

ЗООЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ /  
ZOOLOGY, HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Оригинальная научная статья

УДК 636.082.4: 591.133.2: 665.117

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-2-57-63>



**Активность ферментов дуоденального химуса цыплят-бройлеров  
при скармливании соевого шрота и жмыха (ЭкоСоя)**

**Дарья Дмитриевна Беззубенко, Владимир Георгиевич Вертипрахов**

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

**Автор, ответственный за переписку:** Владимир Георгиевич Вертипрахов; [vertiprahov@rgau-msha.ru](mailto:vertiprahov@rgau-msha.ru)

**Аннотация**

Проблема поиска наиболее полноценных белковых компонентов, которые можно применять при выращивании птицы, на сегодняшний день является актуальной, поскольку себестоимость кормов в птицеводстве достигает 70%. Наиболее востребованными методами оценки доступности питательных веществ в организме продуктивных животных становятся фистульные технологии. В работе использовали новую методику оценки вкусовых и питательных свойств двух соевых продуктов в рационе цыплят-бройлеров. Сравнительный анализ показал, что соевый жмых (ЭкоСоя) – наиболее предпочтительный по вкусу компонент корма, который увеличивает активность трипсина на 30,2%, липазы – на 114% по сравнению со шротом в первую постпрандиальную фазу (через 60 мин). Во второй период после кормления (спустя 120 мин) различия не были достоверными, но тенденция увеличения активности наблюдалась в опытной группе (на 17,2%).

**Ключевые слова**

цыплята-бройлеры, дуоденальная фистула, дуоденальный химус, соевый шрот, соевый жмых (ЭкоСоя)

**Благодарности**

Статья подготовлена по результатам доклада на Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы физиологии животных», посвященной 155-летию со дня образования кафедры физиологии животных в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (28-29 марта 2024 г., Москва)

**Финансирование**

Исследования выполнены при финансировании по договору выполнения НИР от 3 апреля 2024 г. № 22/23 между РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и ООО «Торговый дом «Дары Кавказа»

**Для цитирования**

Беззубенко Д.Д., Вертипрахов В.Г. Активность ферментов дуоденального химуса цыплят-бройлеров при скармливании соевого шрота и жмыха (ЭкоСоя) // *Тимирязевский биологический журнал*. 2024. Т. 2, № 2. С. 57-63. <https://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-2-57-63>

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

Original article

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-2-57-63>



**Duodenal chyme enzyme activity in broiler chickens fed soybean meal and cake (EcoSoy)**

**Darya D. Bezzubenko, Vladimir G. Vertiprakhov**

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

**Corresponding author:** Vladimir G. Vertiprakhov; [vertiprahov@rgau-msha.ru](mailto:vertiprahov@rgau-msha.ru)

**Abstract**

The problem of finding the most complete protein components that can be used in poultry farming is currently urgent, as the cost of feed in poultry farming reaches 70%. The most popular methods for evaluating nutrient availability

in the organism of productive animals are fistula technologies. In this work, the authors used a new technique to evaluate the palatability and nutritional properties of two soybean products in the diet of broiler chickens. The comparative analysis showed that soybean cake (EcoSoy) was the most preferred feed ingredient, increasing trypsin activity by 30.2% and lipase activity by 114% compared to meal in the first postprandial phase (after 60 min). In the second postprandial phase (after 120 min), the differences were not reliable, but a tendency to increase activity was observed in the experimental group (by 17.2%).

### Keywords

broiler chickens, duodenal fistula, duodenal chyme, soybean meal, soybean cake, EcoSoy

### Acknowledgements

The article was prepared on the basis of the results of the report at the International Scientific and Practical Conference “Current Problems of Animal Physiology” dedicated to the 155th anniversary of the Department of Animal Physiology of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (March 28-29, 2024, Moscow, Russia).

### Funding

The research was financed under the Research and Development Agreement No. 22/23 dated April 3, 2024 between the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy and LLC “Trading House “Gifts of The Caucasus”.

### For citation

Bezzubenko D.D., Vertiprakhov V.G. Duodenal chyme enzyme activity in broiler chickens fed soybean meal and cake (EcoSoy). *Timiryazev Biological Journal*. 2024;2(2):57-63. <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-2-57-63>

## Введение Introduction

Основной способ снижения себестоимости продукции производства птицеводческих предприятий – поиск и дальнейшее использование кормов с высокой эффективностью [1, 2]. Учитывая, что наибольший процент гидролиза нутриентов корма происходит в просвете тонкого отдела кишечника, рациональным и наиболее информативным методом в данном случае можно считать исследование химуса цыплят с использованием хронической фистулы на уровне восходящего колена двенадцатиперстной кишки. Такое расположение фистулы обусловлено локализацией в данном месте панкреатических и желчных протоков [6, 8, 9].

Использование соевых продуктов способно решить вопрос замены в рационах цыплят-бройлеров дорогостоящих высокобелковых кормовых компонентов животного происхождения на растительный источник белка с более низкой стоимостью. Одним из таких аналогов является соевый жмых (ЭкоСоя), изготавливаемый по технологии, снижающей содержание в продукте ингибиторов пищеварительных ферментов и повышающей переваримость корма [1-3, 6].

Исследования ферментативной активности содержимого 12-перстной кишки у цыплят-бройлеров при использовании в рационе соевого шрота и жмыха в корме с определением их вкусовых и питательных свойств ранее не проводились [3-5].

**Цель работы:** исследовать активность пищеварительных ферментов дуоденального химуса у цыплят-бройлеров с хронической фистулой через 60 и 120 мин после кормления при использовании соевого шрота и жмыха (ЭкоСоя).

## Методика исследований Research method

Для определения активности дуоденальных ферментов опыты проводили на 20-45-суточных цыплятах-бройлерах кросса РОСС308 с хронической дуоденальной фистулой в условиях Учебно-производственного птичника Зоостанции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Все исследования на птице выполняли, руководствуясь требованиями гуманного отношения к животным, с применением седативных и обезболивающих средств [8].

Хирургическую операцию выполняли на 14-20-суточных цыплятах, которым вживляли канюлю в 12-перстную кишку по методу, разработанному в лаборатории физиологии животных ФНЦ ВНИТИП РАН [9]. Цыплята содержались в условиях птичника в соответствии с требованиями для данного кросса [10, 11]. Физиологические опыты начинали спустя 3-5 суток после хирургической операции, когда все показатели здоровья птицы приходили в норму, и завершали по достижении птицей 35-суточного возраста.

Цыплят подразделяли случайным образом на 2 группы по 5 гол. в каждой: контрольная группа получала основной рацион (ОР) с добавкой соевого шрота (табл. 1, 2); опытная группа получала ОР, в котором часть замещали добавкой соевого жмыха (ЭкоСоя) (табл. 1, 2). Физиологические опыты начинали утром, натощак птицы, давая каждому цыпленку по 30 г комбикорма. Затем, через 60 мин для определения вкусовых качеств корма, и через 120 минут для определения его питательных свойств, собирали дуоденальный

химус по 0,5-1,0 мл. Химус центрифугировали при 7000 об/мин в течение 5 мин и определяли активность ферментов в надосадочной жидкости после 10-кратного разбавления.

Определение активности ферментов производилось на полуавтоматическом биохимическом анализаторе BS3000M (Sinnova, КНР). Активность трипсина определяли по методу Вертипрахова, Грозиной [9]. Активность щелочной фосфатазы и липазы, а также содержание макроэлементов (Са и Р) определялись с использованием реактивов компании ДИА-

ВЕТ (РФ) по методике, прописанной в инструкции к анализатору.

Рецепты используемых рационов, а также показатели их качества представлены в таблицах 1, 2.

Числовые результаты обрабатывали общепринятыми методами статистики с использованием программы Microsoft Excel.

Данные по активности пищеварительных ферментов и концентрации кальция и фосфора в химусе двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров кросса РОСС308 с хронической фистулой представлены в таблице 3.

Таблица 1

**Рецепт полнорационного комбикорма контрольной (соевый шрот) и опытной (соевый жмых – ЭкоСоЯ) групп цыплят-бройлеров**

Состав	Контроль (соевый шрот), %	Опыт (соевый жмых), %
Пшеница	31,56	35,75
Кукуруза	30,00	30,00
Шрот соевый СП 44%	23,66	-
Жмых соевый	-	18,9
Жмых подсолн. СП 34%, СК 20	7,85	7,37
Масло подсолнечное	3,79	2,87
Сульфат лизина	0,43	0,40
DL-метионин 98,5%	0,24	0,24
L-треонин 98%	0,08	0,07
Соль поваренная	0,32	0,32
Монокальцийфосфат	0,10	0,10
Мел кормовой	0,72	0,73
Сода пищевая	0,05	0,05
Холин хлорид 60%	0,20	0,20
Витаминно-минеральный премикс	1,00	1,00

Table 1

**Recipe for complete mixed diets for control (soybean meal) and experimental (soybean cake – EcoSoy) groups of broiler chickens**

Composition	Control group (soybean meal), %	Experimental group (soybean cake), %
Wheat	31.56	35.75
Corn	30.00	30.00
Soybean meal CP 44%	23.66	-
Soybean cake	-	18.9
Sunflower cake CP 34%, СК 20	7.85	7.37
Sunflower oil	3.79	2.87
Lysine sulphate	0.43	0.40
DL-methionine 98.5%	0.24	0.24
L-threonine 98%	0.08	0.07
Sodium chlorate	0.32	0.32
Monocalcium phosphate	0.10	0.10
Feed chalk	0.72	0.73
Sodium bicarbonate	0.05	0.05
Choline chloride 60%	0.20	0.20
Vitamin and mineral premix	1.00	1.00

Таблица 2

**Показатели качества полнорационного комбикорма контрольной (соевый шрот) и опытной (соевый жмых – ЭкоСоЯ) групп цыплят-бройлеров**

Показатель	Группы	
	Контроль (соевый шрот)	Опыт (соевый жмых)
ЭО птицы табл., ккал/100 г	311,00	309,00
ЭО птицы WPSA, ккал/100 г	310,00	310,00
Влажность, %	-	-
Сырой протеин, %	19,50	19,50
Сырой жир, %	7,01	7,16
Сырая клетчатка, %	4,75	4,75
Сырая зола, %	4,26	4,17
Лизин, %	1,10	1,09
Лизин SID птица, %	1,02	1,02
Метионин, %	0,54	0,53
Метионин SID птица, %	0,52	0,52
Ca, %	0,60	0,60
P, %	0,44	0,45
P усвояемый, %	0,36	0,36
Ca/P усвояемый	1,67	1,67

Из данных таблицы 3 следует, что в контрольной группе отмечалось достоверное увеличение активности липазы между первым и вторым заборами химуса на 78,3%, что соответствует 1196,9 ед/л. Также в химусе контрольной группы наблюдалось достоверное увеличение концентрации кальция на 18,5% (в среднем на 7,38 ммоль/л) вместе с тенденцией увеличения активности трипсина на 18,9% за период между пробами химуса. При этом концентрация фосфора достоверно снижалась на 13,2% на фоне тенденции снижения активности щелочной фосфатазы на 10,3%, которая участвует в гидролизе фосфорных соединений [9].

Table 2

**Quality indicators of complete mixed diets of control (soybean meal) and experimental (soybean cake – EcoSoy) groups of broiler chickens**

Indicator	Groups	
	Control group (soybean meal)	Experimental group (soybean cake)
Table EE of poultry, kcal/100 g	311.00	309.00
WPSA EE of poultry, kcal/100 g	310.00	310.00
Humidity, %	-	-
Crude protein, %	19.50	19.50
Crude fat, %	7.01	7.16
Crude fibre, %	4.75	4.75
Crude ash, %	4.26	4.17
Lysine, %	1.10	1.09
Lysine SID poultry, %	1.02	1.02
Methionine, %	0.54	0.53
Methionine SID poultry, %	0.52	0.52
Ca, %	0.60	0.60
P, %	0.44	0.45
P available, %	0.36	0.36
Ca/P available	1.67	1.67

В опытной группе за период от 60 до 120 мин после первого кормления достоверно повышалась только концентрация кальция (+10,3%) на фоне тенденции повышения активности трипсина на 123,5 ед/л (+7,0%). Это указывает на то, что процессы гидролиза в кишечнике усиливаются под влиянием более легкопереваримого по своему составу рациона. При этом повышаются его доступность и усвоение организмом птицы [6, 9]. По остальным показателям картина является схожей с контрольной группой, то есть активность щелочной фосфатазы снижается параллельно с концентрацией фосфора

**Активность пищеварительных ферментов и содержание макроэлементов  
в дуоденальном содержимом цыплят-бройлеров кросса РОСС308**

Показатель	Контроль (соевый шрот)		Опыт (соевый жмых)	
	60 мин	120 мин	60 мин	120 мин
Время забора химуса	60 мин	120 мин	60 мин	120 мин
Активность трипсина, ед/л	1354,1 ± 59,5	1610,4 ± 142,2	1763,6 ± 74,5 <sup>b</sup>	1887,2 ± 89,8
Активность щелочной фосфатазы, ед/л	16673,45 ± 1145,27	14954,68 ± 1200,09	11896,0 ± 516,9 <sup>b</sup>	11326,0 ± 437,2 <sup>b</sup>
Активность липазы, ед/л	1527,9 ± 185,9	2724,9 ± 336,1 <sup>a</sup>	3269,9 ± 361,4 <sup>b</sup>	3581,3 ± 293,5
Кальций, ммоль/л	39,8 ± 2,1	47,2 ± 2,2 <sup>a</sup>	64,5 ± 1,9	71,2 ± 1,7 <sup>a</sup>
Фосфор, ммоль/л	3,97 ± 0,14	3,45 ± 0,12 <sup>a</sup>	4,40 ± 0,09 <sup>b</sup>	4,14 ± 0,09 <sup>b</sup>

**Примечание.** <sup>a</sup> – разница между пробой химуса через 60 и 120 мин после потребления корма внутри одной группы статистически значима при  $p < 0,05$ ; <sup>b</sup> – различия между контрольной и опытной группами статистически значимы при  $p < 0,05$ .

Table 3

**Activity of digestive enzymes and content of macronutrients  
in duodenal contents of broiler chickens of the cross ROSS308**

Indicator	Control group (soybean meal)		Experimental group (soybean cake)	
	60 min	120 min	60 min	120 min
Time of chyme sampling	60 min	120 min	60 min	120 min
Trypsin activity, units/l	1354.1 ± 59.5	1610.4 ± 142.2	1763.6 ± 74.5 <sup>b</sup>	1887.2 ± 89.8
Alkaline phosphatase activity, units/l	16673.45 ± 1145.27	14954.68 ± 1200.09	11896.0 ± 516.9 <sup>b</sup>	11326.0 ± 437.2 <sup>b</sup>
Lipase activity, units/l	1527.9 ± 185.9	2724.9 ± 336.1 <sup>a</sup>	3269.9 ± 361.4 <sup>b</sup>	3581.3 ± 293.5
Calcium, mmol/l	39.8 ± 2.1	47.2 ± 2.2 <sup>a</sup>	64.5 ± 1.9	71.2 ± 1.7 <sup>a</sup>
Phosphorus, mmol/l	3.97 ± 0.14	3.45 ± 0.12 <sup>a</sup>	4.40 ± 0.09 <sup>b</sup>	4.14 ± 0.09 <sup>b</sup>

**Note.** <sup>a</sup> – difference between sampling 60 and 120 min after feed consumption within the same group is statistically significant at  $p < 0.05$ ; <sup>b</sup> – differences between the control and experimental groups are statistically significant at  $p < 0.05$ .

на 4,8 и 5,9% соответственно. Однако активность липазы в рамках данной группы цыплят увеличилась незначительно (на 2,6%,  $p < 0,05$ ).

Таким образом, если судить по активности трипсина, вкусовых и питательных свойствах корма, то различия внутри каждой из групп между вкусовыми ощущениями и питательностью не обнаружены.

При замене в контрольном рационе соевого шрота на жмых активность трипсина через 60 мин после потребления корма достоверно повышалась на 30,2% ( $p < 0,05$ ), а через 120 мин разница в активности трипсина составляла уже около 17,2%, но разница не является достоверной. Увеличение активности трипсина может быть обусловлено двумя факторами: более доступным протеиновым составом добавки (ЭкоСоя) по сравнению со шротом или наличием антипитательных элементов (ингибитора трипсина). С учетом того, что соевый жмых (ЭкоСоя) готовится по уникальной технологии с целью уменьшения ингибиторов трипсина, следует считать, что увеличение активности трипсина связано с более высоким качеством протеина в соевом жмыхе, способного стимулировать выработку фермента. При этом у группы, получавшей в рационе жмых, содержание общего кальция в среднем превышало данный показатель контрольной группы на 50,9% через 60 мин и на 62,2% через 120 мин после кормления.

По показателям активности пищеварительных ферментов – щелочной фосфатазы и липазы – между контрольной и опытной группами установлена достоверная разница ( $p < 0,05$ ). Активность липазы в опытной группе достоверно превышает

контрольную группу на 114%, то есть более чем в 2 раза, что может свидетельствовать о большей доступности жира в составе жмыха и, соответственно, его повышенной питательности по сравнению со шротом. Щелочная фосфатаза показала достоверно низкую активность в опытной группе относительно контрольной как после первого, так и после второго получения химуса. В контрольной группе активность щелочной фосфатазы выше на 24-28% по сравнению с опытной группой ( $p < 0,05$ ). Параллельно с этим в составе дуоденального химуса у опытной группы достоверно выше содержание фосфора: на 10,8% (0,43 ммоль/л) в первый час и на 20,1% (0,69 ммоль/л) – во второй час после приема пищи ( $p < 0,05$ ).

## Выводы

## Conclusions

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы.

1. Увеличение активности трипсина в дуоденальном содержимом опытной группы на 30,2% указывает на более высокие вкусовые ощущения у цыплят-бройлеров при использовании соевого жмыха (ЭкоСоя) по сравнению с соевым шротом.

2. Определение активности трипсина в дуоденальном химусе через 120 мин после кормления имеет тенденцию повышения питательной ценности соевого жмыха на 17,2% по сравнению со шротом, но различия не являются достоверными.

3. В опытной группе наблюдалось повышение на 114% активности липазы, связанное со стимуляцией активности фермента за счет жира в составе соевого жмыха ( $p < 0,05$ ).

## Список источников

1. Аношина Е.С., Чихман М.А. Повышение эффективности использования кормов в птицеводстве // *Инновационный потенциал развития общества: взгляд молодых ученых: Сборник научных статей Всероссийской научной конференции перспективных разработок (1 декабря 2020 г.)*. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. Т. 2. С. 466-469. EDN: WGKCJG

2. Даниленко И.Ю., Даниленко И.Ю., Колодяжный А.В., Имангалиев А.Д. и др. Использование альтернативных кормовых продуктов в птицеводстве // *Вестник АГАУ*. 2022. № 4. С. 72-76. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2022-210-4-72-76>

3. Давлатова А.Ф. Применение сои и соевой продукции в животноводстве // *Достижения молодой науки для агропромышленного комплекса: Сборник материалов LVI научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (14-18 марта 2022 г.)*. Тюмень: Государственный

## References

1. Anoshina E.S., Chikhman M.A. Improving the efficiency of feed use in poultry farming. *Vserossiyskaya nauchnaya konferentsiya perspektivnykh razrabotok "Innovatsionnyy potentsial razvitiya obshchestva: vzglyad molodykh uchennykh"*. December 1, 2020. Kursk, Russia: Southwest State University, 2020;2:466-469. (In Russ.)

2. Danilenko I.Yu., Kolodyazhnyy A.V., Imangaliev A.D., Samofalova O.V. Use of alternative feed products in poultry farming. *Vestnik AGAU*. 2022;4:72-76. (In Russ.) <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2022-210-4-72-76>

3. Davlatova A.F. Application of soy and soy products in animal husbandry. *LVI nauchno-prakticheskaya konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchennykh "Dostizheniya molodezhnoy nauki dlya agropromyshlennogo kompleksa"*. March 14-18, 2022. Tyumen, Russia: Northern Trans-Ural State Agricultural University, 2022;3:471-475. (In Russ.)

аграрный университет Северного Зауралья, 2022. Т. 3. С. 471-475. EDN: WRWYXC

4. Кандроков Р.Х., Поречная Е.С., Смирнова А.Р. Переработка соевого шрота и жмыха в муку и отруби // *Вестник АПК Верхневолжья*. 2022. Т. 4, № 60. С. 92-99. <https://doi.org/10.35694/YARCX.2022.60.4.011>

5. Линников П.И. Российский рынок сои: тенденции, перспективы развития // *Аграрный научный журнал*. 2018. № 10. С. 81-86. <https://doi.org/10.28983/asj.v0i10.595>

6. Полина С.И., Вертипрахов В.Г., Сергеевкова Н.А., Еременко В.В. Дуоденально-илеальное соотношение пищеварительных ферментов при использовании различных белковых добавок в рационе кур-несушек // *Международный вестник ветеринарии*. 2023. № 3. С. 145-155. <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2023.3.145>

7. Directive 2010/63/EU of The European Parliament and of The Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes, L 276/527

8. Вертипрахов В.Г. *Физиология кишечного пищеварения у кур (экспериментальный подход)*: Монография. М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022. 175 с. EDN: VCFFIY

9. Фисинин В.И., Вертипрахов В.Г., Грозина А.А., Свиткин В.С. Методы изучения кишечного пищеварения у сельскохозяйственной птицы // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2017. № 5. С. 25-27. EDN: ZWIFAJ

10. Трухачев В.И., Атанов И.В., Капустин И.В., Грицай Д.И. *Техника и технологии в животноводстве: учебное пособие*. Ставрополь: Издательство «АГРУС», 2015. 404 с. EDN VNBCPH

11. Бройлеры: нормативные показатели Ross 308. 2022. URL: [https://aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/RUS\\_TechDocs/RossxRoss308\\_BroilerPerformanceObjectives2022\\_RU.pdf](https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/RUS_TechDocs/RossxRoss308_BroilerPerformanceObjectives2022_RU.pdf)

4. Kandrov R.Kh., Porechnaya E.S., Smirnova A.R. Processing of soybean meal and cake into flour and bran. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya*. 2022;4(60):92-99. (In Russ.) <https://doi.org/10.35694/YARCX.2022.60.4.011>

5. Linnikov P.I. Russian soybean market: trends, development prospects. *The Agrarian Scientific Journal*. 2018;10:81-86. (In Russ.) <https://doi.org/10.28983/asj.v0i10.595>

6. Polina S.I., Vertiprahov V.G., Sergeenkov N.A., Eremenko V.V. Duodenal-ileal ratio of digestive enzymes when using different protein supplements in the diet of laying hens. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2023;(3):145-155. (In Russ.) <https://doi.org/10.52419/issn2072-2419.2023.3.145>

7. Directive 2010/63/EU of The European Parliament and of The Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes, L 276/527.

8. Vertiprahov V.G. *Physiology of intestinal digestion in chickens (experimental approach)*: monograph. Moscow, Russia: Russian State Agrarian University-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2022:175. (In Russ.)

9. Fisinin V.I., Vertiprahov V.G., Grozina A.A., Svitkin V.S. Methods of the intestinal digestion poultry studying. *Vestnik of the Russian Agricultural Science*. 2017;5:25-27. (In Russ.)

10. Trukhachev V.I., Atanov I.V., Kapustin I.V., Gritsai D.I. *Techniques and technologies in animal husbandry*: textbook. Stavropol, Russia: Izdatel'stvo «AGRUS», 2015:404. (In Russ.)

11. Broilers: normative indicators Ross 308. 2022. (In Russ.) URL: [https://aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/RUS\\_TechDocs/RossxRoss308\\_BroilerPerformanceObjectives2022\\_RU.pdf](https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/RUS_TechDocs/RossxRoss308_BroilerPerformanceObjectives2022_RU.pdf)

#### Сведения об авторах

**Дарья Дмитриевна Беззубенко**, аспирант кафедры физиологии, этологии и биохимии животных, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: d-bezzubenko@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0000-7446-0585>

**Георгиевич Вертипрахов Владимир**, доктор биологических наук, профессор, и.о. заведующего кафедрой физиологии, этологии и биохимии животных, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: vertiprahov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3240-7636>

#### Information about the authors

**Darya D. Bezzubenko**, postgraduate student at the Department of Physiology, Ecology and Biochemistry of Animals, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: d-bezzubenko@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0000-7446-0585>

**Vladimir G. Vertiprahov**, Dsc (Bio), Professor, Acting Head of the Department of Physiology, Ecology and Biochemistry of Animals, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya St., Moscow, 127434, Russian Federation); e-mail: vertiprahov@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3240-7636>

Статья поступила в редакцию 02.05.2024  
Одобрена после рецензирования 12.06.2024  
Принята к публикации 13.06.2024

The article was submitted to the editorial office May 02, 2024  
Approved after reviewing June 12, 2024  
Accepted for publication June 13, 2024