

**А.В. Мишуров** ✉,  
**В.Н. Романов**,  
**М.В. Довыденкова**

Федеральный исследовательский центр  
животноводства — ВИЖ им. академика  
Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, Подольск,  
Россия

✉ a.v.mishurov@mail.ru

Поступила в редакцию:  
18.05.2023

Одобрена после рецензирования:  
15.08.2023

Принята к публикации:  
28.08.2023

**Alexei V. Mishurov** ✉,  
**Victor N. Romanov**,  
**Maria V. Dovydenkova**

Federal Research Center for Animal  
Husbandry named after Academy  
Member L.K. Ernst, Dubrovitsy, Podolsk,  
Moscow Region, Russia

✉ a.v.mishurov@mail.ru

Received by the editorial office:  
18.05.2023

Accepted in revised:  
15.08.2023

Accepted for publication:  
28.08.2023

# Иммунный и антиоксидантный статус организма ягнят при использовании бурых водорослей *Fucus vesiculosus*

## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** В условиях интенсивного ведения животноводства важным является нормализация иммунной и антиоксидантной систем организма животных. Морские водоросли могут использоваться для повышения естественной устойчивости организма животных к неблагоприятным факторам внешней среды на раннем этапе онтогенеза в послемолочный период выращивания.

**Методы.** Исследования были проведены в Федеральном исследовательском центре животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста (ферма Дубровицы) на двух группах ягнят аналогов по живой массе и возрасту ( $n = 8$ ). Ягнята опытной группы дополнительно к рациону получали 3 г бурых водорослей *F. Vesiculosus*. Длительность опыта составила 27 дней с изучением последствий через 28 дней с проведением индивидуальных взвешиваний ягнят.

**Результаты.** Живая масса ягнят, в рационе которых использовали бурые водоросли, составила 14 кг, что выше, чем в контроле, на 5,3%.

По микробиологическим показателям крови отмечался более высокий уровень бактерицидной активности у ягнят, получавших бурые водоросли, разница составила 28,33%. Содержание ТБК-активных продуктов в сыворотке крови было выше у животных контрольной группы на 14,57%, Разница суммарного количества водорастворимых антиоксидантов в крови животных составила 16,93% в пользу животных опытной группы. Абсолютный прирост живой массы в опытной группе через 28 дней после проведения опыта — 17,9 кг, что выше, чем в контроле, на 7,8%.

**Ключевые слова:** ягнята, бурые водоросли, фукус, резистентность, антиоксидантный статус

**Для цитирования:** Мишуров А.В., Романов В.Н., Довыденкова М.В. Иммунный и антиоксидантный статус организма ягнят при использовании бурых водорослей *Fucus vesiculosus*. *Аграрная наука*. 2023; 374(9): 47–51. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-47-51>

© Мишуров А.В., Романов В.Н., Довыденкова М.В.

# Immune and antioxidant status of the body of lambs using brown algae *Fucus vesiculosus*

## ABSTRACT

**Relevance.** In conditions of intensive animal husbandry, it is important to normalize the immune and antioxidant systems of the animal organism. Seaweeds can be used to increase the natural resistance of the animal organism to adverse environmental factors at an early stage of ontogenesis in the post-milk growing period.

**Methods.** The research was conducted at the Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, on two groups of lambs with analogues in live weight and age ( $n = 8$ ). Lambs of the experimental group received 3 g of brown algae *F. Vesiculosus* in addition to the diet. The duration of the experiment was 27 days with the study of the aftereffect after 28 days with individual weighing of lambs.

**Results.** The live weight of lambs whose diet used brown algae was 14 kg, which is 5.3% higher than in the control.

According to microbiological indicators of blood, there was a higher level of bactericidal activity in lambs treated with brown algae, the difference was 28.33%. The content of TBA-active products in blood serum was higher in animals of the control group by 14.57%, the difference in TAWA in the blood of animals was 16.93% in favor of animals of the experimental group. The absolute increase in live weight in the experimental group 28 days after the experiment was 17.9 kg, which is 7.8% higher than in the control group.

**Key words:** lambs, brown algae, fucus, resistance, antioxidant status

**For citation:** Mishurov A.V., Romanov V.N., Dovydenkova M.V. Immune and antioxidant status of the body of lambs using brown algae *Fucus vesiculosus*. *Agrarian science*. 2023; 374(9): 47–51 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-374-9-47-51>

© Mishurov A.V., Romanov V.N., Dovydenkova M.V.

## Введение/Introduction

Высокая продуктивность животных основана на сбалансированном рациональном кормлении и безопасном санитарно-гигиеническом содержании. При этом стрессовое состояние, гормональные изменения, корма низкого качества комплексно влияют на продуктивное здоровье животного, его иммунную систему и существенно сдерживают реализацию генетического потенциала.

Снижение резистентности организма, связанное с технологическими стресс-факторами (отъем, смена рациона, транспортировка, групповое содержание др.) взаимосвязано со снижением антиоксидантного статуса при повышении активности свободнорадикальных процессов. В условиях ведения интенсивных технологий животноводства применение фитобиотиков может нивелировать негативные воздействия, способствуя росту продуктивности [1, 2].

Фитобиотики, представляющие собой естественные биологически активные соединения растительного происхождения, могут служить альтернативой кормовым антибиотикам и использоваться в рационе на протяжении всего периода выращивания как моногастричных, так и полигастричных животных [3, 4].

Биологически активные вещества растительного происхождения, содержащиеся в кормовых добавках, способствуют стимуляции эндокринной системы организма животных, а также оказывают противовоспалительное и иммуностимулирующее действие. Такие биологически активные добавки способствуют улучшению активности лимфоцитов, макрофагов и NK-клеток (естественные клетки-киллеры, входящие в состав врожденной иммунной системы), усиливают процесс фагоцитоза или стимулируют синтез интерферонов, приводя к улучшению иммунного ответа, а также могут вызывать положительные изменения слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки [5].

Активными соединениями фитобиотиков являются терпеноиды (моно- и сесквитерпены), альдегиды, кетоны, эфиры, лактоны, гликозиды, полифенольные соединения, дубильные вещества, алкалоиды и др. В составе кормовых добавок фитогенного происхождения содержание этих активных соединений может широко варьироваться в зависимости от используемой фенологической фазы развития и части растения, а также внешних факторов среды [6].

Бурые морские водоросли считаются источниками полисахаридов, пептидов и флоротаннинов. При этом флоротаннины, являясь уникальной по своей структуре полимерной фенольной группой, содержатся только в бурых морских водорослях и действуют через многочисленные антиоксидантные механизмы. Морские водоросли содержат все незаменимые аминокислоты, богаты аспарагиновой кислотой и глутаминовой. Некоторые пептиды, такие как карнозин и глутатион, известные своими сильными антиоксидантными свойствами и ранее выделенные из тканей животных, были также обнаружены в морских водорослях [7, 8].

Растительные полифенолы, входящие в состав БАД, обладают способностью нивелировать свободные оксигенные и пероксильные радикалы, а также радикалы ксенобиотиков. При этом образуется относительно устойчивый феноксильный радикал, который в значительной

степени ингибирует процессы перекисного окисления липидов в мембранах лизосом и, соответственно, снижает активность лизосомальных ферментов в сыровотке крови печени. Кроме того, растительные полифенолы активируют подавленные ксенобиотиками реакции пентозного цикла, а также реакции глюконеогенеза, что в результате способствует восстановлению синтеза углеводных структур и репарации олигосахаридов в иммуноглобулинах [9].

Установлено, что использование в рационе ягнят морских водорослей оказывает влияние на липидограмму и экспрессию генов жирового обмена. Так, дополнение рациона водорослями в сочетании с льняным семенем привело к накоплению линоленовой кислоты и снижению соотношения омега-6 к омега-3 жирных кислот как в подкожной, так и в жировой ткани [10].

Использование в кормлении молодняка крупного рогатого скота альгинатов ламинарии японской обеспечило повышение в среднем переваримости питательных веществ рациона на 4,5%. При этом наблюдалось увеличение абсолютного прироста живой массы на 12,8% относительно животных контрольной группы [11].

По данным Ермолиной С.А., введение в комплексную терапию телятам с простой формой диспепсии природного растительного препарата на основе экстракта морской бурой водоросли *Laminaria saccharina* уже на третий день после курса лечения способствовало нормализации углеводного и липидного обмена по сравнению с базисным лечением [12].

Антиоксидантная и противовоспалительная активность организма животных — ключевые показатели для возможного будущего использования морских водорослей в качестве нутрицевтиков.

Цель работы — изучение особенностей биологического действия *Fucus vesiculosus* на иммунный и антиоксидантный статус организма ягнят.

## Материалы и методы исследований / Materials and methods

Исследования были проведены в 2022 году на базе Федерального исследовательского центра животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста (на ферме Дубровицы Московской области) на двух группах ягнят (баранчиков) помесей романовской породы и катадинов (по восемь голов в возрасте одного месяца со средней живой массой 7,2 кг). Группы животных формировались по принципу пар-аналогов согласно общепринятой методике<sup>1</sup>. Ягнята содержались на подсосе с овцематками, рацион был сбалансирован по нормам для данной половозрастной группы и состоял из комбикорма (150–200 г на голову в сутки) и сена разнотравного в свободном доступе<sup>2</sup>. Ягнята опытной группы дополнительно получали 3 г сухих бурых водорослей *F. Vesiculosus* Архангельского водорослевого комбината (Россия) на голову в сутки в смеси с комбикормом. Длительность эксперимента — 27 дней. Через 28 дней после использования бурых водорослей в рационе ягнят было изучено последствие. Динамику живой массы учитывали проведением индивидуального взвешивания ягнят при постановке, снятии с опыта и через 28 дней.

Для изучения состояния обменных процессов в организме подопытных животных через 27 дней после

<sup>1</sup> Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. Учебное пособие. М.: Колос. 1976; 304.

<sup>2</sup> Калашникова А.П., Фисина В.И., Щеглова В.В., Клейменова Н.И. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е изд., перераб. и доп. Москва. 2003; 456.

начала опыта однократно брали кровь, путем пункции яремной вены через три часа после утреннего кормления.

В пробах крови определяли:

- содержание водорастворимых антиоксидантов (СКВА), был использован амперометрический метод<sup>3</sup>, измерения выполнены на приборе «ЦветЯуза 01-АА» («Химавтоматика», Россия);
- антиокислительную активность сыворотки крови, содержание ТБК-активных продуктов с помощью диагностических тестов «ТБК-АГАТ», набор производства ООО «Агат-Мед» (Россия).

Изучение неспецифического и клеточного иммунитета крови животных проводили в лаборатории микробиологии ВИЖ им Л.К. Эрнста. Неспецифическую резистентность оценивали по лизоцимной, бактерицидной и фагоцитарной активности крови, показатели сыворотки крови определяли по модифицированной методике нефелометрическим методом<sup>4, 5</sup>, фагоцитарную активность модифицированной методикой — по Гостьеву<sup>6</sup>.

Вычисляли среднеарифметическое значение ( $M$ ), среднеквадратическую ошибку ( $\pm m$ ) и уровень значимости ( $p$ ). Под величиной  $p$  подразумевали уровень значимости, который вычисляли с помощью  $t$ -критерия Стьюдента. Данные в таблицах представлены в виде среднего значения и его ошибки. Результаты исследований высокодостоверные при  $p \leq 0,001$ , достоверные при  $p \leq 0,01$  и  $p \leq 0,05$ . При  $p \leq 0,1$ , но  $p > 0,05$  — тенденция к достоверности полученных данных, при  $p > 0,1$  — разница недостоверна.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

О степени удовлетворения потребности животных в энергии, питательных, минеральных и биологически активных веществах, количественной и качественной оценке кормовых рационов можно судить, прежде всего, по динамике живой массы, величине ее прироста и конверсии кормов у подопытных ягнят.

При сравнительно одинаковой постановочной живой массе в конце опыта живая масса ягнят, получавших бурые водоросли, составила 14 кг, что было выше, чем в

контроле, на 5,3%, при этом животные опытной группы по среднесуточному приросту превышали контроль на 13,64% (табл. 1).

Абсолютный прирост живой массы в опытной группе через 28 дней после проведения опыта составил 17,9 кг, что было выше, чем в контроле, на 7,8%. Разница была недостоверной, но можно говорить о тенденции повышения прироста живой массы у этих животных (табл. 1).

Физиологическая или естественная резистентность направлена на обеспечение постоянства внутренней среды организма и, соответственно, жизнедеятельности в условиях, когда они подвергаются неблагоприятному воздействию тех или иных факторов.

Резистентность определяется как степень устойчивости организма к тому или иному (но патогенному) фактору. Лизоцимно-бактерицидная активность сыворотки крови характеризует способность подавлять рост микроорганизмов и зависит от активности всех гуморальных факторов неспецифической резистентности.

Содержание лизоцима в крови подопытных ягнят было одинаково стабильным (0,35 ед.), что может свидетельствовать о здоровье животных контрольной и опытной групп. При этом бактерицидная активность у ягнят, получавших бурые водоросли, была выше на 28,33% относительно животных контрольной группы. Также отмечался более низкий уровень фагоцитарной активности (на 1,7%), фагоцитарного индекса (на 5,82%) и фагоцитарного числа (на 2,94%) у животных контрольной группы, что свидетельствует о более динамичном механизме регуляции метаболического гомеостаза в организме животных опытной группы (табл. 2).

Множество процессов, связанных с окислением биологических молекул, сопровождается генерацией активных форм кислорода. Одной из форм его повышенного образования является активность процессов перекисного окисления липидов, при этом окислительная деградация липидной фазы мембран подвергается изменению (или даже повреждению). Маркером перекисного окисления липидов служит малондиальдегид, который возникает в организме

Таблица 1. Динамика роста ягнят  
Table 1. Growth dynamics of lambs

Показатель	Группа	
	Контрольная (n = 8)	Опытная (n = 8)
<b>27 дней опыта</b>		
Живая масса в начале опыта, кг	7,2 ± 0,19	7,2 ± 0,12
Живая масса в конце опыта, кг	13,3 ± 0,34	14,0 ± 0,17
Абсолютный прирост живой массы, кг	6,0 ± 0,45	6,8 ± 0,22
Среднесуточный прирост, кг	0,22 ± 0,02	0,25 ± 0,01
<b>Через 28 дней после окончания опыта (последействие)</b>		
Живая масса, кг	16,6 ± 0,67	17,9 ± 0,66
Абсолютный прирост живой массы, кг	3,3 ± 0,43	3,8 ± 0,57
Среднесуточный прирост, кг	0,12 ± 0,02	0,14 ± 0,02

<sup>3</sup> Методика выполнения измерений содержания антиоксидантов в напитках и пищевых продуктах, экстрактах лекарственных растениях амперометрическим методом. Москва. 2007.

<sup>4</sup> Методы ветеринарной классической лабораторной диагностики. Справочник: под ред. проф. И.П. Кондрахина. М.: Колос. 2004; 492.

<sup>5</sup> Воронин Е.С., Петров А.М., Серых М.М., Девришов Д.А. Иммунология: под ред. Е.С. Воронина. М.: Колос-Пресс. 2002; 408.

<sup>6</sup> Дорофейчук В.Г. Определение активности лизоцима нефелометрическим методом. Лабораторное дело. 1968; 28–30.

Таблица 2. Иммунологические показатели крови

Table 2. Immunological parameters of blood

Показатели	Группа	
	контрольная (n = 3)	опытная (n = 3)
Общий белок, г/л	61,73 ± 1,45	62,70 ± 2,09
% лизиса	58,07 ± 8,71	55,85 ± 3,158
Лизоцим, мкг/мл	0,35 ± 0,02	0,35 ± 0,02
Уд. ед. активности лизоцима относительно ед. активности белка, а/мг	6,41 ± 2,01	5,33 ± 0,66
Бактерицидная активность, %	32,93 ± 6,30	42,26 ± 6,83
Фагоцитарная активность, %	46,00 ± 3,54	46,80 ± 2,04
Фагоцитарный индекс, ед.	3,61 ± 0,21	3,82 ± 0,13
Фагоцитарное число	1,70 ± 0,14	1,75 ± 0,07

Таблица 3. Антиоксидантный статус организма ягнят

Table 3. Antioxidant status of the body of lambs

Показатели	Группа	
	контрольная (n = 3)	опытная (n = 3)
ТБК-активные продукты, мкмоль/л	2,54 ± 0,14	2,17 ± 0,09
СКВА, мг/л	21,80 ± 1,86	25,49 ± 1,35

при деградации полиненасыщенных жиров активными формами кислорода. Реакция тиобарбитуровой кислоты (ТБК) с малоновым диальдегидом является одним из методов определения продуктов перекисного окисления липидов [13].

В исследованиях содержание ТБК-активных продуктов в сыворотке крови было выше у животных контрольной группы на 14,57% (табл. 3), что говорит о снижении функциональной активности ферментов, рецепторов и каналообразующих белков, встроенных в мембраны клеток у этих животных.

Разница по содержанию суммарного количества водорастворимых антиоксидантов (СКВА) в крови животных составила 16,93% в пользу животных опытной группы, что говорит о более низкой активности защитного антиоксидантного механизма у животных контрольной группы (табл. 3).

На основании данных активности ТБК и СКВА можно считать о большей сбалансированности антиоксидантной системы ягнят, получавших бурые водоросли, и они менее подвержены воздействию различным неблагоприятным фактор-стрессам, что, несомненно, является важным на данном этапе онтогенеза животных.

### Выводы/Conclusion

Живая масса ягнят после потребления бурых водорослей составила 14 кг, что выше, чем в контрольной группе, на 5,3%, при этом среднесуточный прирост у этих животных превышал контроль на 13,64%.

Бактерицидная активность сыворотки крови у ягнят, получавших бурые водоросли в качестве добавки к основному рациону, была выше на 28,33% относительно животных контрольной группы.

Отмечено снижение содержания ТБК-активных продуктов в сыворотке крови животных опытной группы по отношению к контролю, разница составила 14,57%, при этом содержание общей суммы водорастворимых антиоксидантов в сыворотке крови было выше на 16,93% у ягнят, получавших бурые водоросли, что говорит о более низкой активности защитного антиоксидантного механизма у животных контрольной группы.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу.

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.

Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Минобрнауки России ГЗ 0445-2021-0002.

### FUNDING

The study was supported by the funding of fundamental scientific research by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation GT 0445-2021-0002.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галочкин В.А., Остренко К.С., Галочкина В.П., Федорова Л.М. Взаимосвязь нервной, иммунной, эндокринной систем и факторов питания в регуляции резистентности и продуктивности животных (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2018; 53(4): 673–686. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.4.673rus>
2. Тимофеев Н.П. Фитобиотики в мировой практике: виды растений и действующие вещества, эффективность и ограничения, перспективы (обзор). *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021; 22(6): 804–825. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.804-825>
3. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives: Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health*. London: Academic Press. 2020; xiii + 368. ISBN 978-0-12-814700-9

### REFERENCES

1. Galochkin V.A., Ostrenko K.S., Galochkina V.P., Fedorova L.M. Interrelation of nervous, immune, endocrine systems and nutritional factors in the regulation of animal resistance and productivity (review). *Agricultural biology*. 2018; 53(4): 673–686 (In Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.4.673rus>
2. Timofeev N.P. Phytobiotics in world practice: plant species and active substances, efficiency and limitations, perspectives (review). *Agricultural Science Euro-North-East*. 2021; 22(6): 804–825 (In Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.804-825>
3. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). *Feed Additives: Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health*. London: Academic Press. 2020; xiii + 368. ISBN 978-0-12-814700-9

4. Jin L.-Z., Dersjant-Li Y., Giannenas I. Application of aromatic plants and their extracts in diets of broiler chickens. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). Feed Additives: Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health. London: Academic Press. 2020; 159–185. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00010-8>

5. Kumar M., Kumar V., Roy D., Kushwaha R., Vaiswani S. Application of Herbal Feed Additives in Animal Nutrition — A Review. *International Journal of Livestock Research*. 2014; 4(9): 1–8. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20141205105218>

6. Windisch W., Schedle K., Plitzner C., Kroismayr A. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*. 2008; 86(s14): E140–E148. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459>

7. Kord A., Foudil-Cherif Y., Amiali M., Boumechhour A., Benfares R. Phlorotannins Composition, Radical Scavenging Capacity and Reducing Power of Phenolics from the Brown Alga *Cystoseira sauuageauana*. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2021; 30(4): 426–438. <https://doi.org/10.1080/10498850.2021.1895392>

8. Wekre M.E., Kåsin K., Underhaug J., Holmelid B., Jordheim M. Quantification of Polyphenols in Seaweeds: A Case Study of *Ulva intestinalis*. *Antioxidants*. 2019; 8(12): 612. <https://doi.org/10.3390/antiox8120612>

9. Хильченко С.Р., Запорожец Т.С., Шевченко Н.М. Влияние модифицированных фукоиданов из *Fucus evanescens* на экспрессию cd69 лимфоцитами периферической крови человека in vitro. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2009; (3): 139.

10. Urrutia O., Mendizabal J.A., Insausti K., Soret B., Purroy A., Arana A. Effects of Addition of Linseed and Marine Algae to the Diet on Adipose Tissue Development, Fatty Acid Profile, Lipogenic Gene Expression, and Meat Quality in Lambs. *PLoS ONE*. 2016; 11(6): e0156765. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156765>

11. Усанов В.С., Краснощекова Т.А., Нимаева В.Ц., Плавинский С.Ю. Влияние скармливания минерального премикса, изготовленного на основе нетрадиционных кормов, на рост и развитие молодняка крупного рогатого скота. *Дальневосточный аграрный вестник*. 2016; (3): 87–90. <https://elibrary.ru/wxotxx>

12. Ермолина С.А. Динамика липидного и углеводного обмена у телят, больных диспепсией, при различных способах лечения. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2010; (3): 57–59. <https://elibrary.ru/lmbmmr>

13. Игнатенко В.А., Лысенкова А.В., Калинин А.Л., Казушчик А.Л. ТБК-активные продукты перекисного окисления липидов эритроцитов в УЗ-поле и при наличии этанола. *Проблемы здоровья и экологии*. 2012; 4(34): 117–122.

4. Jin L.-Z., Dersjant-Li Y., Giannenas I. Application of aromatic plants and their extracts in diets of broiler chickens. Florou-Paneri P., Christaki E., Giannenas I. (eds.). Feed Additives: Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health. London: Academic Press. 2020; 159–185. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814700-9.00010-8>

5. Kumar M., Kumar V., Roy D., Kushwaha R., Vaiswani S. Application of Herbal Feed Additives in Animal Nutrition — A Review. *International Journal of Livestock Research*. 2014; 4(9): 1–8. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20141205105218>

6. Windisch W., Schedle K., Plitzner C., Kroismayr A. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*. 2008; 86(s14): E140–E148. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459>

7. Kord A., Foudil-Cherif Y., Amiali M., Boumechhour A., Benfares R. Phlorotannins Composition, Radical Scavenging Capacity and Reducing Power of Phenolics from the Brown Alga *Cystoseira sauuageauana*. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2021; 30(4): 426–438. <https://doi.org/10.1080/10498850.2021.1895392>

8. Wekre M.E., Kåsin K., Underhaug J., Holmelid B., Jordheim M. Quantification of Polyphenols in Seaweeds: A Case Study of *Ulva intestinalis*. *Antioxidants*. 2019; 8(12): 612. <https://doi.org/10.3390/antiox8120612>

9. Khilchenko S.R., Zaporozhets T.S., Shevchenko N.M. Effect of modified fucoidans from *Fucus evanescens* on cd69 expression by human peripheral blood lymphocytes in vitro. *Pacific Medical Journal*. 2009; (3): 139 (In Russian).

10. Urrutia O., Mendizabal J.A., Insausti K., Soret B., Purroy A., Arana A. Effects of Addition of Linseed and Marine Algae to the Diet on Adipose Tissue Development, Fatty Acid Profile, Lipogenic Gene Expression, and Meat Quality in Lambs. *PLoS ONE*. 2016; 11(6): e0156765. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156765>

11. Usanov V.S., Krasnoschyokova T.A., Nimaeva V.Tz., Plavinskii S.Yu. Use of mineral premix made of non-traditional fodder: influence on the growth of young cattle. *Far East Agrarian Herald*. 2016; (3): 87–90 (In Russian). <https://elibrary.ru/wxotxx>

12. Ermolina S. The track record lipid and sugar exchange beside calves, sick dyspepsia under different way of the treatment. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2010; (3): 57–59 (In Russian). <https://elibrary.ru/lmbmmr>

13. Ignatenko V.A., Lysenkova A.V., Kalinin A.L., Kazushchik A.L. TBA-active products of erythrocyte lipid peroxidation in the ultrasound field and in the presence of ethanol. *Problems of health and ecology*. 2012; 4(34): 117–122 (In Russian).

## ОБ АВТОРАХ

### Алексей Владимирович Мишуков,

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных  
a.v.mishurov@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7382-1625>

### Виктор Николаевич Романов,

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных  
<https://orcid.org/0000-0002-3542-5370>

### Мария Валентиновна Довыденкова,

кандидат биологических наук, младший научный сотрудник отдела биотехнологии и молекулярной диагностики животных лаборатории микробиологии  
<https://orcid.org/0000-0002-3093-4117>

Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, Подольск, Московская обл., 142132, Россия

## ABOUT THE AUTHORS

### Aleksey Vladimirovich Mishurov,

Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals  
a.v.mishurov@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-7382-1625>

### Viktor Nikolaevich Romanov,

Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of Farm Animals  
<https://orcid.org/0000-0002-3542-5370>

### Maria Valentinovna Dovydenkova,

Candidate of Biological Sciences, Junior Researcher of the Department of Biotechnology and Molecular Diagnostics of Animals of the Microbiology Laboratory  
<https://orcid.org/0000-0002-3093-4117>

Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy village, Podolsk, Moscow region, 142132, Russia