

ВЛИЯНИЕ ПРОТЕАЗНОЙ АКТИВНОСТИ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ АМИНОКИСЛОТ В СОДЕРЖИМОМ 12-ПЕРСТНОЙ КИШКИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Резюме. Изучено влияние ферментного препарата с протеазной активностью в количестве 150 г / т в комбикормах с разными уровнями сои полножирной на содержание и доступность свободных аминокислот в химусе 12-перстной кишки у цыплят-бройлеров кросса Смена 9. Установлено, что его применение приводит к оптимизации зоотехнических показателей выращивания цыплят-бройлеров за счет повышения интенсивности процессов гидролиза белка в 12-перстной кишке и улучшения доступности аминокислот.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, полножирная соя, ферментные препараты, прирост живой массы, затраты корма, доступность аминокислот.

THE INFLUENCE OF PROTEASE ACTIVITY ON THE CONCENTRATION OF AMINO ACIDS IN THE DUODENAL CONTENTS OF BROILER CHICKENS

Abstract. The effect of an enzyme preparation with protease activity in the amount of 150 g / t in compound feeds with different levels of full-fat soy on the content and availability of free amino acids in the duodenal chyme of cross Smena 9 broiler chickens was studied. It was found that its use leads to optimization of zootechnical indicators of broiler chickens by increasing the intensity of hydrolysis processes protein in the duodenum and improved availability of amino acids.

Key words: broiler chickens, full fat soybeans, enzyme preparations, live weight gain, feed conversion, amino acid availability.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение сельскохозяйственной птицы доступными аминокислотами всегда было в фокусе внимания зооветеринарной службы. Новые научно-практические данные в этой области могут быть использованы в работе по увеличению продуктивности и сохранению здоровья птицы. Реакция молодняка на недостаток аминокислот или на несбалансированное кормление проявляется уже на вторые сутки несоответствия, а восстановление нормального процесса роста происходит медленно и не ранее чем через 7–10 суток после устранения нарушений. Сопровождается оно увеличением расхода корма на единицу выращенной продукции, что отрицательно сказывается на экономических показателях [1, 2, 3, 4].

Зерно бобовых культур богато протеином (21,2–48,5%), биологическая ценность которого выше, чем у злаковых, а по аминокислотному составу оно незначительно уступает

молоку (75–85%). Бобовые культуры отличаются от злаковых более высоким уровнем витаминов В₁, В₂, В₅, Е, С, в них больше жира и минеральных веществ. Однако наличие антипитательных веществ (ингибиторов трипсина, уреазы, липоксидазы, сапонина, гликозидов, алкалоидов, лектина и т.д.), угнетающих пищеварительные ферменты, вынуждает использовать зерно бобовых культур только после предварительной обработки [5]. Кроме того, содержит значительное количество неусвояемых олигосахаридов (галактоза, раффиноза, стахиоза), а также арабиноксиланов и пектинов, что и послужило объективной предпосылкой применения в комбикормах с соей полножирной комплексного ферментного препарата с протеазой.

Целью и задачей настоящего исследования стало изучение доступности аминокислот и их концентрации в содержимом 12-перстной кишки цыплят-бройлеров.

УДК 619:612.3:636.52/.58:636.084.5

Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2026-07-3-280

РУСЛАН ДЖАБРАИЛОВИЧ ГУЛИЕВ¹,

аспирант

E-mail: rusgul@list.ru

¹ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

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

Работа выполнена в рамках тематического плана-задания на выполнение научно-исследовательских работ по заказу Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета в 2026 году.

Поступила в редакцию:

21.07.2026

Одобрена после рецензирования:

06.08.2026

Принята в публикацию:

07.08.2026

UDC 619:612.3:636.52/.58:636.084.5

Research article

DOI 10.69539/2413-287X-2026-07-3-280

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

This work was carried out within the framework of the thematic plan and assignment for research commissioned by the Ministry of Agriculture of Russia and funded by the federal budget in 2026.

Received by editor office: 07.21.2026

Approved in revised: 08.06.2026

Accepted for publication: 08.07.2026



МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в условиях СГЦ «Загорское ЭПХ» в 2026 г. на бройлерах кросса Смена 9, которых выращивали с суточного до 35-дневного возраста в клеточных батареях типа Big Dutchmann. Из кондиционных цыплят методом случайной выборки были сформированы четыре группы (контрольная и три опытных) по 35 голов. Нормы посадки, световой, температурный, влажностный режимы, фронт кормления и поения во все возрастные периоды соответствовали рекомендациям ВНИТИП и для всех групп были одинаковыми. Птица потребляла рассыпные полнорационные комбикорма, сбалансированные по всем питательным и биологически активным веществам согласно методическому руководству по кормлению сельскохозяйственной птицы (2021) [6, 7]. Схема опыта приведена в таблице 1, рецепты комбикормов и уровни ввода витаминов и микроэлементов — в таблицах 2 и 3.

Сохранность поголовья (%) устанавливали на основе данных об отходе и анализировали его причины. Живую массу бройлеров в возрасте 1, 14, 21 и 35 суток учитывали путем индивидуального взвешивания по группам. В возрасте 35 суток петушков и курочек взвешивали отдельно и рассчитывали среднюю живую массу поголовья.

Доступность аминокислот определяли в физиологических опытах на цыплятах в возрасте 32—35 суток, вычисления проводили по формуле:

$$\text{Доступность аминокислот} = \frac{(AK_{\text{корма}} - AK_{\text{помета}})}{AK_{\text{корма}}} \times 100\%,$$

где $AK_{\text{корма}}$ — количество аминокислот, потребленных с кормом, мг;

$AK_{\text{помета}}$ — количество аминокислот, выделенных с пометом, мг.

Общую активность протеаз дуоденального химуса определяли по методу Moore and Stein в модификации А.М. Уголева и Н.М. Тимофеевой 1969 г., а концентрацию свободных аминокислот в содержимом 12-перстной кишки — на аминокислотном анализаторе при убойе птицы. Все анализы проводились в отделе физиологии и биохимического анализа ВНИТИП. Материалы обрабатывались биометрически с использованием программы Microsoft Excel, что позволило обеспечить объективность полученных результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полножирная соя содержала 35,9% сырого протеина, все незаменимые и заменимые аминокислоты, 21,9% сырого жира, 355 ккал/100 г или 14,87 МДж/кг обменной энергии. Активность уреазы составляла 0,12 рН при растворимости протеина 76,6%, соя была не токсична. В ней не обнаружено перекисей, в то время как в соевом шроте их уровень соответствовал 0,39 и 2,11 ммоль/1/2О (или 0,01—0,03% йода).

Кормовой мультиэнзимный комплекс, применяемый в исследовании, содержал протеазу с активностью 30 000 Ед/г (штамм-продуцент *Bacillus subtilis* GIM1.135 AS1.892) и кукурузный крахмал (до 100%).

В результате исследований установлено, что сохранность поголовья во всех группах находилась на уровне 100%. Живая масса бройлеров в возрасте пяти недель во всех опытных группах, получавших комбикорм с соей полножирной и ферментным препаратом с протеазной активностью, составляла в среднем 2107—2156 г (петушки достигали массы 2283—2323 г, курочки — 1931—2003 г). Превышение этого показателя относительно контроля — 6,7—9,2% ($P \leq 0,01 \div 0,001$). Значимое различие по живой массе в сторону увеличения отмечено у цыплят-бройлеров 2 опытной группы (корм с 15% полножирной сои и ферментным препаратом). Птица всех опытных групп хорошо потребляла комбикорм. Его расход на 1 кг прироста живой массы был меньше по сравнению с контрольной группой на 4,2—7,0%, самым низким он был во 2 опытной группе.

Как видно из данных таблицы 4, изменение рН содержимого 12-перстной кишки имело определенную закономерность. Более высоким значение этого показателя было в контрольной группе, опытные группы мало различались по нему.

Наибольшая концентрация свободных аминокислот (мг%) в жидком содержимом 12-перстной кишки (табл. 5) свидетельствует о положительном влиянии полножирной сои и ферментного препарата. Если сравнить опытные группы по общей концентрации свободных аминокислот, то разница между ними оказывается незначительной (133,2—145,0 мг%), в то время как относительно контроля она достигает 6,0—16,1%. Выявленные в опыте изменения концентрации свободных аминокислот в содержимом 12-перстной кишки цыплят-бройлеров при добавлении

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Особенности кормления*
Контрольная	Основной рацион (ОР) — полнорационные комбикорма, содержащие соевый шрот
1 опытная	ОР с вводом сои полножирной в количестве 10% и ферментного препарата с протеазной активностью из расчета 150 г/т корма
2 опытная	ОР с вводом сои полножирной в количестве 15% и ферментного препарата с протеазной активностью из расчета 150 г/т корма
3 опытная	ОР с вводом сои полножирной в количестве 20% и ферментного препарата с протеазной активностью из расчета 150 г/т корма.

*В комбикормах для цыплят опытных групп сою полножирную использовали взамен соевого шрота и корректировали ввод других компонентов для соблюдения баланса рациона.

в корм ферментного препарата указывают на усиление интенсивности процессов гидролиза белка в кишечнике и повышении доступности аминокислот. Существенные различия отмечены между опытными и контрольной группами по концентрации свободных лизина (9,0–14,9%),

метионина (16,2–17,8%) и цистина (11,0–35,9%). Доступность аминокислот при вводе в комбикорм разных уровней сои полножирной и ферментного препарата повышалась по сравнению с контрольной группой (табл. 6). Наибольшей доступность была во 2 опытной группе.

Таблица 2. Компонентный и питательный составы комбикормов, %

Компонент	Возраст бройлеров, сут											
	1—14				15—21				22—35			
	Группа											
	кон- троль- ная	1 опыт- ная	2 опыт- ная	3 опыт- ная	кон- троль- ная	1 опыт- ная	2 опыт- ная	3 опыт- ная	кон- троль- ная	1 опыт- ная	2 опыт- ная	3 опыт- ная
Шрот соевый	31,15	24,25	20,80	17,34	27,34	20,43	16,98	13,53	26,62	19,69	16,23	12,77
Пшеница	60,31	58,42	57,49	56,57	63,70	61,83	60,91	59,99	63,04	61,24	60,34	59,44
Масло подсолнечное	3,78	2,59	1,99	1,39	4,73	3,54	2,94	2,34	6,22	4,97	4,35	3,73
Соя полножирная	0,00	10,00	15,00	20,00	0,00	10,00	15,00	20,00	0,00	10,00	15,00	20,00
Монокальцийфосфат	1,42	1,40	1,39	1,38	1,22	1,20	1,18	1,17	1,23	1,21	1,20	1,19
Известняковая мука	1,53	1,52	1,52	1,51	1,37	1,36	1,36	1,35	1,37	1,36	1,36	1,35
Соль	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Лизин	0,37	0,36	0,35	0,35	0,30	0,29	0,28	0,28	0,23	0,23	0,22	0,22
Метионин	0,35	0,36	0,36	0,36	0,29	0,30	0,30	0,30	0,26	0,27	0,27	0,27
Треонин	0,17	0,17	0,17	0,17	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10
Холин хлорид	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Премикс	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Итого, %	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Питательность 100 г корма												
Обменная энергия												
ккал/100 г	299,56	298,51	298,18	297,85	308,64	307,99	307,66	309,49	319,27	319,00	318,87	318,74
МДж/кг	12,53	12,49	12,48	12,46	12,99	12,98	12,96	12,95	13,36	13,35	13,34	13,34
Сырой протеин	22,00	22,00	22,00	22,00	20,50	20,50	20,50	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Сырой жир	4,98	5,27	5,41	5,55	5,92	6,20	6,34	6,66	7,38	7,62	7,74	7,86
Сырая клетчатка	2,34	2,75	2,96	3,16	2,27	2,68	2,89	3,00	2,23	2,64	2,85	3,05
Сырая зола	5,96	5,88	5,84	5,79	5,43	5,34	5,30	5,19	5,38	5,29	5,25	5,21
Кальций	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Фосфор общ.	0,75	0,75	0,76	0,76	0,69	0,69	0,69	0,70	0,68	0,69	0,69	0,69
Фосфор дост.	0,45	0,45	0,45	0,45	0,40	0,40	0,40	0,42	0,40	0,40	0,40	0,40
Натрий	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Хлор	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	0,32	0,30	0,30	0,29	0,29
Аминокислоты												
лизин	1,36	1,36	1,37	1,37	1,21	1,21	1,22	1,19	1,13	1,14	1,14	1,15
метионин	0,65	0,66	0,66	0,66	0,57	0,58	0,58	0,61	0,54	0,54	0,55	0,55
метионин + цистин	1,02	1,03	1,03	1,03	0,92	0,93	0,93	0,93	0,88	0,89	0,89	0,90
треонин	0,93	0,93	0,93	0,93	0,82	0,82	0,82	0,83	0,79	0,79	0,79	0,79
триптофан	0,28	0,28	0,28	0,29	0,26	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
аргинин	1,38	1,38	1,39	1,39	1,27	1,27	1,28	1,26	1,24	1,25	1,25	1,25
Усвояемые аминокислоты												
лизин	1,23	1,23	1,23	1,23	1,09	1,09	1,09	1,09	1,02	1,02	1,02	1,02
метионин	0,62	0,63	0,63	0,63	0,55	0,55	0,55	0,58	0,51	0,51	0,52	0,52
метионин + цистин	0,93	0,93	0,93	0,93	0,84	0,84	0,84	0,84	0,80	0,80	0,80	0,80
треонин	0,81	0,81	0,81	0,81	0,71	0,71	0,71	0,71	0,68	0,68	0,68	0,68
триптофан	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
аргинин	1,25	1,24	1,23	1,23	1,15	1,14	1,13	1,15	1,12	1,11	1,11	1,10

Таблица 3. Уровни ввода витаминов и микроэлементов в расчете на 1 кг комбикорма

Компонент	Рацион		
	старт	рост	финиш
Витамин А, тыс. МЕ/кг	12,00	10,00	10,00
Витамин D ₃ , тыс. МЕ/кг	3,50	3,00	3,00
Витамин Е, мг/кг	30,00	20,00	20,00
Витамин К ₃ , мг/кг	2,00	1,00	1,00
Витамин В ₁ , мг/кг	2,00	1,00	1,00
Витамин В ₂ , мг/кг	8,00	6,00	6,00
Витамин В ₆ , мг/кг	3,00	3,00	3,00
Витамин В ₁₂ , мг/кг	0,025	0,025	0,025
Биотин, мг/кг	0,10	0,05	0,05
Холин, мг/кг	500,00	500,00	500,00
Фолиевая кислота, мг/кг	0,50	0,50	0,50
Никотиновая кислота, мг/кг	30,00	20,00	20,00
Пантотеновая кислота, мг/кг	10,00	10,00	10,00
Марганец, мг/кг	100,00	100,00	100,00
Цинк, мг/кг	70,00	70,00	70,00
Железо, мг/кг	25,00	25,00	25,00
Медь, мг/кг	3,50	3,50	3,50
Йод, мг/кг	0,70	0,70	0,70
Селен, мг/кг	0,300	0,300	0,300

Таблица 4. Активность общих протеаз и pH химуса 12-перстной кишки цыплят-бройлеров (n=6)

Группа	pH химуса 12-перстной кишки	Активность общих протеаз	
		усл. ед.	% к контролю
Контрольная	6,8 ± 0,2	312 ± 11,4	100,0
1 опытная	5,3 ± 0,3***	544 ± 10,2	174,4
2 опытная	5,2 ± 0,3***	520 ± 12,7	166,7
3 опытная	5,4 ± 0,2***	520 ± 10,8	166,7

***P ≤ 0,001.

Таблица 5. Концентрация свободных аминокислот (мг%) в жидком содержимом 12-перстной кишки

Аминокислота	Группа			
	конт-рольная	1 опыт-ная	2 опыт-ная	3 опыт-ная
Лизин	10,10	11,01	11,55	11,60
Гистидин	6,01	6,29	6,47	5,99
Аргинин	8,92	9,17	10,26	10,20
Аспарагиновая	8,12	9,00	9,76	9,80
Треонин	7,44	8,29	8,90	8,84
Серин	11,15	11,42	12,79	12,70
Глутаминовая	12,14	13,21	14,82	14,76
Пролин	8,92	9,75	10,01	9,97
Глицин	6,70	6,75	7,49	7,44
Аланин	7,11	7,64	8,45	8,40
Цистин	5,02	5,57	6,82	6,80
Валин	4,01	4,10	4,14	4,12
Метионин	6,80	7,90	8,01	8,00
Изолейцин	11,07	11,90	12,11	12,00
Лейцин	6,14	6,45	6,90	6,85
Тирозин	6,08	6,70	7,55	7,50
Сумма аминокислот, в среднем	125,70	135,20	146,00	145,00

Таблица 6. Доступность аминокислот, %

Аминокислота	Группа			
	конт-рольная	1 опыт-ная	2 опыт-ная	3 опыт-ная
Лизин	84,4	86,2	88,4	88,0
Гистидин	61,8	64,9	65,7	65,2
Аргинин	83,1	84,0	85,5	85,6
Аспарагиновая	85,3	88,7	90,7	90,0
Треонин	88,9	90,0	92,3	92,0
Серин	89,1	90,0	91,7	91,2
Глутаминовая	89,7	91,3	92,4	92,2
Пролин	88,9	91,0	91,3	91,0
Глицин	89,0	90,2	91,4	90,7
Аланин	87,1	88,7	89,8	89,0
Цистин	78,3	81,0	81,3	81,0
Валин	89,4	91,2	91,5	91,2
Метионин	74,4	75,8	80,5	80,0
Изолейцин	82,2	84,0	84,4	84,1
Лейцин	78,7	80,0	81,4	81,2
Тирозин	86,2	87,7	88,6	88,4
Фенилаланин	86,0	86,8	87,7	87,5
Сумма аминокислот, в среднем	79,9	81,5	82,6	82,3

ВЫВОДЫ

Использование в составе комбикорма для цыплят-бройлеров сои полножирной (10, 15 и 20%) и ферментного препарата с протеазной активностью целесообразно, так как способствует улучшению зоотехнических показателей выращивания птицы за счет повышения интенсивности процессов гидролиза белка в 12-перстной кишке.

Литература / Literature

1. Фисинин, В. И. Современные подходы к кормлению птицы / В. И. Фисинин, И. А. Егоров // Птицеводство. — 2011. — № 3. — С. 7–9.
2. Пономаренко, Ю. А. Питательность, безопасность кормовых компонентов, комбикормов: современные подходы к питанию животных / Ю. А. Пономаренко, В. И. Фисинин, И. А. Егоров. — М., 2025. — 696 с.
3. Пономаренко, Ю. А. Комбикорма, корма, кормовые добавки, биологически активные вещества, рационы, качество, безопасность. Монография / Ю. А. Пономаренко, В. И. Фисинин, И. А. Егоров. — Минск : Белстан, 2020. — С. 220–764.
4. Околенова, Т. М. Птицеводство: актуальные вопросы и ответы: монография / Т. М. Околенова, С. В. Енгашев, И. А. Егоров. — М. : РИОР, 2020. — 267 с.
5. Методические наставления по использованию в комбикормах для птицы новых биологически активных, минеральных и кормовых добавок / В. И. Фисинин, Т. М. Околенова, И. А. Егоров [и др.] // под общ. ред. Т. М. Околеновой. — 2011. — 98 с.
6. Руководство по кормлению сельскохозяйственной птицы / И. А. Егоров, В. А. Манукян, Т. М. Околенова [и др.] // под общ. ред. В. И. Фисинина, И. А. Егоров. — М. : Лица, 2018. — 226 с.
7. Руководство по работе с птицей мясного кросса «Смена 9» с аутоксесной материнской родительской формой / Д. Н. Ефимов, А. В. Егорова, Ж. В. Емануилова [и др.] // под общ. ред. В. И. Фисинина, Д. Н. Ефимова. — Сергиев Посад, 2021. — 99 с.
8. Практическое руководство по переработке и использованию сои / под ред. Д. Р. Эриксона / пер. с англ. под ред. М. Доморощенковой. — М. : Макцентр, 2002. — 672 с.
9. Организация системы контроля инфекционных болезней птиц, применения антимикробных препаратов и выпуска безопасной продукции птицеводства / сост. С. В. Щепеткина. — СПб. : ФГБОУ ВО СПбГАВМ, 2018. — 536 с. : ил. ■