

Н. А. Федюшина, А. В. Соколов, И. С. Балтыжаков

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК В КОРМ ВИТАМИНОВ ГРУППЫ В НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ И РАННЕЕ ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ КОШАЧЬЕЙ АКУЛЫ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Рассмотрена проблема оптимизации кормления кошачьих акул, находящихся в условиях аквариумов на экспозиции Музея Мирового океана, в связи с потерей витаминов в процессе заморозки рыбы и кальмаров, входящих в рацион акулы. В ходе исследования влияния на организм кошачьей акулы витаминов группы В (тиамин, пиридоксин, рибофлавин, цианокобаламин), добавленных в корм на различных стадиях онтогенеза, отмечен положительный результат, выраженный в улучшении физиологического состояния молоди кошачьей акулы, ускорении сроков инкубации яиц. Для исключения возможных бактериальных заболеваний эксперимент проводился по окончании микробиологического исследования, выявившего наличие условно-патогенных бактерий, которые при нарушении условий содержания кошачьей акулы могут вызвать аэромоноз. В ходе эксперимента проводилось изучение размерно-весовых характеристик молоди кошачьей акулы, проводились измерения яиц и молоди, выявлялись возможные аномалии в яйцах. Фиксировались индексы внутренних органов молоди кошачьей акулы, а именно индексы сердца, селезенки и печени, количество эритроцитов и концентрация гемоглобина в крови, использовались коэффициенты упитанности по Фультону и Кларк. По результатам исследования отмечено, что акулы, получавшие корма с витаминными добавками, успешно адаптируются к условиям внешней среды, а их потомство подвержено факторам негативного воздействия в меньшей степени. Сделан вывод о позитивном влиянии добавок витаминов группы В на развитие кошачьих акул в аквариальных условиях.

Ключевые слова: кошачья акула, витаминизированные корма, микробиологический анализ, эмбриональный период, молодь, гемоглобин, аквариум.

Введение

В настоящее время, вследствие необходимости экономии значительных средств на закупку гидробионтов из специализированных магазинов, одной из актуальных проблем для специалистов в океанариумах является пополнение коллекции путем размножения гидробионтов в условиях аквариумов. Успех процесса размножения гидробионтов во многом зависит от способов выкармливания и потребляемого корма, при этом необходимо учитывать, что качество потомства зависит от качества производителей.

Многие океанариумы мира содержат акул, которые являются объектами, привлекающими внимание посетителей в большей степени. Наиболее популярными видами у аквариумистов являются акулы небольших размеров, например кошачья акула. В Музее Мирового океана г. Калининграда содержится восемь особей кошачьих акул на экспозиции.

Для того чтобы акулы давали качественное потомство и выглядели презентабельно, необходимо в их рацион включать продукты с полноценным содержанием витаминов и нутриентов. Вместе с тем анализ рациона кошачьей акулы показывает, что в аквариальных условиях он состоит в основном из замороженной рыбы и кальмара. Известно, что при заморозке теряется некоторая часть витаминов и других полезных веществ, содержащихся в продукте, поэтому существует проблема оптимизации кормления кошачьей акулы.

Материал и методика

В Музее Мирового океана разработана методика кормления производителей акул витаминизированными кормами перед нерестом для получения более жизнестойкого и физиологически полноценного потомства. Основной рацион акул в Музее Мирового океана составляет путассу, кормление проходит 2 раза в неделю, порция на 4 особи составляет 130–150 г. В ходе эксперимента, один раз в неделю в корм добавлялись витамины группы В. В первую неделю в корм методом инъекции вводились водорастворимые витамины тиамин (В1) и пиридоксин (В6), во вторую неделю кормления в корм вводились рибофлавин (В2) и цианокобаламин (В12) по 1 мл.

В данном исследовании была поставлена цель проанализировать влияние витаминов группы В на эмбриональное и раннее постэмбриональное развитие кошачьей акулы.

При анализе использовали гидрохимические показатели воды, результаты микробиологического исследования воды аквариума, молоди и яиц кошачьей акулы, размерно-весовые показатели молоди и яиц, морфофизиологические показатели молоди.

Результаты и обсуждение

Из результатов гидрохимического анализа воды аквариумов с производителями и инкубационного аквариума следует, что температурный режим незначительно превышает нормативное значение, соленость воды находится в норме, а карбонатная жесткость незначительно отстает от нормативного значения (табл. 1).

Таблица 1

Гидрохимические параметры воды исследуемых аквариумов

Параметр	Нормативное значение	Фактическое значение	
		Аквариум с производителями	Инкубационный аквариум
Температура, °C	24–26	27,0	25,5
pH	8,1–8,4	7,8	7,9
КН	9	8,18	10,4
Соленость, ppt	33–35	33,0	33,0
Фосфаты, ppt	0	2,44	0,5–0,6
Нитриты, ppt	10	6	0
Йод, ppt	0,06	0,06	0,01

Данные о содержании фосфатов в воде говорят о превышении нормативов. Но из полученных результатов и опыта размножения акул в музее следует, что акулы выполняют главный критерий адаптации – дают плодовитое потомство, из чего делаем вывод, что проведение эксперимента в этих условиях позволительно.

Для оценки фонового состояния среды и общего состояния яиц кошачьей акулы и организма молоди акулы проведен микробиологический анализ воды из инкубационного аквариума, аквариумов с молодью и производителями. При микробиологическом исследовании воды применяли методы, принятые в санитарной микробиологии [1].

В воде исследуемых аквариумов не обнаружено патогенной микрофлоры, но выявлены условно-патогенные бактерии, такие как представители рода *Aeromonas*, которые при нарушении условий содержания кошачьей акулы могут вызвать аэромоноз. Бактерии рода *Streptococcus* относятся также к условно-патогенной микрофлоре и передаются от человека. Поэтому рекомендуется соблюдать все нормативные требования по эксплуатации аквариумов в океанариумах.

При микробиологическом исследовании яиц кошачьей акулы обнаружены 8 видов бактерий, из них 2 вида условно патогенных. Бактерия *Pseudomonas diminuta* может поражать организм кошачьей акулы вследствие ослабления иммунитета при ухудшении условий содержания, а *Staphylococcus capitis*, так же как и стрептококки, попадает в аквариум от человека (табл. 2).

Таблица 2

Виды бактерий, обнаруженных в воде исследуемых аквариумов и яйцах кошачьей акулы

Инкубационный аквариум	Аквариум с молодью	Аквариум с производителями	Яйцо акулы
<i>Aeromonas sobria</i> <i>Plesiomonas spp.</i>	<i>Micrococcus agilis</i>	<i>Alcaligenes latus</i> <i>Streptococcus canis</i> <i>Aeromonas sobria</i>	<i>Carnobacterium divergens</i> <i>Alcaligenes latus</i> <i>Bacillus alvei</i> <i>Klebsiella planticola</i> <i>Bacillus sphaericus</i> <i>Pseudomonas diminuta</i> <i>Staphylococcus capitis</i>

Исследование рыбы проводили с использованием стандартных методов, принятых в ихтиопатологии. Проводили клинико-патологическое исследование рыбы, бактериологический посев проб кожи, селезенки, сердца, жабр, ЖКТ (нижний отдел), почек и печени [2]. Исследование покровов и внутренних органов кошачьей акулы показало наличие на коже, жабрах и печени кошачьей акулы условно-патогенной микрофлоры, относящейся к роду *Staphylococcus* и *Streptococcus* (табл. 3).

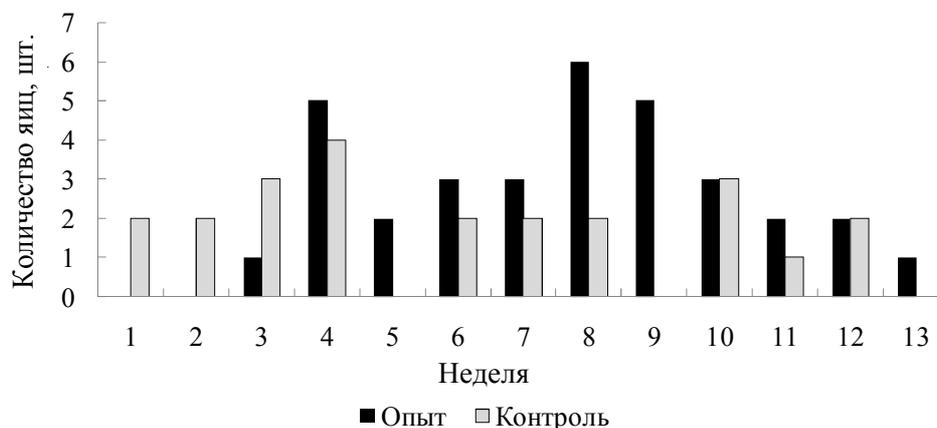
Таблица 3

Виды бактерий, обнаруженных в органах кошачьей акулы

Орган	Бактерия
Кожа	<i>Staphylococcus capitis</i>
Жабры	<i>Streptococcus oralis</i>
Сердце	<i>Enterococcus avium</i> <i>Micrococcus kristinae</i>
Печень	<i>Bacillus lentus</i> <i>Streptococcus agalactiae</i>
Почки	<i>Micrococcus agilis</i> <i>Alcaligenes paradoxus</i> <i>Acinetobacter junii</i>
ЖКТ (нижний отдел)	<i>Campylobacter fetus</i> <i>Bacillus alvei</i>
Селезенка	<i>Micrococcus halobius</i> <i>Campylobacter mucosalis</i>

В остальных исследуемых структурах условно-патогенной и патогенной микрофлоры не обнаружено. Следовательно, акулы в Музее Мирового океана не являются переносчиками или носителями опасных для рыб и человека заболеваний, поэтому проведение экспериментов с добавлением витаминов в корм считается допустимым.

Для чистоты эксперимента витаминизированные корма было принято давать тем самкам, которые долгое время не откладывали яйца (рис.).



Количество яиц, полученных от опытной и контрольной групп акул

Через три недели постоянного приема витаминов акулы из опытного аквариума начали откладывать яйца и с течением времени стали формировать их еженедельно, в отличие от самок из контрольного аквариума, которые нерестились периодически. Также зафиксированы средние сроки инкубации яиц кошачьей акулы. Для яиц, полученных от самок из опытного аквариума, срок составил 114 дней, а для яиц от самок из контрольного аквариума – 123 дня.

При исследовании каждое яйцо проходило осмотр на наличие видимых на просвет аномалий формирования его в организме самок. За период исследования обнаружены три вида аномалий: яйцо с отсутствием желтка, яйцо с двумя желтками и яйцо с желтком, полностью

заполнившим полость яйца. Яйцо с двумя желтками было помещено на инкубацию, но оказалось нежизнеспособным и быстро завершило свое развитие. Уровень встречаемости аномалий формирования яйца у самок из опытного аквариума оказался значительно ниже (20,8 %), чем у самок из контрольного аквариума (37,5 %).

При изучении размерно-весовых характеристик яиц кошачьей акулы выявлено, что размеры яиц от самок из опытного аквариума как в весовом, так и в линейном аспекте оказались незначительно выше.

При изучении размерно-весовых характеристик молоди кошачьей акулы обнаружено, что, несмотря на различия в размерно-весовых характеристиках яиц, молодь вылупляется практически одинаковой длины и массы. Наблюдается высокая коррелятивная связь между параметрами «длина»-«масса» молоди, о чем говорит коэффициент корреляции, равный 0,84.

Также для исследования упитанности акул использовались коэффициенты упитанности по Фультону и Кларк, с помощью которых определено, что молодь по этому рассматриваемому признаку не имела явных различий.

Несмотря на то, что молодь, вылупившаяся из различных по длине и массе яиц, не имела различий по упитанности и линейным размерам, данные морфологического и гематологического анализа подтверждают, что различия между молодьёй из опытной и контрольной групп достоверны при уровне значимости 95 %. В качестве критерия достоверности различий был выбран t-критерий Стьюдента. У молоди в возрасте до 3–4 недель гематологические параметры определялись по известным, хорошо зарекомендовавшим себя методикам: эритроциты – пробирочным методом, концентрация гемоглобина – гемиглобинцианидным методом на спектроме [3] (табл. 4).

Таблица 4

Результаты гематологического анализа

Показатель	Контрольный аквариум	Опытный аквариум
Концентрация гемоглобина, г·л ⁻¹	17–26	18–36
Количество эритроцитов, Т·л ⁻¹	0,07	0,16
Средняя концентрация гемоглобина, г·л ⁻¹	22,2	27,4

У молоди кошачьей акулы отмечена малая обеспеченность организма гемоглобином, его концентрация колебалась в пределах 18–36 г·л⁻¹ у опытной группы, и 17–26 г·л⁻¹ у контрольной группы. Концентрация эритроцитов в крови молоди оказалась выше у опытной группы и составила 0,16 Т·л⁻¹, а у контрольной 0,07 Т·л⁻¹. Это означает, что эритроциты у контрольной группы крупнее, а концентрация гемоглобина в них выше. А кровь особей из опытной группы больше обеспечена гемоглобином.

Считается, что интенсивные воздействия различных факторов на онтогенетические процессы приводят к изменению индексов внутренних органов рыбы [4]. Так, в экспериментальном аквариуме гепатосоматический индекс (HSI) оказался ниже, чем в контрольном, и составил 2,87 к 3,01 % соответственно. Физиологами установлено, что увеличение индекса печени происходит под воздействием негативных факторов [5]. Зафиксированы различия между показателями спленосоматического индекса (SSI) у молоди из исследуемых групп. При сравнении SSI была установлена большая подверженность таким факторам молоди из контрольной группы (0,21 %) в отличие от молоди из опытной группы (0,25 %). При этом индекс сердца был ниже у опытной группы (0,16 %), чем у контрольной (0,19 %) (табл. 5).

Таблица 5

Индексы внутренних органов (печень, селезенка, сердце) кошачьей акулы

Основные статистические показатели	Контрольный аквариум			Опытный аквариум		
	HSI	Индекс сердца	SSI	HSI	Индекс сердца	SSI
	%					
Среднее значение	3,01	0,19	0,21	2,87	0,16	0,25
Ошибка ±	0,25	0,04	0,03	0,20	0,02	0,03
Стандартное отклонение	0,84	0,08	0,07	0,65	0,04	0,06
Коэффициент вариации	28	44	31	23	22	26
Минимальное значение	2,11	0,11	0,16	1,62	0,10	0,11
Максимальное значение	4,17	0,33	0,34	3,99	0,22	0,33

Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что потомство от производителей кошачьей акулы, потребляющих витаминизированные корма, подвержено факторам негативного воздействия в меньшей степени.

Заключение

Применение витаминизированных кормов в рационе производителей кошачьей акулы позволило зарегистрировать различия основных морфофизиологических показателей у получаемой молоди. Несмотря на приближенные значения линейных размеров и весовых показателей, коэффициентов упитанности, были найдены различия гепатосоматического и спленосоматического индекса, которые позволяют сделать вывод о большем влиянии факторов негативного воздействия на организм молоди из контрольной группы. Также были зафиксированы некоторые различия в гематологических параметрах, а именно в концентрации гемоглобина. Опытная группа оказалась более обеспеченной гемоглобином, чем контрольная.

При проведении микробиологического анализа яиц, молоди кошачьей акулы и среды их обитания найдены условно-патогенные виды бактерий, которые могут негативно повлиять на здоровье акул и человека. Поэтому рекомендуется соблюдать все нормативные требования по эксплуатации аквариумов в океанариумах, а именно обеспечивать необходимую очистку воды аквариумов путем фильтрации и обеззараживания воды. Также рекомендуется обеспечить более мощную систему проветривания помещения аквариальной зоны и экспозиционного зала.

Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о позитивном влиянии витаминизированных кормов, добавляемых в рацион производителей кошачьей акулы, на состояние исследуемых физиологических систем. Применение этого метода позволяет достичь высокого экономического эффекта при выращивании молоди кошачьей акулы в условиях аквариумов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований* / под ред. А. С. Лабинской, Л. П. Блинковой, А. С. Ещиной. М.: Медицина, 2004. 576 с.
2. *Методы общей бактериологии* / под ред. Ф. Герхардта. М.: Мир, 1984. Т. 3. 264 с.
3. *Серпунин Г. Г., Савина Л. В.* Методы гематологических исследований рыб. Калининград: Изд-во КГТУ, 2005. 53 с.
4. *Крайнюк В. Н.* Динамика индексов печени и селезенки у плотвы *Rutilus rutilus* (L., 1758) (Сургинidae) из системы канала им. К. Сатпаева в зимний и преднерестовой периоды // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 1. С. 44–47.
5. *Кузьминова Н. С.* Использование индекса печени как биомаркера состояния рыб // Заповедники Крыма: заповедное дело, биоразнообразие, экообразование: материалы науч. конф. Симферополь, 2005. Ч. 2. С. 213–217.

Статья поступила в редакцию 23.06.2018

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Федюшина Наталья Анатольевна – Россия, 236022, Калининград; Калининградский государственный технический университет; магистрант кафедры ихтиологии и экологии; Natalia-naz@rambler.ru.

Соколов Андрей Владимирович – Россия, 236022, Калининград; Калининградский государственный технический университет; канд. биол. наук; доцент кафедры ихтиологии и экологии; Sokolov@klgtu.ru.

Балтыжаков Илья Сергеевич – Россия, 236006, Калининград; Музей Мирового Океана; инженер-лаборант отдела аквариумистики; ice-hockey14@mail.ru.



N. A. Fedyushina, A. V. Sokolov, I. S. Baltyzhakov

EFFECT OF B VITAMINS IN FEED ON EMBRYONIC AND EARLY POST-EMBRYONIC DEVELOPMENT OF CAT SHARK IN EXPERIMENTAL CONDITIONS

Abstract. The article describes the problem of optimization of feeding cat sharks in the aquarium environment at the exposition of the Museum of the World Ocean in relation to the loss of vitamins in the course of freezing fish and squids that make a part of shark feed. In the process of studying the influence of added to the feed vitamins of B group (thiamine, pyridoxine, riboflavin, cyanocobalamin) onto cat shark organism at different stages of ontogenesis there have been found a positive results: improvement of the physiological state of cat shark juveniles and acceleration of the terms of eggs incubation. To exclude possible bacterial diseases the experiment was conducted after termination of microbiological study that revealed presence of opportunistic pathogenic bacteria causing red spot disease in cat sharks under violation of living conditions. In the course of the experiment there were studied size-weight characteristics of cat shark juveniles, taken measuring of eggs and juvenile species, searched various anomalies in eggs. There have been recorded the indices of the internal organs of cat shark juveniles, namely heart, spleen and liver indexes, erythrocytes number and hemoglobin concentration in blood using Foulton and Clark fatness factors. According to the results of the study, it has been stated that sharks taking feed with added vitamins successfully adapt to environmental conditions and their offsprings less suffer from factors of negative impact. It has been inferred that B vitamins has a positive effect on growing cat sharks in the aquarium environment.

Key words: cat shark, vitaminized feeds, microbiologic analysis, embryonic period, juvenile fish, haemoglobin, aquarium.

REFERENCES

1. *Obshchaia i sanitarnaia mikrobiologiya s tekhnikoï mikrobiologicheskikh issledovaniï* [General and sanitary microbiology with technology of microbiological research]. Pod redaktsiei A. S. Labinskoi, L. P. Blinkovoi, A. S. Eshchanoi. Moscow, Meditsina Publ., 2004. 576 p.
2. *Metody obshchei bakteriologii* [Methods of general bacteriology]. Pod redaktsiei F. Gerkhardta. Moscow, Mir Publ., 1984. Vol. 3. 264 p.
3. Serpunin G. G., Savina L. V. *Metody gematologicheskikh issledovaniï ryb* [Methods of hematological studies of fish]. Kaliningrad, Izd-vo KGTU, 2005. 53 p.
4. Krainiuk V. N. Dinamika indeksov pecheni i selezhenki u plotvy *Rutilus rutilus* (L., 1758) (Cyprinidae) iz sistemy kanala im. K. Satpaeva v zimnii i prednerestovoi periody [Dynamics of indices of liver and spleen in roach *Rutilus rutilus* (L., 1758) (Cyprinidae) from the system of K. Satpayev canal in wintering and pre-spawning periods]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 2016, no. 1, pp. 44-47.
5. Kuz'minova N. S. Ispol'zovanie indeksa pecheni kak biomarkera sostoianiia ryb [Use of liver index as a biomarker of fish state]. *Zapovedniki Kryma: zapovednoe delo, bioraznoobrazie, ekoobrazovanie: materialy nauchnoi konferentsii*. Simferopol', 2005. Part 2. Pp. 213-217.

The article submitted to the editors 23.06.2018

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Fedyushina Natalia Anatol'evna – Russia, 236022, Kaliningrad; Kaliningrad State Technical University; Master's Course Student of the Department of Ichthyology and Ecology; Natalia-naz@rambler.ru.

Sokolov Andrey Vladimirovich – Russia, 236022, Kaliningrad; Kaliningrad State Technical University; Candidate of Biology; Assistant Professor of the Department of Ichthyology and Ecology; Sokolov@klgtu.ru.

Baltyzhakov Ilya Sergeevich – Russia, 236006, Kaliningrad; Museum of the World Ocean; Engineer-Laboratory Assistant of the Department of Aquaristics; ice-hockey14@mail.ru.

