

ГЕНЕТИКА, БИОТЕХНОЛОГИЯ, БИОХИМИЯ /  
GENETICS, BIOTECHNOLOGY, BIOCHEMISTRY

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Оригинальная научная статья  
УДК 636.52/.58: 636.084.5: 615.324  
<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-88-93>



**Физиолого-биохимический статус кур-несушек с илеальной фистулой при замене в рационе кормовых дрожжей добавками животного происхождения**

**Светлана Игоревна Полина, 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**

В работе представлены результаты применения белковых добавок животного происхождения в сравнении с добавкой кормовых дрожжей. Опыты были проведены на курах-несушках с илеальной фистулой. Результаты показали, что при введении белковых добавок животного происхождения количество мочи за сутки у кур-несушек снижается. Увеличивается количество кальция, выделяемого с мочой, на 13%. Уровень фосфора при этом снижается на 80%. Активность трипсина в сыворотке кур с добавкой «Рыбная мука» превысила контрольную группу на 30%, в группе с мясокостной мукой разница с контрольной группой составила 26%.

**Ключевые слова**

илеальный метод, куры-несушки, мясокостная мука, рыбная мука, кормовые дрожжи, замена в рационе питания кур-несушек, добавки животного происхождения в рационе кур-несушек

**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)

**Для цитирования**

Полина С.И., Вертипрахов В.Г. Физиолого-биохимический статус кур-несушек с илеальной фистулой при замене в рационе кормовых дрожжей добавками животного происхождения // *Тимирязевский биологический журнал*. 2024. Т. 2, № 1. С. 88-93. <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-88-93>

HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

Original article  
<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-88-93>



**Effect of protein additives of animal origin on the body of laying hens with ileal fistula**

**Svetlana I. Polina, Vladimir G. Vertiprahov**

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

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

**Abstract**

The article presents the results of the use of protein supplements of animal origin compared to the addition of feed yeast. Experiments were conducted in laying hens with ileal fistula. The results showed that the introduction of protein additives of animal origin reduced the amount of urine produced per day in laying hens. The amount of calcium excreted in the urine increased by 13%. And the phosphorus level decreased by 80%. Trypsin activity in the serum of chickens fed fishmeal was 30% higher than in the control group, and in the group fed meat-and-bone meal it was 26% higher than in the control group.

## Keywords

ileal method, laying hens, meat and bone meal, fish meal, feed yeast, замена в replacement in the diet of laying hens, additives of animal origin in the diet of laying hens

## Conflict of interests

The authors declare no conflicts of interests regarding the publication of this article.

## Acknowledgements

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

## For citation

Polina S.I., Vertiprakhov V.G. Effect of protein additives of animal origin on the body of laying hens with ileal fistula. *Timiryazev Biological Journal*. 2024;2(1):88-93. <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-88-93>

## Введение Introduction

Полноценное протеиновое питание играет важную роль в организации кормления домашней птицы. Белок – основной структурный материал для быстрого формирования мышц животных, играющий немаловажную роль в обменных процессах. Полноценные белки заменить невозможно [1-3]. Чтобы решить вопрос о снижении дефицита белка в рационах птицы, необходимо шире использовать новые белковые добавки из нетрадиционных кормовых средств. С этой целью проводится разработка добавки из личинок мух *Lucilia* spp., которая представляет собой ценный продукт, так как в нем есть все незаменимые аминокислоты [4, 5]. Предлагается также использование добавки из водорослей после сушки как потенциального кормового ингредиента в различных кормах для животных, в том числе для птицы [6]. Однако данные кормовые добавки пока не нашли широкого распространения в практике животноводства в силу высокой себестоимости.

Чтобы разработать эффективную кормовую белковую добавку, требуется изучить ее влияние на процессы пищеварения у птицы, для чего наиболее перспективным методом являются фистульные технологии [7].

**Цель исследований:** изучение влияния белковых добавок животного происхождения на организм кур-несушек с использованием фистульной технологии в сравнении с белковой добавкой растительного происхождения.

## Методика исследований

### Research method

Опыты были поставлены на курах 25-30-недельного возраста кросса Хайсекс белый. Заблаговременно были проведены хирургические операции, чтобы можно было отделить илеальное содержимое от мочи в условиях гуманного отношения к животным<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and Other Scientific Purposes. European Treaty Series. № 123.

Птицу выдерживали на 12-часовой голодной диете для предотвращения осложнений от наркоза. После введения наркоза птицу фиксировали на специальном столике, на левом боку, крепко зафиксировав конечности. Операционное поле очищали от перьев, обрабатывали антисептиком. Делали разрез не более 3 см в области брюшной полости ближе к каудальной части. Подвздошную кишку извлекали, помогая стержнем с закругленными краями, который вставляли в клоаку и прямую кишку. Отступив каудальнее от предполагаемого места разреза, накладывали кисетный шов, завязывали нитками и отсекали кишку, расположенную краниально. Разрез делали в начале прямой кишки после впадения в нее слепых отростков. Для обеспечения фиксации на отрезанный участок подвздошной кишки накладывали две нити, которые завязывали хирургическими узлами. С использованием кисетного шва участок погружали вглубь концевой части каудальной подвздошной кишки. Слепые отростки промывали дезинфицирующим раствором, после чего перевязывали их и зашивали рану. В оставленное на ране отверстие подшивали узловатыми швами подвздошную кишку. Через 3-5 суток после операции, когда края раны заживали, вставляли трубочку диаметром от 0,5 до 0,8 см, длиной 2,0-2,5 см и подшивали ее к коже узловатыми швами. После выздоровления птицы приступали к опытам, обеспечивая надлежащий уход за ней [6].

Были сформированы три группы по 3 курицы с илеальной фистулой в каждой. Куры первой контрольной группы получали полнорационный комбикорм (ПК) с белковой добавкой растительного происхождения (дрожжи кормовые). Вторая опытная группа получала ПК с белковой добавкой «Рыбная мука». Третья опытная группа получала ПК с добавкой «Мясокостная мука». Контрольный и опытные рационы имели одинаковое содержание сырого протеина – 18%.

Учитывали следующие показатели:

- содержание общего кальция, фосфора и трипсина в моче;
- биохимические показатели крови кур-несушек.

Исследования проводились на полуавтоматическом биохимическом анализаторе HTI BioChem SA и на автоматическом биохимическом анализаторе BioChem FC-120 с использованием реактивов HTI Technology, активность трипсина изучалась по методу с использованием в качестве субстрата Na – benzoyl – DL – arginine4 – nitroanilide hydrochloride (BANI, BAPNA, США) [8, 9]. Весь цифровой материал обрабатывали методом вариационной статистики с использованием t-критерия Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение**  
**Results and discussion**

Благодаря фистульной методике моча была отделена от помета и исследовалась отдельно в течение суток. Результаты показали, что при введении белковых добавок животного происхождения количество мочи за сутки снижается на 55,29 и на 61,8% по сравнению с первой контрольной группой (табл. 1). Сравнение уровней концентрации кальция, фосфора и трипсина представлено на рисунке.

Таблица 1

**Количество мочи у кур-несушек и ее биохимические показатели**

Показатели		Группы		
		1 к	2 о	3о
Количество мочи сутки		76,78±8,64	34,33±10,07*	29,33±2,93*
кальций	Единица, ммоль/л	8,93±0,35	10,05±0,85	9,37±1,37
	Сутки, ммоль/мл	0,686±93,42	0,345±138,51	0,275±65,55*
фосфор	Единица, ммоль/л	3,03±0,58	1,40±0,59	1,05±0,24*
	Сутки, ммоль/мл	0,233±75,05	0,048±14,31	0,031±7,81
трипсин	Единица, ммоль/л	4,04±0,57	12,33±0,64*	5,78±1,32
	Сутки, ммоль/мл	0,310±22,78	0,423±12,16*	0,170±29,25*

\*Изменение показателя на достоверную величину по сравнению с контролем при p< 0,05.

Table 1

**Amount of urine in laying hens and its biochemical parameters**

Parameters		Groups		
		1 c	2 exp	3 exp
Amount of urine per day		76.78±8.64	34.33±10.07*	29.33±2.93*
calcium	Unit. mmol/l	8.93±0.35	10.05±0.85	9.37±1.37
	Days. mmol/ml	0.686±93.42	0.345±138.51	0.275±65.55*
phosphorus	Unit. mmol/l	3.03±0.58	1.40±0.59	1.05±0.24*
	Days. mmol/ml	0.233±75.05	0.048±14.31	0.031±7.81
trypsin	Unit. mmol/l	4.04±0.57	12.33±0.64*	5.78±1.32
	Days. mmol/ml	0.310±22.78	0.423±12.16*	0.170±29.25*

\*Change of the index by a significant value compared to the control group (1 c) at p<0.05.

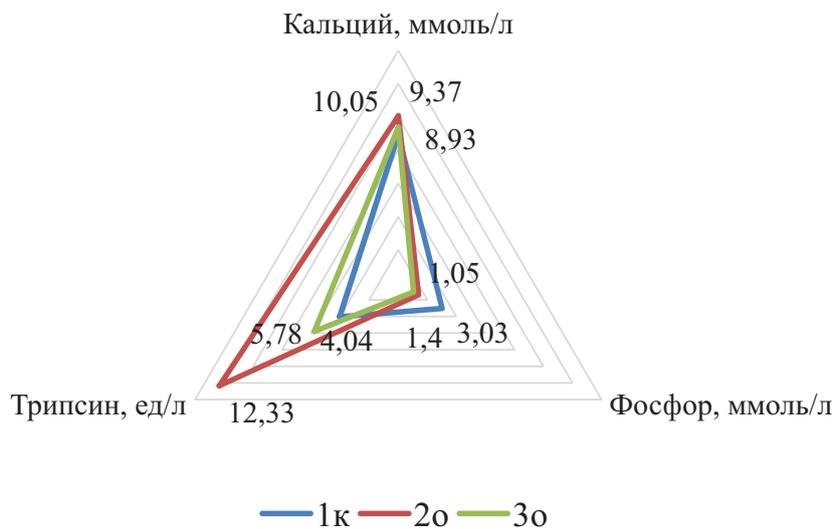


Рис. Содержание кальция, фосфора, ммоль/л, активность трипсина, ед/л

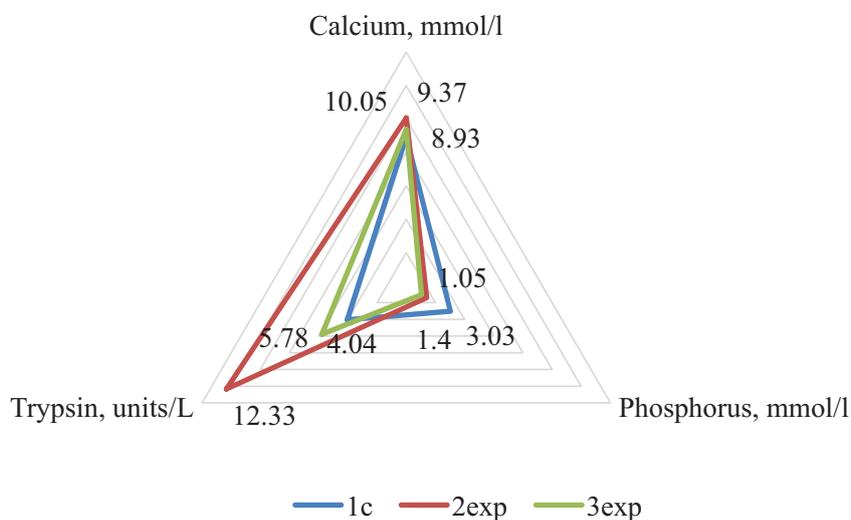


Fig. Content of calcium, phosphorus, mmol/L, trypsin activity, units/L

Количество кальция в единице объема существенно не изменилось. В общем объеме мочи изменения произошли в третьей опытной группе, где концентрация кальция уменьшилась на 59,92% в сравнении с контрольной группой.

Содержание фосфора значительно уменьшается при добавлении мясокостной муки на 65,35% по сравнению с первой контрольной группой.

Концентрация трипсина в единице объема мочи увеличивалась во второй опытной группе на 205,2%. Судя по увеличению трипсина во второй опытной группе, можно говорить о том, что протеин, полученный из рыбной муки, лучше усваивается в организме кур-несушек, что способствует его повышению активности в крови и излишки которого выводятся мочой. В суточном объеме мочи трипсин увеличивался во второй опытной группе на 36,36% и уменьшался в третьей опытной группе на 36,64%.

Определить физиологическое состояние птицы при использовании в их кормлении разных белковых добавок можно по результатам биохимического исследования крови (табл. 2).

Данные показали, что активность трипсина снижалась у кур при добавлении в корм мясокостной муки на 33,48% по сравнению с контролем. Активность амилазы повышалась у кур, получавших добавку «Рыбная мука», на 22,36%. У кур, получавших мясокостную муку, активность амилазы снижалась на 18,45% по сравнению с получавшими рыбную муку. Общий белок в сыворотке кур повышался при добавлении в рацион кур рыбной муки на 14%. Однако при добавлении мясокостной муки показатель общего белка снижался на 11,63% по сравнению со второй опытной группой. По уровню триглицеридов рацион с рыбной мукой повышается у кур первой и третьей групп на 81,36%. Наблюдается значительное увеличение активности щелочной фосфатазы при использовании в кормах белков животного происхождения (на 139,04 и 129,88%). Содержание кальция в крови кур снижается при использовании в рационе добавок животного происхождения: на 20,51% при добавлении рыбной муки, на 28,21% – при добавлении мясокостной муки в сравнении с контролем.

Таблица 2

## Биохимические показатели крови кур-несушек

Показатели	1к	2о	3о
Амилаза, ед/л	596,00±22,50	737,00±0,71*	601,00±33,5**
Глюкоза, ммоль/л	10,98±0,03	10,95±0,06	11,12±0,27
Общий белок, г/л	55,40±0,21	63,20±1,27*	55,85±0,32**
Триглицериды, ммоль/л	0,59±0,03	1,07±0,01*	0,58±0,05**
Холестерин, ммоль/л	3,50±0,35	3,50±0,35	3,50±0,35
Щелочная фосфатаза, ед/л	207,50±1,77	496,00±6,00*	477,00±10,00*
Кальций, ммоль/л	3,90±0,14	3,10±0,14*	2,80±0,28*
Фосфор, ммоль/л	1,67±0,08	1,56±0,02	1,65±0,16
Трипсин	108,67±8,09	114,83±12,16	72,29±4,19*

\*Изменение показателя на достоверную величину по сравнению с контролем при  $p < 0,05$ .

\*\*Изменение показателя на достоверную величину по сравнению со второй опытной группой при  $p < 0,05$ .

Table 2

## Blood biochemical parameters of laying hens

Parameters	1 c	2 exp	3 exp
Amylase, units/l	596.00±22.50	737.00±0.71*	601.00±33.5**
Glucose, mmol/l	10.98±0.03	10.95±0.06	11.12±0.27
Total protein, g/l	55.40±0.21	63.20±1.27*	55.85±0.32**
Triglycerides, mmol/l	0.59±0.03	1.07±0.01*	0.58±0.05**
Cholesterol, mmol/l	3.50±0.35	3.50±0.35	3.50±0.35
Alkaline phosphatase, units/l	207.50±1.77	496.00±6.00*	477.00±10.00*
Calcium, mmol/l	3.90±0.14	3.10±0.14*	2.80±0.28*
Phosphorus, mmol/l	1.67±0.08	1.56±0.02	1.65±0.16
Trypsin	108.67±8.09	114.83±12.16	72.29±4.19*

\* Change of the index by a significant value compared to the control group (1 c) at  $p < 0.05$ .

\*\* Change of the index by a significant value compared to the second experimental group (2 exp) at  $p < 0.05$ .

### Выводы Conclusions

При добавлении в рацион белков животного происхождения снижается количество выделяемой мочи в сутки на 55,29 и на 61,8%. При этом увеличивается выход трипсина с мочой, куда он поступает из крови. Самое высокое увеличение наблюдается в группе, получавшей добавку «Мясокостная

мука», где трипсин на 205,2% преобладает по сравнению с контрольной группой. Уменьшаются показатели кальция и фосфора. Трипсин в крови показывает существенное снижение в группе животных, в рационе которых была мясокостная мука. Активность амилазы и концентрация общего белка повышались в группе, получавшей рыбную муку. Концентрация кальция в сыворотке крови снижалась при добавлении белков животного происхождения.

### Список источников

1. Sung J.Y., Park C.S., Ragland D., González-Vega J.C. et al. Autoclaving time-related reduction in amino acid digestibility of poultry meal in broiler chickens and growing pigs. *Journal of Animal Science*. 2024;102. <https://doi.org/10.1093/jas/skad415>

### References

1. Sung J.Y., Park C.S., Ragland D., González-Vega J.C. et al. Autoclaving time-related reduction in amino acid digestibility of poultry meal in broiler chickens and growing pigs. *Journal of Animal Science*. 2024;102. <https://doi.org/10.1093/jas/skad415>

2. Karimi Z., Toriki M., Abdolmohammadi A. Effect of dietary roasted and autoclaved full-fat soybean on the performance of laying hens and egg quality traits. *Veterinary Medicine and Science*. 2022;8:1603-1610. <https://doi.org/10.1002/vms3.827>

3. Ashayerizadeh A., Jazi V., Rezvani M.R., Mohebodin H. et al. An investigation into the influence of fermented cottonseed meal on the productive performance, egg quality, and gut health in laying hens. *Poultry Science*. 2024;103(5):103574. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103574>

4. Heuel M., Sandrock C., Leiber F., Mathys A. et al. Black soldier fly larvae meal and fat can completely replace soybean cake and oil in diets for laying hens / *Poultry Science*. 2021.100(4):101034. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101034>

5. Журавлев М.С. Стандартизированная илеальная усвояемость аминокислот белкового концентрата на основе личинок мух *Lucilia* spp. (Diptera: Calliphoridae) и его влияние на показатели крови у цыплят-бройлеров (*Gallus gallus* L.) // *Сельскохозяйственная биология*. 2020. Т. 55, № 6. С. 1233-1244. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.6.1233rus>

6. El-Maaty H.A.A. Effects of ecofriendly synthesized calcium nanoparticles with biocompatible *Sargassum latifolium* algae extract supplementation on egg quality and scanning electron microscopy images of the eggshell of aged laying hens // *Poultry Science*. 2021. 100(2):675-684. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.043>

7. 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

8. 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

9. Вертипрахов В.Г., Грозина А.А. Оценка состояния поджелудочной железы методом определения активности трипсина в крови птицы // *Ветеринария*. 2018. № 12. С. 51-54. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2018.21.12.51-54>

#### Сведения об авторах

**Светлана Игоревна Полина**, 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: polina\_sveta.93@bk.ru

**Владимир Георгиевич Вертипрахов**, 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>

Статья поступила в редакцию 19.02.2024  
Одобрена после рецензирования 10.03.2024  
Принята к публикации 29.03.2024

2. Karimi Z., Toriki M., Abdolmohammadi A. Effect of dietary roasted and autoclaved full-fat soybean on the performance of laying hens and egg quality traits. *Veterinary Medicine and Science*. 2022;8:1603-1610. <https://doi.org/10.1002/vms3.827>

3. Ashayerizadeh A., Jazi V., Rezvani M.R., Mohebodin H. et al. An investigation into the influence of fermented cottonseed meal on the productive performance, egg quality, and gut health in laying hens. *Poultry Science*. 2024;103(5):103574. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.103574>

4. Heuel M., Sandrock C., Leiber F., Mathys A. et al. Black soldier fly larvae meal and fat can completely replace soybean cake and oil in diets for laying hens / *Poultry Science*. 2021.100(4):101034. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101034>

5. Zhuravlev M.S., Vertiprahov V.G., Koshcheyeva M.V., Buryakov N.P. et al. The standardized ileal digestibility of amino acids from protein concentrate based on the larvae of common green bottle fly *Lucilia* spp. (Diptera: Calliphoridae) and its effects on the morphological and biochemical blood indices in broilers (*Gallus gallus* L.). *Agricultural Biology*. 2020;55(6):1233-1244. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.6.1233rus>

6. El-Maaty H.A.A. Effects of ecofriendly synthesized calcium nanoparticles with biocompatible *Sargassum latifolium* algae extract supplementation on egg quality and scanning electron microscopy images of the eggshell of aged laying hens. *Poultry Science*. 2021;100(2):675-684. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.043>

7. 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.)

8. Trukhachev V.I., Atanov I.V., Kapustin I.V., Gritsai D.I. *Technique and technology in animal husbandry: textbook*. Stavropol: AGRUS Publishing House, 2015: 404. (In Russ.)

9. Vertiprahov V.G., Grozina A.A. The estimation of pancreatic functionality in chicken using tryptic activity in blood serum. *VETERINARY MEDICINE*. 2018;12:51-54. (In Russ.) <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2018.21.12.51-54>

#### Information about the authors

**Svetlana I. Polina**, 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: polina\_sveta.93@bk.ru

**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>

The article was submitted to the editorial office February 19, 2024  
Approved after reviewing March 10, 2024  
Accepted for publication March 29, 2024