

# БУРЫЕ ВОДОРОСЛИ БЕЛОГО МОРЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ФУКОИДАНА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОРГАНИЗМА КУР-НЕСУШЕК

Бахта А.А., Карпенко Л.Ю., Никонов И.Н.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», Санкт-Петербург, Россия

**Резюме.** Целью данного исследования была оценка действия кормовой добавки из фукусовых водорослей на показатели резистентности кур-несушек в условиях промышленного птицеводства. В водорослях *F. vesiculosus* и *A. nodosum* выявлено, что массовая доля фукоидана в пересчете на а.с.в. составляет  $3,92 \pm 0,12\%$ . При оценке влияния применения кормовой добавки из фукусовых водорослей на показатели резистентности кур-несушек выявлено, что она оказывает влияние на показатели белой и красной крови, лейкограмму и активность фагоцитов: у кур подопытной группы отмечена тенденция к повышению числа эритроцитов, повышение цветового показателя, тенденция к снижению числа лейкоцитов относительно повышения в контрольной группе, при этом показатели находились в пределах референсных значений, через 30 дней применения добавки в подопытной группе на 50% увеличилась доля псевдоэозинофилов и на 6% снизилась доля лимфоцитов по сравнению с группой контроля. После 60 дней применения добавки эта тенденция продолжается – на 22% увеличилась доля псевдоэозинофилов и на 4% снизилась доля лимфоцитов в подопытной группе относительно группы контроля. На наш взгляд это указывает на нормализацию соотношения форм лейкоцитов в подопытной группе, а следовательно, и иммунного статуса, помимо этого в подопытной группе относительно контрольной наблюдается достоверное снижение количества эозинофилов на 67%, что может говорить о более низкой аллергической реакции иммунной системы организма. Показатели фагоцитоза крови достоверно изменялись после 60 дней применения – в подопытной группе фагоцитарная активность увеличилась на 23%, что говорит о более высокой способности лейкоцитов подопытной группы поглощать чужеродные бактерии, а следовательно, и о более сильном клеточном иммунитете по сравнению с группой контроля. Таким образом, применение курам-несушкам кормовой добавки из фукусовых водорослей, содержащей фукоидан в количестве  $3,92 \pm 0,12\%$ , способствует нормализации соотношения форм лейкоцитов, увеличению показателей фагоцитоза крови, что существенно повышает резистентность у кур-несушек.

**Ключевые слова:** бурые водоросли, фукоидан, куры, резистентность, фагоцитоз, лейкограмма

## Адрес для переписки:

Бахта Алевья Александровна  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный  
университет ветеринарной медицины»  
186084, Россия, Санкт-Петербург,  
ул. Черниговская, 5.  
Тел.: 8 (906) 247-55-38.  
E-mail: ab-2003@yandex.ru

## Address for correspondence:

Alesya A. Bakhta  
St. Petersburg State University  
of Veterinary Medicine  
5 Chernigovskaya St  
St. Petersburg  
186084 Russian Federation  
Phone: +7 (906) 247-55-38.  
E-mail: ab-2003@yandex.ru

## Образец цитирования:

А.А. Бахта, Л.Ю. Карпенко, И.Н. Никонов «Бурые водоросли Белого моря как перспективный источник фукоидана для повышения резистентности организма кур-несушек» // Российский иммунологический журнал, 2024. Т. 27, № 4. С. 1071-1076.  
doi: 10.46235/1028-7221-16957-BAO

© Бахта А.А. и соавт., 2024  
Эта статья распространяется по лицензии  
Creative Commons Attribution 4.0

## For citation:

A.A. Bakhta, L. Yu. Karpenko, I.N. Nikonov “Brown algae of the White Sea as a promising source of fucoidan for increasing resistance in laying hens”, *Russian Journal of Immunology/Rossiyskiy Immunologicheskii Zhurnal*, 2024, Vol. 27, no. 4, pp. 1071-1076.  
doi: 10.46235/1028-7221-16957-BAO

© Bakhta A.A. et al., 2024  
The article can be used under the Creative  
Commons Attribution 4.0 License

DOI: 10.46235/1028-7221-16957-BAO

# BROWN ALGAE OF THE WHITE SEA AS A PROMISING SOURCE OF FUCOIDAN FOR INCREASING RESISTANCE IN LAYING HENS

Bakhta A.A., Karpenko L.Yu., Nikonov I.N.

St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

**Abstract.** The purpose of this study was to evaluate the effect of a feed additive from fucus algae on resistance indicators of laying hens in industrial poultry farming conditions. In the algae *F. vesiculosus* and *A. Nodosum*, it was revealed that the mass fraction of fucoidan in terms of a.d.w. is  $3.92 \pm 0.12\%$ . When assessing the effect of using a feed additive from fucus algae on resistance indicators of laying hens, it was revealed that it has an effect on white and red blood parameters, leukogram and phagocyte activity. In chickens of the experimental group, there was a tendency towards an increase in the number of erythrocytes, an increase in the color index, a tendency towards a decrease in the number of leukocytes relative to the increase in the control group, while the indicators were within the reference values, after 30 days of using the additive – in the experimental group the proportion of pseudoeosinophils increased by 50% and the proportion of lymphocytes decreased by 6% compared to the control group. After 60 days of using the supplement, this trend continues: the proportion of pseudoeosinophils increased by 22% and the proportion of lymphocytes decreased by 4% in the experimental group relative to the control group. In our opinion, this indicates a normalization of the ratio of leukocyte forms in the experimental group, and, consequently, the immune status. In addition, in the experimental group relative to the control group, there was a significant decrease in the number of eosinophils by 67%, which may indicate a lower allergic reaction of the body's immune system. Indicators of blood phagocytosis significantly changed after 60 days of use: in the experimental group, phagocytic activity increased by 23%, which indicates a higher ability of leukocytes in the experimental group to absorb foreign bacteria, and, consequently, stronger cellular immunity compared to the control group. Thus, the use of a feed additive from fucus algae for laying hens containing fucoidan in an amount of  $3.92 \pm 0.12\%$  helps to normalize the ratio of leukocyte forms and increase blood phagocytosis rates, which significantly increases resistance in laying hens.

**Keywords:** brown algae, fucoidan, chickens, resistance, phagocytosis, leukogram

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00181, <https://rscf.ru/project/23-16-00181>.

## Введение

На сегодняшний день в Российской Федерации птицеводство является ведущей отраслью сельского хозяйства, так как ее продукция обеспечивает население качественными и недорогими продуктами питания. Однако в связи с особенностями технологии содержания и выращивания, связанными с активным использованием антибиотиков, антисептиков, дезинфицирующих веществ в сельском хозяйстве наблюдается активное распространение возбудителей пищевых инфекций, устойчивых к ряду антибиотиков, одним из которых являются грамотрицательные бактерии семейства *Enterobacteriaceae* и рода *Campylobacter* [8].

Необходимо отметить, что основными источниками при передаче бактерий рода *Campylobacter* могут быть продукты переработки мяса птицы, на данный вид передачи приходится до семидесяти процентов случаев от общего количе-

ства, восемь процентов приходится на передачу возбудителя через питьевую воду, пять процентов случаев от общего числа – на сырое молоко. В птицеводстве еще одним из факторов распространения данного патогена является передача через яйцо. Стоит отметить также особенность данной бактерии к длительному выживанию в природных водоемах [5]. В связи с этим в птицеводстве остро стоит проблема, связанная с необходимостью снижения обсеменения поголовья бактериями рода *Campylobacter*. И помимо применения вакцин, разрабатываются наиболее безопасные методы с применением бактериофагов и пробиотиков.

У человека восемьдесят процентов случаев приходится на кампилобактериоз, вызванный *C. Jejuni*, поэтому данный вид имеет наибольшую эпидемиологическую значимость. У сельскохозяйственной птицы данный вид кампилобактерий является нормальным компонентом микробиома кишечника, в связи с этим нормативным является инфицирование всего поголовья предприятия не более пятидесяти процентов, в этом

случае предприятие считается благополучным по данной инфекции [4].

Эффективный подход к контролю кампилобактера в организме кур заключается в повышении резистентности, связанной с нормализацией микробиома кишечника и усилением неспецифического иммунного ответа. Увеличение численности полезных бифидобактерий и молочнокислых бактерий, снижение промышленных стрессов, в т. ч. при использовании вакцин, является одним из наиболее эффективных способов для снижения количества патогена в популяции [1, 2].

На сегодняшний день одним из перспективных путей борьбы с различными видами стресса в птицеводстве является использование в качестве кормовых добавок бурых водорослей. В основном на территории Российской Федерации местом их добычи является акватория Белого моря. Данный вид водорослей является природным источником большого количества различных биологических веществ: различные виды содержат широкий спектр полисахаридов, основными из которых являются фукоидан и целлюлоза, белков, свободных аминокислот, пигментов, таких как каротиноиды и хлорофиллы, полифенолов, и большого количества микроэлементов в доступной биологической форме, главными из которых являются йод и бром. Одной из особенностей химического состава бурых водорослей Белого моря является высокая концентрация биомолекул и микроэлементов, что связано с тем, что в климатических условиях Крайнего Севера водоросли за короткий летний период вырабатывают значительно больше биохимических веществ по сравнению с аналогичными водорослями в теплых регионах нашей планеты.

Одной из групп химических веществ, входящих в состав фукусовых водорослей и обладающих широким спектром активностей, являются фукоиданы. В литературе описаны их иммуномодулирующие, противовоспалительные, противоопухолевые, антибактериальные, противовирусные, антикоагуляционные свойства [1, 5]. В медицине препараты на основе фукоиданов используются в перевязочных материалах [7]. В пищевой промышленности их используют в качестве веществ, способных продлевать сроки хранения продуктов, данный эффект связан с их высокой бактериостатической активностью, отсутствием токсического эффекта на организм человека в целом и на микробиом кишечника в частности [6].

**Целью исследования** была оценка действия кормовой добавки из фукусовых водорослей на показатели резистентности кур-несушек в условиях промышленного птицеводства.

## Материалы и методы

Образец фукусовой крупки был проанализирован на содержание сырого протеина, липидов, влаги, а также полисахаридов фукоидана и альгинатов.

Содержание сырого протеина в бурых водорослях в пересчете на абсолютно сухое вещество (а.с.в.) оценивали методом Кьельдаля (согласно ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка). Массовую долю жира в биомассе водорослей оценивали методом экстракции диэтиловым эфиром в аппарате Сокслета. Массовую долю влаги в водорослях определяли в соответствии с ГОСТ 33331-2015.

Содержание фукоидана в бурых водорослях устанавливали спектрофотометрическим методом (метод Дише), основанным на проведении цветной реакции фукозы с L-цистеином и серной кислотой и измерении светопоглощения окрашенных растворов при длинах волн 396 и 430 нм [8]. Количественное определение альгинатов проводили методом, описанным в ГОСТ 26185-84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа.

Экспериментальные исследования проводились на птицефабрике, расположенной в Ленинградской области, Россия на курах-несушках кросса «Ломанн Белый» в возрасте 49 недель. Содержание клеточное, рационы питания кур соответствовали рекомендациям для кросса. Параметры микроклимата и раздачи корма регулировались автоматически. Опытный вариант получал кормовую добавку, содержащую по массе 30% сухих бурых водорослей. Кормовую добавку вводили из расчета 1 кг на 1 т комбикорма.

В ходе исследований в крови кур-несушек были определены: количество форменных элементов, лейкограмма, гемоглобин, цветной показатель, показатели фагоцитоза. Методики, использованные для этих исследований следующие: форменные элементы, определяли общепринятыми методиками, используя камеру Горяева, лейкограмму выводили микроскопированием с использованием фиксатора по Май–Грюнвальду и красителя азур-эозин по Романовскому, гемоглобин определяли гемиглобинцианидным методом, цветной показатель выводили математически, используя расчетную формулу, показатели фагоцитоза определяли микроскопическим методом с использованием культуры *Staphylococcus aureus*. Отбор проб крови проводили на 14-е, 30-е и 60-е сутки проведения опыта по кормлению.

## Результаты и обсуждение

Результаты определения содержания сырого протеина, липидов, влаги, фукоидана и альгинатов в образцах бурых водорослей *F. vesiculosus* и *A. nodosum* следующие: массовая доля воды со-

ставила  $8,04 \pm 0,24\%$ , содержание белка по Кьельдалю на абсолютное сухое вещество составило  $20,8 \pm 1,1\%$ , массовая доля липидов на абсолютное сухое вещество составила  $4,08 \pm 0,12\%$ , массовая доля фукоидана в пересчете на абсолютное сухое вещество составила  $3,92 \pm 0,12$ , массовая доля альгинатов в пересчете на абсолютное су-

хое вещество составила  $36,65 \pm 1,10$ . Анализируя полученные данные, следует отметить, что в фукусовой крупке было выявлено высокое содержание фукоидана.

Результаты анализа крови кур-несушек представлены в таблице 1.

**ТАБЛИЦА 1. ВЛИЯНИЕ ФУКОИДАНА ФУКУСОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ БЕЛОГО МОРЯ НА МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ И ФАКТОРЫ ВРОЖДЕННОГО ИММУНИТЕТА У КУР-НЕСУШЕК ( $M \pm m$ )**

TABLE 1. EFFECT OF FUCOIDAN FROM FUCUS ALGAE OF THE WHITE SEA ON MORPHOLOGICAL BLOOD PARAMETERS AND INNATE IMMUNITY FACTORS IN LAYING HENS ( $M \pm m$ )

Показатель, ед. из. Indicator, units of measurement	14 суток 14 days	30 суток 30 days		60 суток 60 days	
		Опытная группа Experienced group	Контрольная группа Control group	Опытная группа Experienced group	Контрольная группа Control group
Количество эритроцитов (млн/мкл) Red blood cell (million/ $\mu$ L)	$2,45 \pm 0,38$	$2,60 \pm 0,25$	$2,88 \pm 0,19$	$3,19 \pm 0,36$	$3,10 \pm 0,47$
Количество тромбоцитов (тыс/мкл) Platelet (thousand/ $\mu$ L)	$59,72 \pm 9,01$	$54,62 \pm 16,31$	$71,84 \pm 11,34$	$62,67 \pm 22,58$	$65,71 \pm 10,84$
Количество лейкоцитов (тыс/мкл) Leukocyte (thousand/ $\mu$ L)	$27,53 \pm 4,00$	$31,22 \pm 2,78$	$30,26 \pm 4,13$	$30,34 \pm 8,74$	$35,85 \pm 3,93$
Лейкограмма, % Leukogram, %	$0,67 \pm 0,47$	$1,20 \pm 0,40$	$1,00 \pm 0,89$	$0,80 \pm 0,75$	$0,80 \pm 0,40$
Базофилы, % Basophils, %					
Эозинофилы Eosinophils, %	$1,33 \pm 1,25$	$1,80 \pm 0,75$	$2,00 \pm 1,10$	$0,40 \pm 0,49^*$	$1,20 \pm 0,40$
Псевдозозинофилы, % Pseudoeosinophils, %	$16,33 \pm 5,31$	$12,00 \pm 1,67^*$	$6,60 \pm 1,02$	$18,80 \pm 2,93$	$14,60 \pm 4,92$
Лимфоциты, % Lymphocytes, %	$80,67 \pm 4,50$	$84,20 \pm 2,64^*$	$89,60 \pm 2,33$	$79,20 \pm 2,79$	$82,40 \pm 4,80$
Моноциты, % Monocytes, %	$1,00 \pm 0,82$	$0,80 \pm 0,75$	$0,40 \pm 0,49$	$0,80 \pm 0,40$	$1,00 \pm 0,00$
Гемоглобин (г/л) Hemoglobin (g/L)	$91,00 \pm 6,16$	$85,60 \pm 4,18$	$80,00 \pm 5,48$	$83,00 \pm 8,85$	$89,20 \pm 8,70$
СОЭ (мм/ч) ESR (mm/h)	$1,33 \pm 0,47$	$1,20 \pm 0,40$	$1,20 \pm 0,40$	$1,60 \pm 0,49$	$1,20 \pm 0,40$
Цветовой показатель Color index	$2,29 \pm 0,47$	$1,99 \pm 0,11^*$	$1,68 \pm 0,21$	$1,59 \pm 0,28$	$1,79 \pm 0,44$
Фагоцитарная активность (%) Phagocytic activity (%)	$32,68 \pm 4,37$	$26,88 \pm 5,30$	$26,69 \pm 7,10$	$28,48 \pm 3,05^*$	$22,11 \pm 4,26$
Фагоцитарный индекс (у. е.) Phagocytic index (c. u.)	$11,15 \pm 0,54$	$9,93 \pm 1,45$	$10,62 \pm 0,87$	$11,01 \pm 0,92$	$9,57 \pm 1,31$
Фагоцитарное число Phagocytic number	$3,46 \pm 0,42$	$3,80 \pm 0,69$	$4,28 \pm 1,18$	$3,92 \pm 0,55$	$4,44 \pm 0,76$

Примечание.  $p \leq 0,05$  при сравнении с группой контроля.

Note.  $p \leq 0.05$  when compared with the control group.



При анализе показателей красной крови отмечена тенденция к увеличению количества эритроцитов и в контрольной и опытной группе. Однако стоит отметить, то в подопытной группе увеличение количества эритроцитов более выражено и составляет 22% относительно показателей на начало исследования, тогда как в группе контроля показатель повысился всего на 7% относительно показателей данной группы на начало исследований. Это может говорить о благотворном влиянии на качество и насыщенность гемоглобином вырабатываемых красным костным мозгом эритроцитов, а следовательно, и предположительно обеспеченность тканей организма кислородом. В отношении количества тромбоцитов крови опытной и контрольной групп достоверных различий выявлено не было. Однако на 2-й и 3-й отбор проб крови отмечается тенденция к снижению количества тромбоцитов в крови подопытных птиц относительно контрольных, не выходя при этом за пределы референсных значений. Подобные изменения можно связать со снижением количества тромбообразований. Также не было выделено статистически достоверных различий в отношении скорости оседания эритроцитов (СОЭ) крови опытной и контрольной групп. При оценке количества лейкоцитов крови опытной и контрольной групп достоверных различий выявлено не было. Но по результатам третьего отбора проб крови в подопытной группе наблюдается тенденция к снижению числа лейкоцитов против повышения в контрольной группе, не выходя за пределы референсных значений. Это следует анализировать комплексно, принимая во внимание схемы иммунизации и вакцинации поголовья. При анализе показателей лейкограммы достоверные изменения выявлены в период второго отбора проб — в подопытной группе на 50% увеличилась доля псевдоэозинофилов и на 6% снизилась доля лимфоцитов по сравнению с группой контроля. В третий отбор проб крови эта тенденция продолжается — также на 22% увеличилась доля псевдоэозинофилов и на 4% снизилась доля лимфоцитов в подопытной группе относительно группы контроля. Это говорит о нормализации соотношения форм лейкоцитов в подопытной группе, а следовательно, и иммунного статуса. Также на третьем отборе выявлено достоверное снижение количества эозинофилов в подопытной группе по сравнению с контролем на 67%, что может говорить о более низкой аллергической реакции иммунной системы организма, которая может происходить, например, в ответ на паразитарные инвазии. Сходная тенденция также была выявлена и во время второго отбора проб крови.

При оценке показателей фагоцитоза крови достоверные изменения выявлены в период третьего отбора проб — в подопытной группе фагоцитарная активность увеличилась на 23%, что говорит о более высокой способности лейкоцитов подопытной группы поглощать чужеродные бактерии, а следовательно, и о более сильном клеточном иммунитете по сравнению с группой контроля. Сходная тенденция наблюдается и в период второго отбора проб крови. Также примечательно, что в контроле показатели фагоцитарной активности и фагоцитарного индекса относительно первого отбора проб также имели тенденцию к снижению.

## Заключение

При анализе показателей лейкограммы достоверные изменения выявлены в период второго отбора проб — в подопытной группе увеличилась доля псевдоэозинофилов и снизилась доля лимфоцитов по сравнению с группой контроля. В третий отбор проб крови эта тенденция продолжается. Это говорит о нормализации соотношения форм лейкоцитов в подопытной группе, а следовательно, и иммунного статуса. На третьем отборе выявлено достоверное снижение количества эозинофилов в подопытной группе относительно контрольной, что может говорить о более низкой аллергической реакции иммунной системы организма, которая может происходить, например, в ответ на паразитарные инвазии. При оценке показателей фагоцитоза крови в подопытной группе достоверно увеличилась фагоцитарная активность в период третьего отбора проб, что говорит о более высокой способности лейкоцитов подопытной группы поглощать чужеродные бактерии, а, следовательно, и о более сильном клеточном иммунитете по сравнению с группой контроля. Сходная тенденция наблюдается и в период второго отбора проб крови. Большое количество достоверных изменений морфологических показателей крови, а также фагоцитоза крови указывают на появление благотворных эффектов в течение первых нескольких недель применения добавки. Также имеются признаки отсроченного благоприятного влияния добавки в течение нескольких месяцев, что в свою очередь важно для более длительного использования поголовья птиц, их сохранности и продуктивности. Таким образом, было установлено, что фукусковые водоросли могут существенно повлиять на показатели иммунитета организма сельскохозяйственной птицы, повысив резистентность у кур-несушек.

## Список литературы / References

1. Гласкович А.А., Карпенко Л.Ю., Балькина А.Б., Бахта А.А. Применение пробиотика «Бифлор» и иммуностимулятора «Апистимулин-А» для повышения продуктивности цыплят-бройлеров // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии, 2017. № 4. С. 90-92. [Glaskovich A.A., Karpenko L.Yu., Balykina A.B., Bakhta A.A. The use of the probiotic «Biflor» and the immunostimulant «Apistimulin-A» to increase the productivity of broiler chickens. Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii = Issues of Legal Regulation in Veterinary Medicine, 2017, no. 4, pp. 90-92. (In Russ.)]
2. Гласкович М.А., Карпенко Л.Ю., Бахта А.А., Кинаревская К.П. Оценка влияния применения различных биологически активных добавок в рационе птиц на физико-химические показатели мяса // Международный вестник ветеринарии, 2018. № 2. С. 54-59. [Glaskovich M.A., Karpenko L.Yu., Bakhta A.A., Kinarevskaya K.P. Assessment of the influence of the use of various biologically active additives in the diet of birds on the physical and chemical parameters of meat. Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii = International Veterinary Bulletin, 2018, no. 2, pp. 54-59. (In Russ.)]
3. Егоров И.А., Егорова Т.А., Ленкова Т.Н., Вертипрахов В.Г., Манукян В.А., Никонов И.Н., Грозина А.А., Филиппова В.А., Йылдырым Е.А., Ильина Л.А., Дубровин А.В., Лаптев Г.Ю. Замещение кормовых антибиотиков в рационах. Сообщение II. Микробиота кишечника и продуктивность мясных кур (*Gallus gallus* L.) на фоне фитобиотика // Сельскохозяйственная биология, 2019. Т. 54, № 4. С. 798-809. [Egorov I.A., Egorova T.A., Lenkova T.N., Vertiprakhov V.G., Manukyan V.A., Nikonov I.N., Grozina A.A., Filippova V.A., Yildirim E.A., Ilyina L.A., Dubrovin A.V., Laptev G.Yu. Replacement of feed antibiotics in diets. Message II. Intestinal microbiota and productivity of meat chickens (*Gallus gallus* L.) against the background of phytobiotics. Selskokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology, 2019, Vol. 54, no. 4, pp. 798-809. (In Russ.)]
4. Рождественская Т.Н., Борисенкова А.Н., Новикова О.Б., Чавгун В.А. Зоопатогенные и эпидемиологически опасные микроорганизмы, выделяемые от птицы в хозяйствах промышленного типа // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные, 2005. № 4. С. 37-38. [Rozhdestvenskaya T.N., Borisenkova A.N., Novikova O.B., Chavgun V.A. Zoonotic and epidemiologically dangerous microorganisms isolated from poultry in industrial farms. Rossiyskiy veterinarnyy zhurnal. Selskokhozyaystvennyye zhivotnyye = Russian Veterinary Journal. Farm Animals, 2005, no. 4, pp. 37-38. (In Russ.)]
5. Рождественская Т.Н., Сухинин А.А., Панкратов С.В., Смирнов Л.И., Макавчик С.А. Эпизоотологические и эпидемиологические аспекты кампилобактериоза птиц // Сборник статей Научно-практической конференции «Современные научные разработки и передовые технологии для промышленного птицеводства», Санкт-Петербург, 12-14 июля 2023 года. Санкт-Петербург: Медиапэпир, 2023. С. 95-99. [Rozhdestvenskaya T.N., Sukhinin A.A., Pankratov S.V., Smirnov L.I., Makavchik S.A. Epizootological and epidemiological aspects of campylobacteriosis in birds // Collection of articles of the Scientific and Practical Conference «Modern scientific developments and advanced technologies for industrial poultry farming», St. Petersburg, July 12-14, 2023]. St. Petersburg: Mediapapier, 2023, pp. 95-99. (In Russ.)]
6. Anisimova N.Y., Ustyuzhanina N.E., Bilan M.I., Donenko F.V., Ushakova N.A., Usov A.I., Kiselevskiy M.V., Nifantiev N.E. Influence of modified fucoidan and related sulfated oligosaccharides on hematopoiesis in cyclophosphamide-induced mice. *Marine Drugs*, 2018, Vol. 16, no. 9, 333. doi: 10.3390/md16090333.
7. Cumashi A.A., Ushakova N.A., Preobrazhenskaya M.E., D'Incecco A., Piccoli A., Totani L., Tinari N., Morozevich G.E., Berman A.E., Bilan M.I., Usov A.I., Ustyuzhanina N.E., Grachev A.A., Sanderson C.J., Kelly M., Rabinovich G.A., Iacobelli S., Nifantiev N.E. Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Bio-Oncologia, Italy Comparative study of the anti-inflammatory, anticoagulant, antiangiogenic, and antiadhesive activities of nine different fucoidans from brown seaweeds. *Glycobiology*, 2007, Vol. 17, no. 5, pp. 541-552.
8. Kurilova A.A., Karpenko L.Y., Balykina A.B., Bakhta A.A., Kochish I.I., Nikonov I.N., Kozitcyna A.I. PSVIII-20 Heterologous lactobacilli feed additive impact on microflora in Cobb-500 broiler laying hens. *J. Anim. Sci.*, 2021, Vol. 99, Suppl. 3, 429. doi: 10.1093/jas/skab235.769.

### Авторы:

**Бахта А.А.** — к.б.н., доцент кафедры биохимии и физиологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», Санкт-Петербург, Россия

**Карпенко Л.Ю.** — д.б.н., профессор, заведующая кафедрой биохимии и физиологии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», Санкт-Петербург, Россия

**Никонов И.Н.** — к.б.н., ассистент кафедры кормления и разведения животных ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», Санкт-Петербург, Россия

### Authors:

**Bakhta A.A.**, PhD (Biology), Associate Professor, Department of Biochemistry and Physiology, St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

**Karpenko L. Yu.**, PhD, MD (Biology), Professor, Head, Department of Biochemistry and Physiology, St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

**Nikonov I.N.**, PhD (Biology), Assistant Professor, Department of Animal Feeding and Breeding, St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

Поступила 17.04.2024

Отправлена на доработку 18.04.2024

Принята к печати 22.04.2024

Received 17.04.2024

Revision received 18.04.2024

Accepted 22.04.2024