

## Влияние добавок зеленой нитчатой водоросли *Cladophora* в рацион молодняка кроликов на их рост и развитие

П. С. Остапчук<sup>1,2</sup>✉, Н. В. Шадрин<sup>1</sup>, А. В. Празукин<sup>1</sup>, Е. В. Ануфриева<sup>1</sup>, Т. А. Куевда<sup>1,2</sup>, Ю. К. Фирсов<sup>1</sup>, Д. В. Зубоченко<sup>2</sup>, Т. П. Макалиш<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия

<sup>3</sup> Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, Россия

✉ E-mail: [ostapchuk\\_p@niishk.site](mailto:ostapchuk_p@niishk.site)

**Аннотация.** Целью статьи является описание результатов изучения влияния кормовой добавки, содержащей водоросль *Cladophora*, на ростовые характеристики молодняка кроликов. **Методы.** При кормлении кроликов 1, 0,5 и 0,25 % от рациона составляли гранулы кладофоры. Получение гранул защищено патентом № 2823595. По общепринятой зоотехнической методике оценивали особенности роста и развития животных, убойные качества, показатели мяса на предмет накопления некоторых элементов и гистологическое строение печени. **Научная новизна.** Впервые изучено влияние введения в рацион зеленой водоросли *Cladophora* из гиперсоленых вод на ростовые характеристики кроликов, что позволяет обосновать ее эффективность в качестве кормовой добавки. **Результаты.** В группе, получавшей добавку 1 % от массы рациона, отмечено достоверное увеличение живой массы в сравнении с контрольной группой. Разность средней живой массы контроля и той группы, где добавку вводили в размере 1 %, достоверно увеличивалась с возрастом: в 77 дней живая масса была выше, чем у контрольных животных, на 6,5 %, а в возрасте 90 дней – на 8,2 %. У молодняка, получавшего 1 % кладофоры, также отмечены достоверные преимущества по убойным показателям: разница с контролем составляла по предубойной массе 8,2 %, убойной массе – 14,1 %, убойному выходу – 3,7 %. Масса печени не претерпевала каких-либо вариаций в пользу той или иной группы, а гистологическая структура этого органа свидетельствовала об отсутствии каких-либо патологических процессов. Отмечено накопление йода в мышечной ткани во всех опытных группах: у получавших 1 % кладофоры – в 4,8 раза, 0,5 % – в 2,7 раза, 0,25 % – в 1,7 раза. Различия с контролем были достоверными во всех случаях. Повышение калорийности мяса молодняка снижает содержание фосфора и кальция и увеличивает концентрацию йода. Увеличение концентрации фосфора снижает концентрацию кальция, а повышенная концентрация йода снижает содержание как кальция, так и фосфора.

**Ключевые слова:** нитчатая водоросль *Cladophora*, кормовые добавки, кролики, живая масса, убойные показатели, калорийность, йод

**Для цитирования:** Остапчук П. С., Шадрин Н. В., Празукин А. В., Ануфриева Е. В., Куевда Т. А., Фирсов Ю. К., Зубоченко Д. В., Макалиш Т. П. Влияние добавок зеленой нитчатой водоросли *Cladophora* в рацион молодняка кроликов на их рост и развитие // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 61–73. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-61-73>.

**Благодарности.** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-66-00001, <https://rscf.ru/project/24-66-00001/>

**Дата поступления статьи:** 23.08.2024, **дата рецензирования:** 03.10.2024, **дата принятия:** 01.11.2024.

## Effects of the *Cladophora* green filamentous algae supplements in the young rabbits' diet on their growth and development

P. S. Ostapchuk<sup>1,2✉</sup>, N. V. Shadrin<sup>1</sup>, A. V. Prazukin<sup>1</sup>, E. V. Anufrieva<sup>1</sup>, T. A. Kuevda<sup>1,2</sup>, Yu. K. Firsov<sup>1</sup>, D. V. Zubochenko<sup>2</sup>, T. P. Makalish<sup>3</sup>

<sup>1</sup> A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia

<sup>2</sup> Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia

<sup>3</sup> V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

✉ E-mail: ostapchuk\_p@niishk.site

**Abstract.** The purpose of the article is to study the effect of a feed additive containing the alga *Cladophora* on the ontogenesis of young rabbits. **Methods.** 1, 0.5 and 0.25 % of *Cladophora* granules were added to the rabbits' diet. The production of granules is protected by Patent No. 2823595. The characteristics of animal growth and development, slaughter qualities, meat indicators for the accumulation of certain elements and the histological structure of the liver were assessed using the generally accepted zootechnical methodology. **Scientific novelty.** The effect of introducing the green alga *Cladophora* from hypersaline waters into the diet on the growth characteristics of rabbits was studied for the first time, which allows us to substantiate its effectiveness as a feed additive. **Results.** In the group receiving the 1 % additive, a significant increase in live weight was observed compared to the control group. The difference in the average live weight of the control and the group where the additive was administered at 1 % significantly increased with age: at the age of 77 days, the live weight was higher than that of the control animals by 6.5 %, and at the age of 90 days – 8.2 %. The young animals that received 1 % *Cladophora* also showed reliable advantages in slaughter parameters: the difference with the control was 8.2 % in pre-slaughter weight, 14.1 % in slaughter weight and 3.7 % in slaughter yield. The liver weight did not undergo any variations in favor of one group or another, and the histological structure of this organ indicated the absence of any pathological processes. Accumulation of iodine in muscle tissue was noted in all experimental groups: in those receiving 1 % *Cladophora* – 4.8 times, 0.5 % – 2.7 times, and 0.25 % – 1.7 times. Differences with the control were reliable in all cases. Increasing the caloric content of young meat reduces the content of phosphorus and calcium and increases the concentration of iodine. An increase in the concentration of phosphorus reduces the concentration of calcium, and an increased concentration of iodine reduces the content of both calcium and phosphorus.

**Keywords:** filamentous algae *Cladophora*, feed supplements, rabbits, live weight, slaughter values, caloric content, iodine

**Acknowledgements.** The study was supported by the Russian Science Foundation, grant № 24-66-00001, <https://rscf.ru/project/24-66-00001/>

**For citation:** Ostapchuk P. S., Shadrin N. V., Prazukin A. V., Anufrieva E. V., Kuevda T. A., Firsov Yu. K., Zubochenko D. V., Makalish T. P. Effects of the *Cladophora* green filamentous algae supplements in the young rabbits' diet on their growth and development. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 61–73. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-61-73>. (In Russ.)

**Date of paper submission:** 23.08.2024, **date of review:** 03.10.2024, **date of acceptance:** 01.11.2024.

### Постановка проблемы (Introduction)

Численность людей продолжает расти и, по прогнозам ООН, может достигнуть 10,3 млрд человек к 2080 году [1]. Нехватка пресной воды и полноценной пищи остаются основными проблемами на пути к устойчивому развитию. Обе проблемы взаимосвязаны, т. к. сельское хозяйство расходует около 70 % общего мирового потребления пресной воды [2; 3]. При этом на животноводство приходится около 75 % всех используемых сельскохозяйственных угодий и около 30 % потребления воды [2].

Наиболее остро стоит проблема нехватки в питании людей белков животного происхождения, а для увеличения их производства необходимо решение ряда проблем, в частности, устранение дефицита кормов и кормовых добавок, сбалансированных по основным эссенциальным элементам. Во многих странах нехватка полноценных кормов оценивается в пределах от 10 до 25 % [4]. Среди используемых кормов не менее 95 % составляют зерновые культуры. Поскольку расширение пашен под производство кормов ведет к увеличению де-

фицита пресной воды и разрушению природных экосистем, проблема поиска альтернативных путей обогащения кормовых ресурсов за счет природных экосистем актуальна.

Уменьшить противоречие между решением продовольственной проблемы и сохранением ресурсов пресной воды может более широкое использование биологических ресурсов соленых и гиперсоленых вод, которые не являются источниками пресной воды, но могут производить биомассу для получения кормов и кормовых добавок [5; 6]. В связи с этим использование в кормопроизводстве нитчатых зеленых водорослей рода *Cladophora* очень перспективно, т. к. ее добавление в рацион может обеспечить животных эссенциальными компонентами [5; 7].

Кролиководство является одной из развитых и прибыльных отраслей в животноводстве многих стран, в России ежегодно производится примерно 15 тысяч тонн кроличьего мяса [8]. Производство крольчатины в стране возможно увеличить, в том числе и за счет добавления в их рацион зеленых многоклеточных водорослей [8; 9]. В результате проведения экспериментов по скармливанию кроликам пресноводной кладофоры были получены положительные результаты [9].

У водорослей из пресных и гиперсоленых вод существуют различия в химическом составе [10], следовательно, можно ожидать различия и в их воздействии на организм кроликов. Существует лишь одна работа по добавке в рацион кроликов кладофоры из гиперсоленых вод, где показано положительное влияние данной водоросли в кормовых смесях на показатели крови [11].

Цель исследования – изучить воздействие зелёной нитчатой водоросли *Cladophora* на показатели роста и развития при ее добавлении к основному рациону молодняка кроликов.

Научная новизна: впервые изучено влияние зеленой водоросли *Cladophora* из гиперсоленых вод на ростовые характеристики кроликов.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Для получения гранул биомассу нитчатых зеленых водорослей *Cladophora* собирали в гиперсоленом озере Ярылгач (Западный Крым). После заготовки ее промывали водой, удаляли эпифиты и высушивали. Полученную сухую биомассу мололи на режущей мельнице «Вилитек VLM» (Россия). Из порошка получали гранулы диаметром 4 мм, используя мини-гранулятор ZLSP-120B (Россия)<sup>1</sup>. Полученные таким образом гранулы использовали в качестве добавки в основной рацион кроликов.

<sup>1</sup> Патент № 2823595 С1 Российская Федерация, МПК А23К 10/30. Способ получения кормовой добавки из водорослей: № 2023125014: заявл. 28.09.2023: опубл. 24.07.2024 / Н. В. Шадрин, А. В. Празукин, Е. В. Ануфриева, Ю. К. Фирсов; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН».

Объект исследований: молодняк кроликов калифорнийской породы. Были сформированы следующие группы животных (по 10 голов в каждой):

первая группа – контрольная – основной рацион (ОР);

вторая группа – опытная – ОР 99 % + 1 % гранул *Cladophora* от массы рациона;

третья группа – опытная – ОР 99,5 % + 0,5 % гранул *Cladophora* от массы рациона;

четвертая группа – опытная – ОР 99,75 % + 0,25 % гранул *Cladophora* от массы рациона.

Изучали рост и развитие молодняка, показатели крови и убойные качества. Кормление осуществляли один раз в день. В состав основного рациона входил полнорационный комбикорм ПЗК-94 следующего состава: пшеница, кукуруза, рыбная мука, жмых соевый, жмых подсолнечный, монокальций-фосфат, лизин, метионин, треонин, БВМД, травяная мука, кокцидиостатик, мел кормовой. Поение производили с помощью поилок ниппельных.

После отсадки крольчат от маток молодняк несколько дней выращивали погнездно, а затем рассаживали в клетки по 4–5 голов с учетом пола [12]. Подача изучаемых кормовых смесей – ежедневная. Каждые три дня взвешивали 10 голов молодняка для определения закономерностей их роста.

Для изучения качества мяса кроликов по методике ВИЖ провели контрольный убой по три головы молодняка каждой группы в возрасте 3 месяцев. Исследуемые показатели: убойная масса, убойный выход, масса печени (в г).

Химический состав мышечной ткани определяли в агрохимической лаборатории ФГБУН «НИИХ Крыма» в соответствии с ГОСТ 20235.1-74 «Мясо кроликов. Методы химического и микроскопического анализа свежести мяса» по следующим показателям: протеин, жир, вода. По результатам химического анализа мышечной ткани был произведен расчет калорийности мышечной ткани по общепринятой методике.

Гистологические исследования биологического материала молодняка кроликов проводили в гистологической лаборатории ЦКП «Молекулярная биология» Медицинской академии им. С. И. Георгиевского. Материал фиксировали в 10-процентном забуференном формалине 24 часа, после чего обезвоживали и пропитывали парафином в микроволновом гистопротессоре LOGOS (Milestone, Италия). С изготовленных парафиновых блоков делали серийные срезы толщиной 4 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином. На микроскопе DM2000 (Leica Biosystems, Германия) срезы просматривали и фотографировали с объективами 10× и 40×.

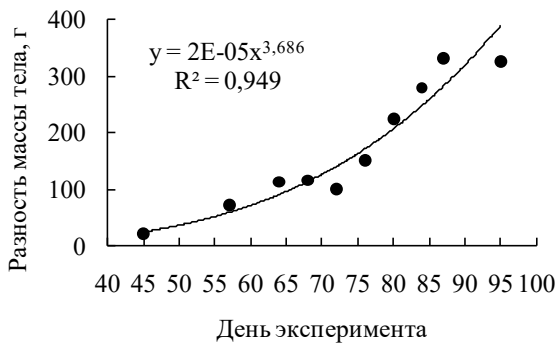


Рис. 1. Изменение разности массы тела в контрольной и опытной группе (1 % добавки кладофоры) в процессе опыта

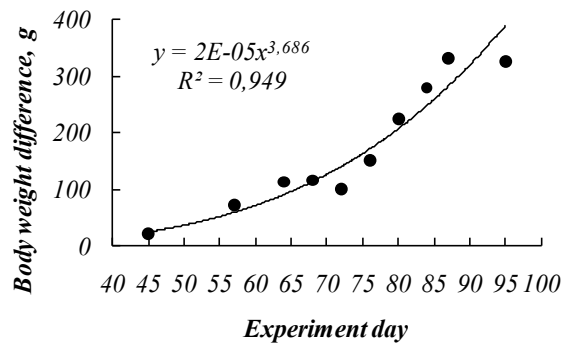


Fig. 1. Changes in body mass difference in the control and experimental groups (1 % Cladophora supplement) during the experiment

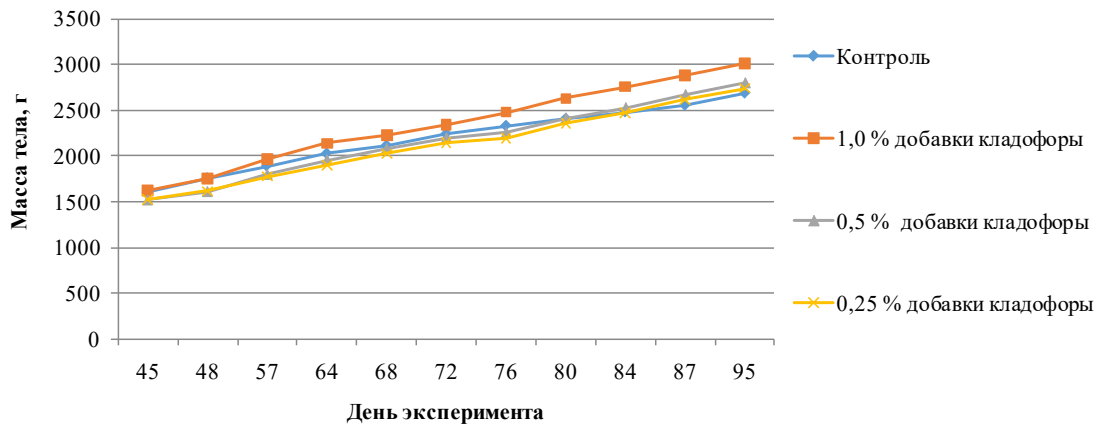


Рис. 2. Динамика роста живой массы молодняка кроликов

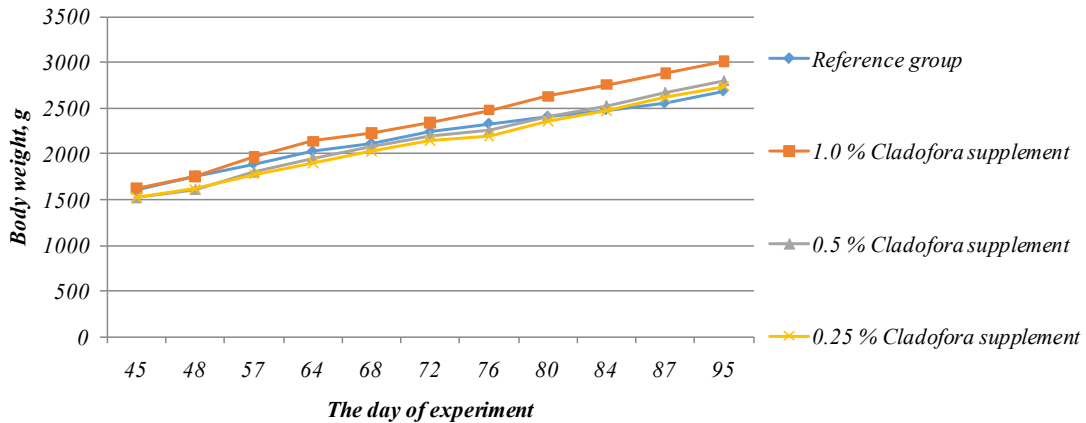


Fig. 2. Dynamics of live mass growth of young rabbits

Химический анализ внутренних органов и тканей проводили в агрохимической лаборатории ФГБУН «НИИСХ Крыма» по следующим параметрам: определение фосфора – по ГОСТ 32009-2013 (ISO 13730:1996); кальция – ГОСТ Р 55573-2013; концентрации йода – методом титриметрии в соответствии с МУК 4.1.1106-02.

Все результаты были статистически обработаны с применением стандартных подходов и методов в Microsoft Excel и Statistica 10. Достоверность различий средних определяли с использованием

$t$ -критерия Стьюдента, значимость коэффициентов корреляции – по таблицам [13].

### Результаты (Results)

Результаты изменения массы тела молодняка кроликов в период эксперимента для всех четырех экспериментальных групп приведены на рис. 1. Эти изменения можно аппроксимировать уравнением (1) для контрольной группы ( $R = 0,996, p = 0,0001$ ):

$$M_k = 127,6 T^{0,669} \quad (1),$$

для получавших кладофору в количестве 1 % от рациона ( $R = 0,996, p = 0,0001$ ) – уравнением (2):

$$M_1 = 70,0 T^{0,826} \quad (2),$$

для получавших добавку 0,5 % от рациона ( $R = 0,996, p = 0,0001$ ) – уравнением (3):

$$M_{0,5} = 64,0 T^{0,828} \quad (3),$$

для получавших добавку 0,25 % от рациона ( $R = 0,992, p = 0,0001$ ) – уравнением (4):

$$M_{0,25} = 73,6 T^{0,791} \quad (4),$$

где  $M_k, M_1, M_{0,5}$  и  $M_{0,25}$  – средняя масса тела, г, в дни от начала опыта,  $T$ , соответственно в контрольной группе и группах, получавших добавку 1 %, 0,5 % и 0,25 %.

Параметры уравнений для всех групп, кроме получавшей добавку 1 % от рациона, достоверно не

отличаются. Уравнения для контрольной группы и получавшей 1 % добавку достоверно различаются ( $p = 0,01$ ). Важно отметить, что показатель степени в уравнении для групп, получавших различные добавки кладофоры, выше, чем в контрольной группе. Это говорит о том, что в контрольной группе скорость прироста тела убывает с возрастом несколько сильнее, чем в остальных. Разность средней массы тела в контрольной группе ( $M_k$ ) и той, где добавка составляла 1 % ( $M_1$ ), достоверно увеличивалась с возрастом (рис. 1).

Таблица 1

**Убойные показатели молодняка кроликов в возрасте 90 дней в контроле и опытных группах, получавшие разные добавки *Cladophora* в рацион**

Группа	Показатель продуктивности	$X \pm m_x$	CV, %
Первая	Предубойная масса, г	2774,4 ± 69,77	7,95
	Убойная масса, г	1498,3 ± 23,22	2,68
	Убойный выход, %	53,52 ± 0,37	1,19
	Масса печени, кг	0,096 ± 0,002	3,76
Вторая	Предубойная масса, г	3002,3 ± 49,43*	5,21
	Убойная масса, г	1710,0 ± 14,19***	1,44
	Убойный выход, %	55,53 ± 0,91*	2,83
	Масса печени, кг	0,099 ± 0,004	7,12
Третья	Предубойная масса, г	2910,8 ± 49,45	5,37
	Убойная масса, г	1596 ± 57,92	6,29
	Убойный выход, %	54,68 ± 0,55	1,74
	Масса печени, кг	0,095 ± 0,004	7,78
Четвертая	Предубойная масса, г	2873,8 ± 40,80	4,49
	Убойная масса, г	1512,0 ± 59,79	6,85
	Убойный выход, %	53,41 ± 0,492	1,6
	Масса печени, кг	0,096 ± 0,003	5,8

Примечание. Здесь в таблице: уровни достоверности: \* – при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* – при  $P \leq 0,001$ .

Table 1

**Slaughter characteristics of young rabbits aged 90 days in the control and experimental groups, receiving different *Cladophora* supplements in the diet**

Group	The productivity indicator	$X \pm m_x$	CV, %
1 <sup>st</sup>	Pre-slaughter weight, g	2774.4 ± 69.77	7.95
	Slaughter weight, g	1498.3 ± 23.22	2.68
	Slaughter yield, %	53.52 ± 0.37	1.19
	Liver weight, kg	0.096 ± 0.002	3.76
2 <sup>nd</sup>	Pre-slaughter weight, g	3002.3 ± 49.43*	5.21
	Slaughter weight, g	1710.0 ± 14.19***	1.44
	Slaughter yield, %	55.53 ± 0.91*	2.83
	Liver weight, kg	0.099 ± 0.004	7.12
3 <sup>rd</sup>	Pre-slaughter weight, g	2910.8 ± 49.45	5.37
	Slaughter weight, g	1596.0 ± 57.92	6.29
	Slaughter yield, %	54.68 ± 0.55	1.74
	Liver weight, kg	0.095 ± 0.004	7.78
4 <sup>th</sup>	Pre-slaughter weight, g	2873.8 ± 40.80	4.49
	Slaughter weight, g	1512.0 ± 59.79	6.85
	Slaughter yield, %	53.41 ± 0.492	1.6
	Liver weight, kg	0.096 ± 0.003	5.8

Note. Here in the table: confidence levels: \* – at  $P \leq 0,05$ ; \*\* – at  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* – at  $P \leq 0,001$ .



В возрасте 77 дней животные, получавшие добавки, вполне достигают норм, принятых в мировом промышленном кролиководстве (от 2,2 до 2,4 кг), а при стандартной технологии производства товарного молодняка кроликов этот период удлиняется до 90-дневного возраста [14]. В более поздний период зафиксировано незначительное снижение интенсивность роста. При этом в последнюю треть периода откорма зафиксировано отставание в росте у животных контрольной группы в отличие от животных опытных групп, которые получали добавку кладофоры. Вероятно, это связано с формированием оптимальной гемодинамики организма животных при добавках в их рацион кладофоры, что показано ранее [11]. Добавка в рацион кладофоры способствует достижению показателей промышленного интенсивного кролиководства – данный показатель у второй опытной группы составляет 2,48 кг, что достоверно выше контроля на 6,5 %

( $P \leq 0,05$ ) (рис. 2), а разница по остальным группам также отмечена; до 90-дневного возраста животные достигают живой массы 2,8–3,0 кг. Отмечается достоверное преимущество над контрольными на 8,2 % ( $P \leq 0,05$ ) у животных второй группы, 4,9 % у третьей и 3,6 % у четвертой. После 90-го дня интенсивность набора живой массы начинает несколько снижаться.

В таблице 1 приведены убойные показатели молодняка кроликов в возрасте 90 дней. Все убойные показатели, кроме массы печени, достоверно ( $P \leq 0,001$ ) увеличивались при росте количества кладофоры, добавляемой в рацион (рис. 3). При попарном сравнении достоверное увеличение по сравнению с контрольной группой по показателям убоя отмечено лишь у молодняка, получавшего кладофору в размере 1 % от общего рациона: по предубойной массе – на 8,2 %, убойной массе – 14,1 %, убойному выходу – на 3,7 %.

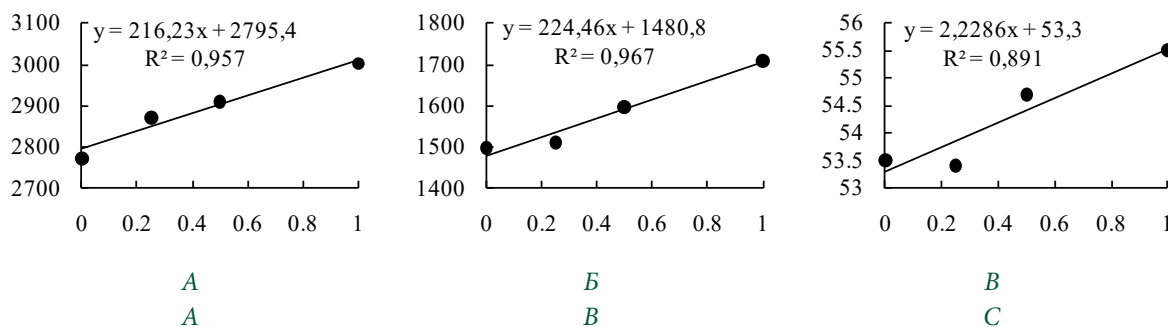


Рис. 3. Убойные показатели молодняка кроликов в возрасте 90 дней в контроле и опытных группах, получавшие разные добавки *Cladophora* в рацион: А – предубойная масса, г; Б – убойная масса, г; В – убойный выход, %  
 Fig. 3. Slaughter characteristics of young rabbits aged 90 days in the control and experimental groups, receiving the different *Cladophora* supplements in the diet: А – pre-slaughter mass, g; В – slaughter mass, g; С – slaughter yield, %



Рис. 4. Внешний вид печени кроликов изученных групп

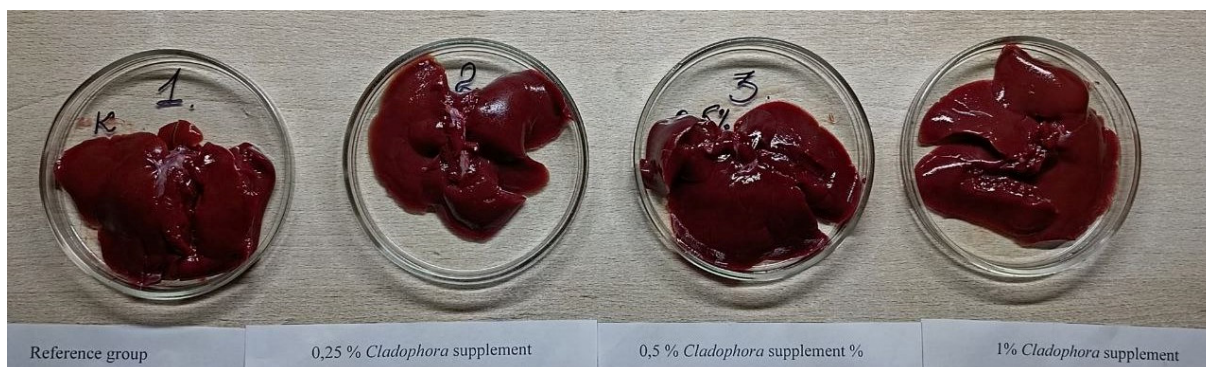


Fig. 4. Appearance of the liver of rabbits in the studied groups

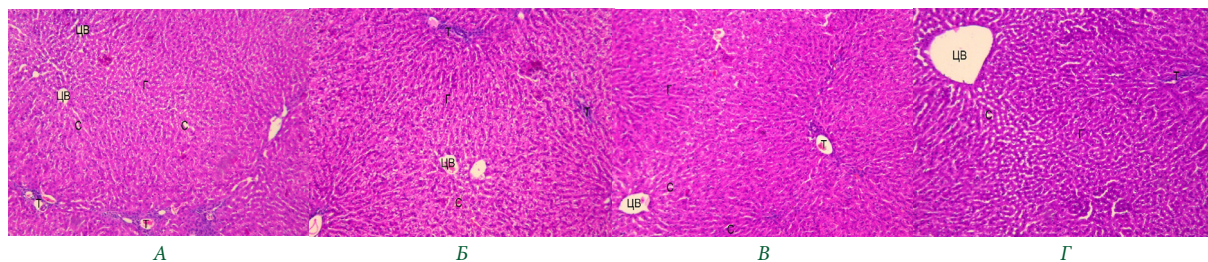


Рис. 5 Гистология печени кроликов изучаемых групп при увеличении 10х:  
 А – первая группа; Б – вторая группа; В – третья группа; Г – четвертая группа.  
 ЦВ – центральная вена печеночной дольки, Т – триада, Г – гепатоциты, С – синусоидные капилляры

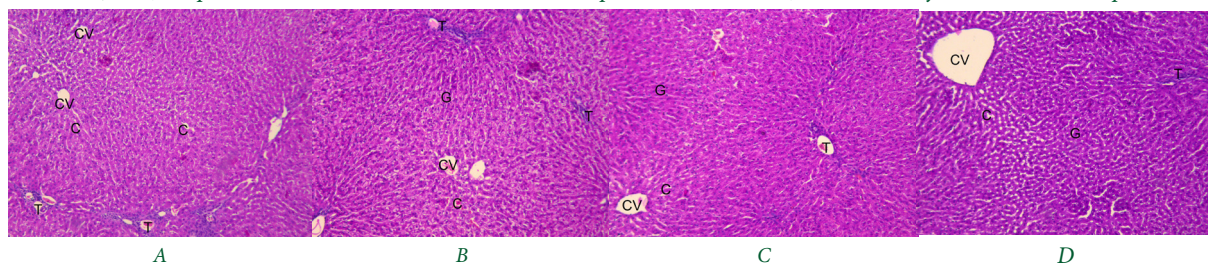


Fig. 5. Histology of the liver of rabbits of the studied groups at 10× magnification:  
 A – first group; B – second group; C – third group; D – fourth group.  
 CV – central vein of the hepatic lobule, T – triad, G – hepatocytes, C – sinusoidal capillaries

Отличия по массе печени как наиболее ценному субпродукту не отмечены. Это подтверждают визуальная оценка (рис. 4) и гистологические исследования (рис. 5). Поверхность печени – блестящая, гладкая; орган имеет темно-красный цвет, консистенция – плотная и эластичная. Размеры в длину варьируют от 5,5 до 6,5 см, размер желчного пузыря – от 0,9 до 1,6 см. Нормальная масса печени к данному возрасту у кроликов в среднем составляет 97,5 г [15], как и в нашем случае.

Гистологические исследования показали, что паренхима печени кроликов всех исследуемых групп не отличалась от нормы (рис. 5). Большое количество многоугольных одноядерных клеток, которые хорошо воспринимают кислые и основные красители. Единично встречаются двуядерные клетки. Ядра округлые, правильной формы. Клеточный атипизм не зафиксирован. Гепатоциты образуют печеночные балки, которые идут к центральной вене. На периферии долек четко определяются три структуры (междольковая артерия, междольковая вена, междольковый желчный проток). Внутри сосудов большое количество эритроцитов. Дольки разделены между собой соединительнотканными тяжами. На рис. 5Б и 5В междольковые соединительнотканые перегородки выражены незначительно. Для всех групп характерны широкие синусоидные капилляры. На периферии дольки имеются единичные двуядерные клетки. Местами определяется незначительная инфильтрация лимфоидными клетками. Ближе к центру единично инфильтрация располагается периваскулярно. Наличие инфильтраций может быть особенностью строения печени кроли-

ка. Опухолевых образований, гемангиом и очагов некроза не выявлено.

В таблице 2 приведен анализ калорийности мяса кроликов опытных групп. Наиболее калорийное мясо отмечено у молодняка второй и третьей групп: разница с контролем составляет 24,1 и 25,1 % соответственно. Преимущественно – за счет содержания жира в мясе, уровень которого достоверно выше ( $P \leq 0,01 \dots P \leq 0,001$ ).

У животных опытных групп происходит достоверное увеличение содержания йода в несколько раз: у второй – в 4,8 раза ( $P \leq 0,001$ ), третьей – в 2,7 раза ( $P \leq 0,001$ ), четвертой – в 1,7 раза ( $P \leq 0,05$ ) (таблица 3). Исследованиями В. С. Паштецкого с соавторами было установлено, что при кормлении кроликов высокотехнологичными кормовыми добавками, обогащенными йодом из морских водорослей, происходит повышение концентрации йода с 56 до 147,8–169,3 мкг/кг, причем преимущественное накопление йода происходит в жировой ткани [16]. Вероятно, и в наших исследованиях накопление йода произошло за счет повышения уровня жировой ткани в организме кроликов при добавлении в рацион кладофоры с повышенным содержанием йода.

Калорийность мяса кроликов отрицательно связана с уровнем содержания фосфора и кальция, а корреляция с йодом – положительная, исключением являются животные четвертой группы. Концентрация фосфора обратно связана с концентрацией кальция у животных опытных групп. Также йод негативно коррелирует с содержанием кальция и фосфора практически во всех группах (таблица 4).



Таблица 2

**Калорийность мяса молодняка кроликов при различных добавках кладофоры в их рацион**

Группа	Показатель статистики	Белок, %	Жир, %	Влага, %	Калорийность, ккал
Первая	$X \pm m_x$	20,37 ± 0,66	5,28 ± 0,99	72,0 ± 0,56	92,8 ± 4,80
	CV, %	5,6	32,4	1,4	9,0
Вторая	$X \pm m_x$	21,73 ± 0,26	8,67 ± 0,48***	69,97 ± 0,82* <sup>&lt;</sup>	115,2 ± 2,30*
	CV, %	2,4	11,0	2,4	4,0
Третья	$X \pm m_x$	21,6 ± 0,19	9,63 ± 0,82**	67,3 ± 1,41** <sup>&lt;</sup>	116,2 ± 3,1***
	CV, %	1,5	14,8	3,6	4,6
Четвертая	$X \pm m_x$	22,0 ± 0,11*	6,79 ± 1,19	70,5 ± 1,0	104,7 ± 5,7
	CV, %	1,0	20,2	2,4	9,5

Примечание. Здесь в таблице – уровни достоверности: превышение над контрольной группой:

\* – при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* – при  $P \leq 0,001$ ; достоверно ниже контрольной группы: \* – при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ .

Биология и биотехнологии

Table 2

**Caloric content of young rabbit meat with the different Cladophora supplements to their diet**

Group	Statistics indicator	Protein, %	Fat, %	Moisture, %	Caloric content, kcal
1 <sup>st</sup>	$X \pm m_x$	20.37 ± 0.66	5.28 ± 0.99	72.0 ± 0.56	92.8 ± 4.80
	CV, %	5.6	12.4	1.4	9.0
2 <sup>nd</sup>	$X \pm m_x$	21.73 ± 0.26	8.67 ± 0.48***	69.97 ± 0.82* <sup>&lt;</sup>	115.2 ± 2.30*
	CV, %	2.4	11.0	2.4	4.0
3 <sup>rd</sup>	$X \pm m_x$	21.6 ± 0.19	9.63 ± 0.82**	67.3 ± 1.41** <sup>&lt;</sup>	116.2 ± 3.1***
	CV, %	1.5	14.8	3.6	4.6
4 <sup>th</sup>	$X \pm m_x$	22.0 ± 0.11*	6.79 ± 1.19	70.5 ± 1.0	104.7 ± 5.7
	CV, %	1.0	20.2	2.4	9.5

Note. Here in the table are the confidence levels: excess over the control group:

\* – at  $P \leq 0.05$ ; \*\* – at  $P \leq 0.01$ ; \*\*\* – at  $P \leq 0.001$ ; significantly lower than the control group: \* – at  $P \leq 0.05$ ; \*\* – at  $P \leq 0.01$ .

Таблица 3

**Содержание некоторых макроэлементов и йода в мясе кроликов при различных добавках кладофоры в их рацион**

Группа	Показатель статистики	Фосфор, мг	Кальций, мг	Йод, мкг/кг
Первая	$X \pm m_x$	0,15 ± 0,22	0,02 ± 0,004	103,3 ± 14,8
	CV, %	7,5	33,3	24,7
Вторая	$X \pm m_x$	0,18 ± 0,39	0,07 ± 0,036	497,0 ± 20,0***
	CV, %	13,5	29,1	8
Третья	$X \pm m_x$	0,15 ± 0,10	0,12 ± 0,07	279,3 ± 16,7***
	CV, %	3,6	12,3	10,3
Четвертая	$X \pm m_x$	0,17 ± 0,17	0,021 ± 0,003	174,0 ± 22,3*
	CV, %	2,2	21,2	22,2

Примечание. Здесь в таблице – уровни достоверности: превышение над контрольной группой: \* – при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ ;

\*\*\* – при  $P \leq 0,001$ .

Table 3

**Content of some macroelements and iodine in rabbit meat with the different Cladophora supplements to their diet**

Group	Statistics indicator	Phosphorus, mg	Calcium, mg	Iodine, mcg/kg
1 <sup>st</sup>	$X \pm m_x$	0.15 ± 0.22	0.02 ± 0.004	103.3 ± 14.8
	CV, %	7.5	33.3	24.7
2 <sup>nd</sup>	$X \pm m_x$	0.18 ± 0.39	0.07 ± 0.036	497.0 ± 20.0***
	CV, %	13.5	29.1	8.1
3 <sup>rd</sup>	$X \pm m_x$	0.15 ± 0.10	0.12 ± 0.07	279.3 ± 16.7***
	CV, %	3.6	12.3	10.3
4 <sup>th</sup>	$X \pm m_x$	0.17 ± 0.17	0.021 ± 0.003	174.0 ± 22.3*
	CV, %	2.2	21.2	22.2

Note. Here in the table are the confidence levels: excess over the control group: \* – at  $P \leq 0.05$ ; \*\* – at  $P \leq 0.01$ ; \*\*\* – at  $P \leq 0.001$ .



## Корреляционные зависимости между показателями химического состава мышечной ткани молодняка кроликов и величиной добавки кладофоры в их рацион

Группа	Коррелируемые признаки мышечной ткани	Фосфор	Кальций	Йод
Первая	Калорийность	$-0,65 \pm 0,33$	$-0,98 \pm 0,02^{***}$	$0,72 \pm 0,28^*$
	Фосфор	–	$0,79 \pm 0,22^*$	$-0,97 \pm 0,01^{***}$
	Кальций	–	–	$-0,84 \pm 0,17^{**}$
Вторая	Калорийность	$-0,98 \pm 0,02^{***}$	$0,82 \pm 0,19^*$	$0,15 \pm 0,56$
	Фосфор	–	$-0,69 \pm 0,30$	$-0,34 \pm 0,51$
	Кальций	–	–	$-0,44 \pm 0,47$
Третья	Калорийность	$0,43 \pm 0,47$	$-0,96 \pm 0,05^{***}$	$0,97 \pm 0,003^{***}$
	Фосфор	–	$-0,14 \pm 0,57$	$0,36 \pm 0,50$
	Кальций	–	–	$-0,97 \pm 0,03^{***}$
Четвёртая	Калорийность	$-0,14 \pm 0,57$	$0,61 \pm 0,36$	$-0,98 \pm 0,02^{***}$
	Фосфор	–	$-0,87 \pm 0,14^{**}$	$0,34 \pm 0,51$
	Кальций	–	–	$-0,75 \pm 0,25^*$

Примечание. Здесь в таблице – уровни достоверности: превышение над контрольной группой: \* – при  $P \leq 0,05$ ; \*\* – при  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* – при  $P \leq 0,001$

Table 4

## Correlation relationships between the chemical composition of muscle tissue in young rabbits and the quantity of the Cladophora supplements in their diet

Group	Muscle tissue correlated indicators	Phosphorus	Calcium	Iodine
1 <sup>st</sup>	Caloric content	$-0.65 \pm 0.33$	$-0.98 \pm 0.02^{***}$	$0.72 \pm 0.28^*$
	Phosphorus	–	$0.79 \pm 0.22^*$	$-0.97 \pm 0.01^{***}$
	Calcium	–	–	$-0.84 \pm 0.17^{**}$
2 <sup>nd</sup>	Caloric content	$-0.98 \pm 0.02^{***}$	$0.82 \pm 0.19^*$	$0.15 \pm 0.56$
	Phosphorus	–	$-0.69 \pm 0.30$	$-0.34 \pm 0.51$
	Calcium	–	–	$-0.44 \pm 0.47$
3 <sup>rd</sup>	Caloric content	$0.43 \pm 0.47$	$-0.96 \pm 0.05^{***}$	$0.97 \pm 0.003^{***}$
	Phosphorus	–	$-0.14 \pm 0.57$	$0.36 \pm 0.50$
	Calcium	–	–	$-0.97 \pm 0.03^{***}$
4 <sup>th</sup>	Caloric content	$-0.14 \pm 0.57$	$0.61 \pm 0.36$	$-0.98 \pm 0.02^{***}$
	Phosphorus	–	$-0.87 \pm 0.14^{**}$	$0.34 \pm 0.51$
	Calcium	–	–	$-0.75 \pm 0.25^*$

Note. Here in the table are the confidence levels: excess over the control group: \* – at  $P \leq 0.05$ ; \*\* – at  $P \leq 0.01$ ; \*\*\* – at  $P \leq 0.001$ .

## Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Полученные данные показали, что при добавке кладофоры из гиперсоленых водоемов в рацион кроликов все рассмотренные показатели улучшились, увеличился как прирост массы, так и качество мяса. Это хорошо согласуется с ранее сделанным выводом, что добавка биомассы пресноводной кладофоры в рацион может быть полезным и устойчивым подходом к оптимизации питания кроликов для улучшения функциональных характеристик их мяса [9; 17]. При этом было показано, что содержание полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖ) в мясе кроликов также увеличивается при наличии в рационе кладофоры [17]. Благодаря своим питательным и диетическим свойствам мясо кролика ранее признано источником исключительного по качеству белка в рационе человека [18; 19]. Небольшое, но достоверное увеличение общих жиров

в мясе кроликов, вероятно, обусловлено более высоким содержанием ПНЖ, что повышает диетическую ценность мяса [9; 17]. Так как показатели роста кроликов и качество их мяса существенно влияют на эффективность их разведения и общую прибыльность предприятия [20], то использование добавок кладофоры в диету кроликов увеличивает рентабельность их разведения.

Многочисленные данные показали, что добавка кладофоры в рацион также способствует улучшению физиологического состояния кроликов и снижению их заболеваемости [9; 11; 17]. Это также будет вести к росту рентабельности и устойчивости кролиководства. Исходя из вышеизложенного следует рекомендовать широкое использование добавок кладофоры в кролиководстве, тем более что природные ресурсы для производства подобных добавок велики [10; 21].

Использование гранул кладофоры в рационе молодняка кроликов позволило существенно интенсифицировать прирост живой массы в группе, получившей 1-процентную добавку к основному рациону. При этом в контрольной группе скорость прироста тела убывала с возрастом с большей скоростью, чем в группах, получивших добавку кладофоры. Разность средней массы тела в контрольной группе и той, где добавка составляла 1 %, достоверно увеличивается с возрастом: в возрасте 77 дней их живая масса выше контрольных животных на 6,5 % ( $P \leq 0,05$ ), а в возрасте 90 дней – на 8,2 %. У молодняка второй опытной группы также отмечены достоверные преимущества по убойным показателям: разница с контролем составляет по предубойной массе – на 8,2 % ( $P \leq 0,05$ ), убойной массе – 14,1 % ( $P \leq 0,001$ ) и убойному выходу – на 3,7 % ( $P \leq 0,05$ ). Масса печени не претерпевает каких-либо вариаций в пользу той или иной группы; гистологическое

строение печени свидетельствует об отсутствии патологических процессов в этом органе. Происходит накопление эссенциального йода в мышечной ткани молодняка кроликов во всех опытных группах – разница с контролем достоверная во всех случаях: во второй опытной группы – в 4,8 раза ( $P \leq 0,001$ ), в третьей опытной – в 2,7 раза ( $P \leq 0,001$ ), в четвертой – в 1,7 раза ( $P \leq 0,05$ ). С увеличением калорийности мяса молодняка снижается содержание фосфора и кальция, увеличивается содержание йода. Увеличение концентрации фосфора при этом снижает концентрацию кальция у животных опытных групп, а повышенная концентрация йода снижает содержание как кальция, так и фосфора.

Таким образом, добавка кладофоры в рацион кроликов в концентрации 1 % от массы рациона увеличила на 14 % убойную массу кроликов, что дает основание предполагать эффективность ее применения в качестве кормовой добавки для повышения ростовых показателей кроликов и качества их мяса

#### Библиографический список

1. Growing or shrinking? What the latest trends tell us about the world's population // United Nations. 2024 [Электронный ресурс]. URL: [https://news.un.org/en/story/2024/07/1151971?\\_gl=1\\*1p39v63\\*\\_ga\\*MjA3ODA3MzYwOC4xNzE2MzAxMzc3\\*\\_ga\\_TK9BQL5X7Z\\*MTcyMTQ1MzU2MC40LjEuMTcyMTQ1NDA5MC4wLjAuMA](https://news.un.org/en/story/2024/07/1151971?_gl=1*1p39v63*_ga*MjA3ODA3MzYwOC4xNzE2MzAxMzc3*_ga_TK9BQL5X7Z*MTcyMTQ1MzU2MC40LjEuMTcyMTQ1NDA5MC4wLjAuMA) (дата обращения: 23.08.2024).
2. Liu X., Liu W., Tang Q., Liu B., Wada Y., Yang H. Global agricultural water scarcity assessment incorporating blue and green water availability under future climate change // *Earth's Future*. 2022. № 10 (4). DOI: 10.1029/2021EF002567.
3. FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 p. // The Food and Agriculture Organization of the United Nations [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/3/I5555E/i5555e.pdf> (дата обращения: 13.06.2023).
4. Cordeiro M. R., Mengistu G. F., Pogue S. J., Legesse G., Gunte K. E., Taylor A. M., Ominski K. H., Beauchemin K. A., McGeough E. J., Faramarzi M., McAllister T. A. Assessing feed security for beef production within livestock-intensive regions // *Agricultural Systems*. 2022. Vol. 196. Article number 103348. DOI: 10.1016/j.agsy.2021.103348.
5. Costa M., Cardoso C., Afonso C., Bandarra N. M., Prates J. A. Current knowledge and future perspectives of the use of seaweeds for livestock production and meat quality: a systematic review // *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2021. Vol. 105. Pp. 1075–1102. DOI: 10.1111/jpn.13509.
6. Anufriieva E. V. How can saline and hypersaline lakes contribute to aquaculture development? A review // *Journal of Oceanology and Limnology*. 2018. Vol. 36. Pp. 2002–2009. DOI: 10.1007/s00343-018-7306-3.
7. Prazukin A. V., Anufriieva E. V., Shadrin N. V. Biomass of *Cladophora* (Chlorophyta, Cladophorales) is a promising resource for agriculture with high benefits for economics and the environment // *Aquaculture International*. 2024. Vol. 23, No. 3. Pp. 3637–3673. DOI: 10.1007/s10499-023-01342-x.
8. Серая О. Ю., Квартникова Е. Г. Нетрадиционные корма для кроликов и домашней птицы // *Эффективное животноводство*. 2022. № 7 (182). С. 108–110. DOI: 10.24412/cl-33489-2022-7-108-110.
9. Nutautaitė M., Racevičiūtė-Stupelienė A., Bliznikas S., Poškevičius A., Vilienė V. River-sourced *Cladophora glomerata* macroalgal biomass as a more sustainable and functional feed raw material for growing rabbits // *Italian Journal of Animal Science*. 2024. Vol. 23 (1). Pp. 607–617. DOI: 10.1080/1828051X.2024.2342380.
10. Prazukin A. V., Anufriieva E. V., Shadrin N. V. Is biomass of filamentous green algae *Cladophora* spp. (Chlorophyta, Ulvophyceae) an unlimited cheap and valuable resource for medicine and pharmacology? A review // *Reviews in Aquaculture*. 2020. Vol. 12, No. 4. Pp. 2493–2510. DOI: 10.1111/raq.12454.
11. Шадрин Н. В., Остапчук П. С., Куевда Т. А., Празукин А. В., Фирсов Ю. К., Гасиев Д. Д., Зубоченко Д. В., Ануфриева Е. В. Влияние добавок нитчатой зеленой водоросли *Cladophora* в рацион кроликов на показатели крови // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2024. Том 25. № 6. С. 1137–1146. DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.6.1137-1146.
12. Тинаев Н. И. Продукция кролиководства. Москва: Росагропромиздат, 1988. 96 с.

13. Мюллер П., Нойман П., Шторм Р. Таблицы по математической статистике ; перевод с немецкого и предисловие В. М. Ивановой. Москва: Финансы и статистика, 1982. 278 с.
14. Шумилина А. Р., Кровина Е. В., Голованова Е. В., Тинаев Н. И., Косовский Г. Ю. Продуктивность молодняка кроликов создаваемой новой породы // Российская сельскохозяйственная наука. 2023. № 1. С. 68–72. DOI: 10.31857/S250026272301012X.
15. Zhakiyanova M. S., Sailgazina S. M., Temirova A. S. Age-related changes in the microstructure of the liver postembryonic period in rabbits // Biological science journal. 2023. Vol. 1. Pp. 21–29. DOI: 10.52081/bsj.2023.v01.i1.003.
16. Паштецкий В. С., Зубоченко Д. В., Остапчук П. С., Зубоченко А. А. Особенности накопления йода в мышцах кроликов на фоне использования антиоксидантов в липосомальной форме // Аграрный вестник Урала. 2020. № 5 (196). С. 51–58. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-51-58.
17. Nutautaitė M., Racevičiūtė-Stupelienė A., Bliznikas S., Vilienė V. Enhancement of rabbit meat functionality by replacing traditional feed raw materials with alternative and more sustainable freshwater *Cladophora glomerata* macroalgal biomass in their diets // Foods. 2023. Vol. 12, Iss. 4. Article number 744. DOI: 10.3390/foods12040744.
18. Dalle Zotte A., Szendro Z. The role of rabbit meat as functional food // Meat Science. 2011. Vol. 88. Pp. 319–331. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.02.017.
19. Yaranoglu B., Zengin M., Gökçe M., Avcılar Ö. V., Postacı B. B., Erdoğan Ç., Odabaş E. Chemical composition of meat from different species of animals // International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences. 2023. Vol. 7 (3). Pp. 581–587. DOI: 10.31015/jaefs.2023.3.12.
20. Mukaila R. Measuring the economic performance of small-scale rabbit production agrobusiness enterprises // World Rabbit Science. 2023. Vol. 31 (1). Pp. 35–46. DOI: 10.4995/wrs.2023.18660.
21. Prazukin A. V., Anufrieva E. V., Shadrin N. V. Unlimited possibilities to use *Cladophora* (Chlorophyta, Ulvophyceae, Cladophorales) biomass in agriculture and aquaculture with profit for the environment and humanity // Science of the Total Environment. 2023. Vol. 884. Article number 163894. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.163894.

#### Об авторах:

**Павел Сергеевич Остапчук**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия; ведущий научный сотрудник отделения полевых культур, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия; ORCID 0000-0002-4054-7145, AuthorID 401978.

*E-mail: ostapchuk\_p@niishk.site*

**Николай Васильевич Шадрин**, кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории экстремальных экосистем, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия; ORCID 0000-0002-2580-3710, AuthorID 502490.

*E-mail: shadrin@ibss-ras.ru*

**Александр Васильевич Празукин**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экстремальных экосистем, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия; ORCID 0000-0001-9766-6041, AuthorID 414486. *E-mail: prazukin@ibss-ras.ru*

**Елена Валерьевна Ануфриева**, доктор биологических наук, руководитель лаборатории экстремальных экосистем, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия; ORCID 0000-0002-6237-7941, AuthorID 798297. *E-mail: lena.anufrieva@ibss-ras.ru*

**Татьяна Алексеевна Куева**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отделения полевых культур, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия; старший научный сотрудник, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия; ORCID 0000-0003-0055-8605, AuthorID 998331. *E-mail: priemnaya@niishk.site*

**Юрий Константинович Фирсов**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экстремальных экосистем, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Российской академии наук, Севастополь, Россия; ORCID 0000-0003-0961-7579, AuthorID 1113004. *E-mail: yurfir@ibss-ras.ru*

**Денис Викторович Зубоченко**, кандидат биологических наук, заместитель директора по производству и внедрению инновационных разработок, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, Симферополь, Россия; ORCID 0000-0002-4054-7145, AuthorID 1027695. *E-mail: priemnaya@niishk.site*

**Татьяна Павловна Макалиш**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, Россия; ORCID 0000-0003-1884-2620, AuthorID 891400. *E-mail: Makalisht@mail.ru*



## References

1. Growing or shrinking? What the latest trends tell us about the world's population. *United Nations* [Internet] 2024 [cited 2024 Aug 23]. Available from: [https://news.un.org/en/story/2024/07/1151971?\\_gl=1\\*1p39v63\\*\\_ga\\*MjA3ODA3MzYwOC4xNzE2MzAxMzc3\\*\\_ga\\_TK9BQL5X7Z\\*MTcyMTQ1MzU2MC40LjEuMTcyMTQ1ND A5MC4wLjAuMA](https://news.un.org/en/story/2024/07/1151971?_gl=1*1p39v63*_ga*MjA3ODA3MzYwOC4xNzE2MzAxMzc3*_ga_TK9BQL5X7Z*MTcyMTQ1MzU2MC40LjEuMTcyMTQ1ND A5MC4wLjAuMA).
2. Liu X., Liu W., Tang Q., Liu B., Wada Y., Yang H. Global agricultural water scarcity assessment incorporating blue and green water availability under future climate change. *Earth's Future*. 2022; 10 (4): 16. DOI: 10.1029/2021EF002567.
3. FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 p. *The Food and Agriculture Organization of the United Nations* [Internet] 2016 [cited 2023 Jun 13]. Available from: <https://www.fao.org/3/I5555E/i5555e.pdf>.
4. Cordeiro M. R., Mengistu G. F., Pogue S. J., Legesse G., Gunte K. E., Taylor A. M., Ominski K. H., Beauchemin K. A., McGeough E. J., Faramarzi M., McAllister T. A. Assessing feed security for beef production within livestock-intensive regions. *Agricultural Systems*. 2022; 196: 103348. DOI: 10.1016/j.agry.2021.103348.
5. Costa M., Cardoso C., Afonso C., Bandarra N. M., Prates J. A. (2021) Current knowledge and future perspectives of the use of seaweeds for livestock production and meat quality: a systematic review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2021; 105: 1075–1102. DOI: 10.1111/jpn.13509.
6. Anufriieva E. V. How can saline and hypersaline lakes contribute to aquaculture development? A review. *Journal of Oceanology and Limnology*. 2018; 36: 2002–2009. DOI: 10.1007/s00343-018-7306-3.
7. Prazukin A. V., Anufriieva E. V., Shadrin N. V. Biomass of *Cladophora* (Chlorophyta, Cladophorales) is a promising resource for agriculture with high benefits for economics and the environment. *Aquaculture International*. 2024; 23 (3): 3637–3673. DOI: 10.1007/s10499-023-01342-x.
8. Seraya O. Yu., Kvartnikova E. G. Non-traditional rabbit food and poultry. *Effektivnoe zhivotnovodstvo*. 2022; 7 (182): 108–110. DOI: 10.24412/cl-33489-2022-7-108-110. (In Russ.)
9. Nutautaitė M., Racevičiūtė-Stupelienė A., Bliznikas S., Pockevičius A., Vilienė V. River-sourced *Cladophora glomerata* macroalgal biomass as a more sustainable and functional feed raw material for growing rabbits. *Italian Journal of Animal Science*. 2024; 23(1): 607–617. DOI: 10.1080/1828051X.2024.2342380.
10. Prazukin A. V., Anufriieva E. V., Shadrin N. V. Is biomass of filamentous green algae *Cladophora* spp. (Chlorophyta, Ulvophyceae) an unlimited cheap and valuable resource for medicine and pharmacology? A review. *Reviews in Aquaculture*. 2020; 12 (4): 2493–2510. DOI: 10.1111/raq.12454.
11. Shadrin N. V., Ostapchuk P. S., Kuevda T. A., Prazukin A. V., Firsov Yu. K., Gassiev D. D., Zubochenko D. V., Anufriieva E. V. The effect of adding filamentous green algae *Cladophora* to the diet of rabbits on their blood parameters. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2024; 25 (6): 1137–1146. DOI: 10.30766/2072-9081.2024.25.6.1137-1146. (In Russ.)
12. Tinaev N. I. *Rabbit breeding products*. Moscow: Rosagropromizdat, 1988. 96 p. (In Russ.)
13. Muller P., Neuman P., Storm R. *Tables on mathematical statistics*. Translated from German and preface by Ivanova V. M. Moscow: Finansy i statistika. 1982. 278 p. (In Russ.)
14. Shumilina A. R., Krovina E. V., Golovanova E. V., Tinaev N. I., Kosovskiy G. Yu. Productivity of young animals of a new breed of rabbits being created. *Rossijskaâ sel'skhozâjstvennaâ nauka*. 2023; 1: 68–72. DOI: 10.31857/S250026272301012X. (In Russ.)
15. Zhakiyanova M. S., Sailgazina S. M., Temirova A. S. Age-related changes in the microstructure of the liver postembryonic period in rabbits. *Biological Science Journal*. 2023; 1: 21–29. DOI: 10.52081/bsj.2023.v01.i1.003.
16. Pashtetskii V. S., Zubochenko D. V., Ostapchuk P. S., Zubochenko A. A. Features of the accumulation of iodine in the muscles of rabbits against the background of the use of antioxidants in liposomal form. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020; 05 (196): 51–58. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-196-5-51-58. (In Russ.)
17. Nutautaitė M., Racevičiūtė-Stupelienė A., Bliznikas S., Vilienė V. Enhancement of rabbit meat functionality by replacing traditional feed raw materials with alternative and more sustainable freshwater *Cladophora glomerata* macroalgal biomass in their diets. *Foods*. 2023; 12 (4): 744. DOI: 10.3390/foods12040744.
18. Dalle Zotte A., Szendro Z. The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*. 2011; 88: 319–331. DOI: 10.1016/j.meatsci.2011.02.017.
19. Yaranoglu B., Zengin M., Gökçe M., Avcılar Ö. V., Postacı B. B., Erdoğan Ç., Odabaş E. Chemical composition of meat from different species of animals. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*. 2023; 7 (3): 581–587. DOI: 10.31015/jaefs.2023.3.12.
20. Mukaila R. Measuring the economic performance of small-scale rabbit production agrobusiness enterprises. *World Rabbit Science*. 2023; 31 (1): 35–46. DOI: 10.4995/wrs.2023.18660.
21. Prazukin A. V., Anufriieva E. V., Shadrin N. V. Unlimited possibilities to use *Cladophora* (*Chlorophyta*, *Ulvophyceae*, *Cladophorales*) biomass in agriculture and aquaculture with profit for the environment and humanity. *Science of the Total Environment*. 2023; 884: 163894. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.163894.

**Authors' information:**

**Pavel S. Ostapchuk**, candidate of agricultural sciences, Leading Researcher, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia; leading researcher of the field crop department, Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia; ORCID 0000-0002-4054-7145, AuthorID 401978.

*E-mail: ostapchuk\_p@niishk.site*

**Nikolay V. Shadrin**, candidate of biological sciences, leading researcher of the laboratory of extreme ecosystems, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia;

ORCID 0000-0002-2580-3710, AuthorID 502490. *E-mail: shadrin@ibss-ras.ru*

**Aleksandr V. Prazukin**, doctor of biological sciences, leading researcher of the laboratory of extreme ecosystems, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia;

ORCID 0000-0001-9766-6041, AuthorID 414486. *E-mail: prazukin@ibss-ras.ru*

**Elena V. Anufrieva**, doctor of biological sciences, Head of the Laboratory of Extreme ecosystems, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia; ORCID 0000-0002-6237-7941, AuthorID 798297. *E-mail: lena.anufrieva@ibss-ras.ru*

**Tatyana A. Kuevda**, candidate of biological sciences, senior researcher of the field crop department, Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia; senior researcher, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia; ORCID 0000-0003-0055-8605, AuthorID 998331.

*E-mail: priemnaya@niishk.site*

**Yuriy K. Firsov**, candidate of biological sciences, senior researcher of the laboratory of extreme ecosystems, A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia;

ORCID 0000-0003-0961-7579, AuthorID 1113004. *E-mail: yurfir@ibss-ras.ru*

**Denis V. Zubochenko**, candidate of biological sciences, deputy director for production and implementation of innovative developments, Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Russia;

ORCID 0000-0002-4054-7145, AuthorID 1027695. *E-mail: priemnaya@niishk.site*

**Tatyana P. Makalish**, candidate of biological sciences, leading researcher, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia; ORCID 0000-0003-1884-2620, AuthorID 891400. *E-mail: Makalisht@mail.ru*