemas.2020.904.349
65. Sugiharto S, Nuengjamnong C. An update review on the use of agro-industrial byproducts on carcass and meat quality of broiler chickens. *Discov Food.* 2025;5:203. doi: 10.1007/s44187-025-00509-0
66. Sugiharto S, Rahmawati O, Yudiarti T, Widiastuti E, Wahyuni H, Sartono T, Agusetyaningsih I, Ayasan T. The use of unripe banana flour as a functional feed ingredient on blood profile, serum biochemical and intestinal indices of broilers. *Open Agric J.* 2023;17(1):e187433152301020. doi: 10.2174/18743315-v17-e230110-2022-44
67. Suhermiyati S, Iriyanti N. The effect of natuzyne in the diets containing non-starch polysaccharides on meat quality of native chicken. *Animal Production.* 2011;13(2):76-82.
68. Sultan A, Alhassany A, Mahat H, Oramary SOM, Li X, Zhang D, Bryden WL. Nutrient digestibility of sorghum and wheat by broilers: effect of an enzyme cocktail. In: *Proceedings of the 23rd Annual Australian Poultry Science, Sydney, Australia, 19-22 February 2012.* 2012:53.
69. Sun X, Pei Z, Wang H, Zhao J, Chen W, Lu W. Bridging dietary polysaccharides and gut microbiome: How to achieve precision modulation for gut health promotion. *Microbiological Research.* 2025;292:128046. doi: 10.1016/j.micres.2025.128046
70. Sureshkumar S, Song J, Sampath V, Kim I. Exogenous enzymes as zootechnical additives in monogastric animal feed: a review. *Agriculture.* 2023;13(12):2195. doi:10.3390/agriculture13122195

71. Swain BK, Naik PK, Singh NP. Performance, carcass characteristics and economics of production of broiler chickens fed diet supplemented with multienzyme. *Indian Journal of Poultry Science*. 2014;49(2):163-166.

72. Taheri H, Shirzadegan K. Multiple-enzyme supplementation on digestive traits, carcass characteristics, blood lipid parameters and growth performance of broilers fed a wheat-based diet. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2017;30(9):1285-1291. doi:10.5713/ajas.16.0415

73. Tuleun CD, Okereke EA, Sunmola TA. Nutritional value of dietary raw bambara nut offal fortified with enzyme (Natuzyne®) on the performance of broiler chickens. *Nig J Anim Prod*. 2020;47(1):221-233. doi: 10.51791/njap.v47i1.233

74. Walker H, Vartiainen S, Apajalahti J, Taylor-Pickard J, Nikodinoska I, Moran CA. The effect of including a mixed-enzyme product in broiler diets on performance, metabolizable energy, phosphorus and calcium retention. *Animals (Basel)*. 2024;14(2):328. doi: 10.3390/ani14020328

75. Widiarta PGD, Aldyanti A, Anindyasari D, Rizkuna A. The impact of feed price dynamics on broiler farm productivity and farmer welfare: a case study in Kutai kartanegara regency. *Economic and Business Management International Journal*. 2024;3(6):21-34. doi: 10.556442/eabmij.v6i3.872

76. Zaghari M, Majdeddin M, Taherkhani R, Moravej H. Estimation of nutrient equivalency values of Natuzyne and its effects on broiler chick performance. *J Appl Poult Res*. 2008;17(4):446-453. doi: 10.3382/japr.2008-00007

Информация об авторе:

Артур Николаевич Ильяшенко, кандидат биологических наук, научный консультант по кормлению животных, Bioproton Europe Oy, 127322, г. Москва, ул. Милашенкова, 15, тел.: 8(909)912-77-31.

Information about the authors:

Arthur N Ilyashenko, Cand. Sci. (Biology), Scientific consultant on animal feeding, Bioproton Europe Oy, 15 Milashenkova str., Moscow, 127322, tel.: 8(909)912-77-31.

Статья поступила в редакцию 03.05.2026; одобрена после рецензирования 17.06.2026; принята к публикации 14.09.2026.

The article was submitted 03.05.2026; approved after reviewing 17.06.2026; accepted for publication 14.09.2026.