

ПЕРЕВАРИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРОТЕАЗЫ В КОМБИКОРМАХ С ПОЛНОЖИРНОЙ СОЕЙ

Резюме. Целью работы являлась оценка влияния протеазосодержащего препарата Санзайм PPXG2 на использование питательных веществ и азота у цыплят-бройлеров при включении в комбикорма термообработанной полножирной сои. Было сформировано четыре группы бройлеров кросса Смена-9 по 35 голов. Контрольная группа получала сбалансированный рацион с соевым шротом; опытные группы — рационы с 10, 15 и 20 % полножирной сои и протеазой в дозе 150 г/т. В конце выращивания проведен физиологический опыт. Установлено, что замена части шрота полножирной соей совместно с протеазой не ухудшала использование питательных веществ и способствовала повышению использования азота: с 55,13 % в контроле до 58,94–60,34 % в опытных вариантах. Максимальный показатель отмечен при включении в рацион полножирной сои на уровне 15%. В этой группе средняя живая масса в 35 суток достигла 2156 г, а затраты корма на 1 кг прироста снизились до 1,596 кг против 1,715 кг в контроле. Полученные данные подтверждают целесообразность комплексной оценки качества сои, аминокислотной обеспеченности и ферментного сопровождения рационов.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, полножирная соя, протеаза, переваримость, азот, аминокислоты, конверсия корма, комбикорм.

NUTRIENT DIGESTIBILITY IN BROILER CHICKENS IN FEEDING WITH DIETS CONTAINING FULL-FAT SOY-BEAN AND PROTEASE

Abstract. The aim of the study was to evaluate the effect of the protease-containing preparation Sunzyme PPXG2 on nutrient and nitrogen utilization in broiler chickens fed diets containing heat-treated full-fat soybeans. Four groups of Smena-9 cross broilers (35 birds each) were formed. The control group received a balanced diet containing soybean meal, while the experimental groups received diets containing 10%, 15%, and 20% full-fat soybeans supplemented with protease at a dosage of 150 g/t. A physiological trial was conducted at the end of the rearing period. It was established that replacing a portion of the meal with full-fat soybeans, combined with the use of a protease, did not impair nutrient utilization and improved nitrogen utilization—increasing from 55.13% in the control group to 58.94–60.34% in the experimental groups. The highest value was observed when full-fat soybeans were included in the diet at a level of 15%. In this group, the average live weight at 35 days reached 2,156 g, and feed intake per kilogram of weight gain decreased to 1.596 kg, compared to 1.715 kg in the control group. These findings confirm the value of a comprehensive assessment of soybean quality, amino acid adequacy, and the use of supplemental enzymes in diets.

Key words: broiler chickens, full-fat soybean, protease, digestibility, nitrogen, amino acids, feed conversion, compound feed.

УДК 636.5:636.084.1:636.087.73

Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2026-09-3-285

РУСЛАН ДЖАБРАИЛОВИЧ ГУЛИЕВ¹,

аспирант

E-mail: rusgul@list.ru

¹ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА

имени К. А. Тимирязева

127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

Поступила в редакцию:

14.08.2026

Одобрена после рецензирования:

14.09.2026

Принята в публикацию:

21.09.2026

UDC 636.5:636.084.1:636.087.73

Research article

DOI 10.69539/2413-287X-2026-09-3-285

RUSLAN D. GULIEV¹,

Graduate Student

E-mail: rusgul@list.ru

¹Russian State Agrarian University –

Moscow Agricultural Academy

named after K. A. Timiryazev

127434, Moscow, Timiryazevskaya Street, 49

Received by editor office:

08.14.2026

Approved in revised:

09.14.2026

Accepted for publication:

09.21.2026



ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности производства мяса птицы определяется не только генетическим потенциалом современных кроссов, но и степенью превращения питательных веществ комбикорма в продукцию. Белковая часть рациона имеет особое значение: у бройлеров интенсивный прирост мышечной ткани требует постоянного поступления доступных аминокислот, а неполное переваривание протеина увеличивает потери азота, ухудшает санитарное состояние подстилки и повышает кормовые затраты. В этой связи использование соевых компонентов и ферментных препаратов рассматривается как технологический резерв повышения биологической ценности рационов [7].

Полножирная соя является одновременно источником растительного белка и масла [1]. Однако ее применение возможно только после корректной тепловой обработки, поскольку нативные бобы содержат ингибиторы трипсина и химотрипсина, лектины и другие антипитательные соединения. Недостаточная инактивация ингибиторов снижает доступность белка, а перегрев ухудшает качество аминокислот. Поэтому полезный эффект продукта определяется не только уровнем его ввода, но и качеством обработки, контролируемым по активности уреазы, растворимости белка в КОН, индексу дисперсности и показателям окисления жира [11].

Экзогенные протеазы способны дополнять действие эндогенных пищеварительных ферментов, повышая гидролиз протеиновых фракций и доступность аминокислот [8]. В исследованиях на рационах с соевым шротом и полножирной соей показано, что монокомпонентная протеаза увеличивает общую и илеальную доступность большинства аминокислот; среднее увеличение total tract и илеальной переваримости аминокислот составило 5,19 и 3,86% соответственно [6]. Вместе с тем, величина ответа зависит от источника белка, степени его обработки и исходного уровня доступности аминокислот. Цель настоящей работы — изучить влияние добавления протеазы на использование питательных веществ и азота у бройлеров при разных уровнях включения в рацион полножирной сои.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено в 2026 г. в условиях СГЦ «Загорское ЭПХ» на цыплятах-бройлерах кросса Смена-9. Содержание было клеточным, в батареях типа Big Dutchman; параметры плотности посадки, микроклимата, освещения, фронта кормления и поения были одинаковыми для всех групп и соответствовали принятой на предприятии технологии. Продолжительность выращивания составляла 35 суток. Из суточных кондиционных цыплят методом случайной выборки сформировали четыре группы по 35 голов (табл. 1).

Кормление осуществляли полнорационными рассыпными комбикормами по трехфазной схеме: стартер — 1–14 суток, ростовой — 15–21 сутки, финишный — 22–35 суток.

Таблица 1. Характеристика выборки

Группа	Число голов	Особенности кормления
1 — контрольная	35	Основной рацион с соевым шротом
2 — опытная	35	ОР + 10 % полножирной сои + Санзайм PPXG2, 150 г/т
3 — опытная	35	ОР + 15 % полножирной сои + Санзайм PPXG2, 150 г/т
4 — опытная	35	ОР + 20 % полножирной сои + Санзайм PPXG2, 150 г/т

В опытных рецептурах по мере увеличения ввода полножирной сои снижали долю соевого шрота и подсолнечного масла. Рационы выравнивали по обменной энергии, сырому протеину, кальцию, доступному фосфору и основным аминокислотам. Полножирная соя содержала 35,9% сырого протеина, 21,9% жира, 4,5% клетчатки, 0,82% общего фосфора; активность уреазы составляла 0,12 ед. рН, растворимость протеина — 76,6%.

Препарат Санзайм PPXG2 согласно материалам опыта содержал протеазу активностью не менее 30 000 ед/г, полученную с использованием штамма *Bacillus subtilis* GIM1.135 AS1.892; носителем являлся кукурузный крахмал. Фермент вводили в количестве 150 г на 1 т комбикорма. В возрасте 30–35 суток проведен физиологический опыт. В комбикормах и помете определяли содержание сырого протеина, жира, клетчатки, золы, кальция и фосфора. Доступность аминокислот рассчитывали по разности поступления и выделения аминокислот; использование азота устанавливали в балансовом опыте. Статистическую обработку проводили с применением t-критерия Стьюдента при $P \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В стартовый период содержание обменной энергии в вариантах находилось в пределах 12,46–12,53 МДж/кг, сырого протеина — 22,0%, доступного лизина — 1,23%. В ростовой фазе энергетическая питательность составляла 12,95–12,99 МДж/кг, сырой протеин — 20,0–20,5%, а в финишной — 13,34–13,36 МДж/кг и 20,0% соответственно. Следовательно, различия продуктивности нельзя объяснить только повышением расчетных уровней энергии и протеина.

Физиологический опыт показал, что применение термообработанной полножирной сои на фоне протеазы не ухудшало использование питательных веществ. По опытным группам отмечалась положительная направленность переваривания протеиновой и липидной части рационов. Наиболее выраженный ответ наблюдался при включении 15% полножирной сои. Полученный эффект может быть связан с хорошим качеством обработанного соевого сырья, поступлением дополнительной энергии из масла и действием протеазы на белковые фракции рациона (табл. 2).

Таблица 2. Результаты исследований

Показатель	Контроль	10 % сои + протеаза	15 % сои + протеаза	20 % сои + протеаза
Использование азота, %	55,13	58,94	60,34	60,17
Изменение к контролю, п.п.	—	+3,81	+5,21	+5,04
Средняя живая масса в 35 суток, г	1973	2107	2156	2150
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,715	1,643	1,596	1,597
Потребление корма, кг/гол.	3,309	3,391	3,372	3,365

Использование азота в опытных группах превышало контроль на 3,81–5,21 процентного пункта. Максимальное значение — 60,34%, получено при содержании 15% полножирной сои. Таким образом, улучшение продуктивности сопровождалось более полным включением азота корма в обменные процессы. Это имеет как производственное, так и экологическое значение: сокращается потенциальное количество неиспользованного азота, выводимого с пометом.

Расчет доступности аминокислот выявил положительную направленность ответа в опытных группах по большинству изученных незаменимых и заменимых аминокислот [3]. Особенно существенным является улучшение использования лизина, метионина, треонина, валина и изолейцина, поскольку их недостаточная доступность лимитирует синтез мышечного белка. Полученные изменения согласуются с механизмом действия протеазы: дополнительный гидролиз белковых субстратов увеличивает пул низкомолекулярных пептидов и аминокислот, доступных абсорбции в тонком кишечнике [1].

Зоотехнические показатели подтверждают результаты балансового опыта. Живая масса бройлеров опытных групп в 35 суток превышала контроль на 6,7–9,2%. При этом максимальный показатель 2156 г достигнут в третьей группе. Затраты корма на 1 кг прироста снизились с 1,715 кг

в контроле до 1,643–1,596 кг в опытных группах. Вариант с включением 20% полножирной сои не дал преимущества по сравнению с 15%, что указывает на оптимальность промежуточного уровня содержания этого продукта.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты подтверждают положение о том, что ответ на экзогенную протеазу определяется качеством и доступностью белкового субстрата. При использовании корректно обработанной полножирной сои фермент не компенсирует грубый технологический дефект, а усиливает гидролиз белковых фракций, доступных эндогенным ферментам лишь частично. В опубликованных исследованиях монокомпонентная протеаза увеличивала общую и илеальную доступность большинства аминокислот соевого шрота и полножирной сои; среднее повышение составляло 5,19 и 3,86% соответственно [4].

Протеаза не может рассматриваться как альтернатива термообработке. При использовании сырой полножирной сои повышение ее доли снижало илеальную доступность протеина и аминокислот, а фермент обеспечивал только частичную компенсацию отрицательного действия ингибиторов [2]. Аналогично, при чрезмерном гидротермическом воздействии на шрот добавление протеазы не устраняло

Литература/Literature

- Буяров, В. С. Инновационные разработки и их освоение в промышленном птицеводстве / В. С. Буяров, А. В. Буяров, О. Н. Сахно // Аграрный научный журнал. — 2015. — № 12. — С. 69–75.
- Пономаренко, Ю. А. Нетрадиционные корма и биологически активные вещества в рационах цыплят-бройлеров и кур-несушек / Ю. А. Пономаренко // Сергиев Посад. — 2017.
- Рядинская, А. А. и др. Влияние различных уровней источников метионина на показатели продуктивности цыплят-бройлеров. Монография / А. А. Рядинская и др. // LitRes. — 2022.
- Фисинин, В. И. Руководство по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / В. И. Фисинин, И. А. Егоров и др. // Сергиев Посад. — 2014.
- Angel, C. R. Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in broiler chickens / C. R. Angel, W. Saylor, S. L. Vieira, N. Ward // Poultry Science. — 2011. — Vol. 90. — P. 2281–2286.
- Batal, A. B. Protein dispersibility index as an indicator of adequately processed soybean meal / A. B. Batal, M. W. Douglas, A. E. Ingram, C. M. Parsons // Poultry Science. — 2000. — Vol. 79. — P. 1592–1596.
- Clarke, E. Effects of extrusion conditions on trypsin inhibitor activity of full fat soybeans and subsequent effects on their nutritional value for young broilers / E. Clarke, J. Wiseman // British Poultry Science. — 2007. — Vol. 48. — P. 703–712.
- Law, F. L. The effects of low-protein diets and protease supplementation on broiler chickens in a hot and humid tropical environment / F. L. Law [et al.] // Asian-Australasian journal of animal sciences. — 2017. — T. 31. — №. 8. — С. 1291.
- Salazar-Villanea, S. Effect of protease supplementation on apparent ileal crude protein and amino acid digestibility of over-processed soybean meals in broilers / S. Salazar-Villanea [et al.] // Journal of animal science and biotechnology. — 2022. — T. 13. — №. 1. — С. 74.
- Souza, L. J. The Addition of an Acid Protease Improved the Digestibility of Crude Protein and Amino Acids of Soybean Meal, but Not of Corn, in Piglets / L. J. Souza [et al.] // Animals. — 2025. — T. 15. — №. 20. — С. 3037.
- Toomer, O. T. Full-Fat soybean meals as an alternative poultry feed ingredient—feed processing methods and utilization — review and perspective / O. T. Toomer [et al.] // Animals. — 2024. — T. 14. — №. 16. — С. 2366.
- Xavier Junior, M. L. Metabolizable energy and amino acid digestibility of soybean meal from different sources for broiler chickens supplemented with protease / M. L. Xavier Junior [et al.] // Animals. — 2024. — T. 14. — №. 5. — С. 782.

потери доступности белка [9]. В настоящей работе низкая активность уреазы и достаточная растворимость протеина в КОН свидетельствуют, что исследованная соя имела удовлетворительное технологическое качество.

Повышение использования азота до 60,34% при включении в рацион 15% полножирной сои может быть обусловлено более полным гидролизом белковых фракций, уменьшением поступления непереваренного протеина в дистальные отделы кишечника и снижением эндогенных потерь. Литературные сведения указывают, что протеазы повышают АМЕ и АМЕР соевых продуктов, а также доступность незаменимых и заменимых аминокислот [12]. Вместе с тем, эффект на кальций и фосфор следует интерпретировать с осторожностью: протеаза не расщепляет фитат и не заменяет фитазу; влияние на минералы имеет преимущественно косвенный характер.

Отсутствие дополнительного преимущества при включении 20% полножирной сои может объясняться увеличением доли жира и клетчатки, изменением физической структуры корма и относительным смещением аминокислотного профиля. Даже при выравнивании рационов по расчетным показателям скорость высвобождения энергии и аминокислот из разных ингредиентов может различаться. Поэтому для практики важен не максимально возможный, а биологически и экономически оптимальный уровень ввода продукта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Введение термообработанной полножирной сои в количестве 10–20% совместно с протеазой Санзайм PPXG2 в дозе 150 г/т не ухудшало использование питательных веществ рационов бройлеров. Использование азота увеличилось с 55,13% в контроле до 58,94–60,34% в опытных группах. Наиболее благоприятный результат получен при включении в рацион 15% полножирной сои: средняя живая масса в 35 суток составила 2156 г, затраты корма на 1 кг прироста — 1,596 кг, использование азота — 60,34%. Практическая ценность технологии определяется сочетанием качественно обработанной сои, баланса рационов по доступным аминокислотам и равномерного введения протеазы.

Научная новизна состоит в получении комплексных данных о сочетанном влиянии 10, 15 и 20% полножирной сои и препарата Санзайм PPXG2 в дозе 150 г/т на использование азота, доступность аминокислот и продуктивность бройлеров кросса Смена-9. В условиях единой схемы кормления выявлен уровень полножирной сои, обеспечивший максимальное использование азота и минимальные затраты корма на единицу прироста. Установлена производственно значимая связь между повышением использования азота и улучшением конверсии корма при применении ферментного рациона. ■