

работу сердца, которое приводит к снижению ЧСС на 16,6%, среднего АД – на 9,1% по сравнению с исходным периодом. Трипсин оказывает действие на гемодинамику через парасимпатические нервы, которые блокируются при использовании раствора новокаина, и реакция на введение трипсина, разбавленного физиологическим раствором, доказывает процесс торможения рефлекса.

**Финансирование:** *Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ №23-26-00124 «Разработка способа снижения болевого синдрома при внутримышечном введении трипсина животным».*

#### **Библиографический список**

1. Суханова, С. М. Трипсин. Свойства и применение в производстве биологических лекарственных препаратов / С. М. Суханова, Е. М. Петручук, А. А. Генералов // БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. – 2018. - Т. 18, № 2. – С.106-113. <https://doi.org/10.30895/2221-996X-2018-18-2-106-113>.
2. Ramachandran, R. Proteinases and signalling: pathophysiological and therapeutic implications via PARs and more /R. Ramachandran, M. D. Hollenberg // Br. J. Pharmacol. – 2008. - № 153. - С. 263-282.
3. Просандеев, В. К. Способ лечения и профилактики эндометритов и осложнённых травм родовых путей у животных. Патент на изобретение RU 2058790 С1, опубликовано 27.04.1996.
4. Вертипрахов В. Г., Грозина А.А. Способ нормализации пищеварения у животных путем введения парентерально панкреатических ферментов. Патент на изобретение RU 2738930 С1, 18.12.2020.

УДК: 57.023

### **ФОРМИРОВАНИЕ БЕЛОЙ МУСКУЛАТУРЫ ЛИЧИНОК РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (PARASALMO MYKISS, WALBAUM) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА КОРМА**

*Сафонова Станислава Сергеевна, аспирант кафедры морфологии и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Sfalij@yandex.ru*

**Аннотация:** *В настоящем исследовании приведены данные о морфометрических показателях и особенностях роста белой мускулатуры молоди радужной форели, получавшей заводской стартовый комбикорм и замороженные корма. Выявлено, что комбикорм оказал лучшее влияние на развитие исследуемой молоди рыб по сравнению с замороженным кормом.*

**Ключевые слова:** *радужная форель, ранний онтогенез, морфометрическая характеристика, белая мускулатура.*

Ранний онтогенез многих видов рыб сопровождается большим количеством сложных последовательных морфофункциональных изменений в организме. Основными этапами являются предличиночный, личиночный и мальковый [2]. На протяжении каждого из этих периодов организм молоди претерпевает ряд существенных морфофункциональных изменений – формируются внутренние органы, плавники, сенсорные системы, поэтому рыба очень чувствительна к различным биотическим и абиотическим факторам, которые могут оказывать влияние на длительность прохождения стадий развития, количество возникающих уродств и выживаемость молоди.

В качестве одного из критических периодов можно выделить процесс перехода свободных эмбрионов вначале на смешанное, затем на полностью экзогенное питание. Степень подготовленности рыб к данному событию определяется многими факторами – развитостью скелетной мускулатуры, желудочно-кишечного тракта, плавников и других структур организма, в том числе – нервной системы [3].

На дальнейшее развитие молоди значительное влияние оказывает корм. Он играет не только роль источника питательных веществ, необходимых для жизнедеятельности и роста, но также имеет этологическое значение. Поскольку в момент перехода на смешанное питание сенсорные системы рыб сформированы не полностью, различные корма могут как стимулировать, так и несколько затормаживать формирование пищевого поведения.

При заводском выращивании чаще всего применяются промышленные корма, а также различные вариации приготавливаемых хозяйствами кормовых смесей на основе продуктов животного происхождения [1]. Рост радужной форели изучался многими отечественными и зарубежными авторами [4 - 7]. Однако комплекс морфофизиологических показателей молоди рыб, питающейся на ранних этапах онтогенеза различными типами корма, изучен недостаточно. В связи с этим целью данной работы являлось определение характера влияния двух типов корма – замороженного и заводского – на формирование белой скелетной мускулатуры личинок радужной форели.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось с июля по октябрь 2022 года на базе Межкафедрального научного центра биологии и животноводства (аквариальной лаборатории) РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Объектом исследования являлась молодь радужной форели (*Parasalmo mykiss*) на ранних этапах постнатального онтогенеза. Оплодотворенная икра форели была получена из ООО СПК «Вадский» Нижегородской области.

Молодь форели содержалась в емкостях установки замкнутого цикла водообмена (УЗВ). Установка снабжена механической и биологической фильтрацией, охлаждением и ультрафиолетовым обеззараживанием воды, аэрацией и озонированием. Температура воды при доинкубации икры составляла +6°C, увеличиваясь по мере развития рыб до +13 - +15°C. Содержание растворенного в воде кислорода поддерживалось в пределах 7,0 – 10,0 мг/л. В ходе исследования было сформировано 2 группы, в трех

повторностях каждая. Рыбы из каждой группы после начала смешанного питания получали определенный вид корма (одна группа потребляла заводской стартовый комбикорм Gouessant T-Salmo, другая – замороженный корм: дафнию (*Daphnia magna*), циклоп (*Cyclopidae*), артемию (*Artemia salina*). Кормление молоди производилось «вволю». Замороженные корма вводились в рацион рыб в соответствии с размером их частиц (в первые 2 недели опыта давали только циклоп, затем – циклоп в сочетании с дафнией, а в течение второго месяца эксперимента молодь получала смесь из всех трех видов замороженного корма в равных пропорциях).

Для морфометрических и гистологических исследований отбирались пробы (по 15 особей), которые прижизненно фиксировались в 10%-м формалине. Морфометрическая характеристика, а также визуальная оценка рыб и их изображения выполнялись с помощью бинокулярного микроскопа МБС – 2, снабженного окуляром с измерительной шкалой.

С целью гистологического анализа из каждой пробы были отобраны по 3 особи, от которых получали тотальные поперечные срезы тела у основания спинного плавника. Для получения срезов выполнялась проводка образцов через растворы желатина различных концентраций (7; 12,5 и 25%) при 37°C. Гистологические срезы толщиной 15 мкм получали на замораживающем микротоме с электрическим приводом МЗП-01 Техном, оснащенный охладителем ОМТ 28-02 Е. Окраска осуществлялась Суданом III (Вектон, Россия), окрашивающим жир оранжевым цветом, и гематоксилином Карацци (Абрис+, Россия), окрашивающим ядра в сине-фиолетовый цвет. Для исследования полученных препаратов использовали световой микроскоп Микромед С-1 с объективами 4/0,10 160/0,17; 10/0,25 160/0,17 и S40/0,65 160/0,17. На препаратах определяли диаметр белых мышечных волокон и их плотность.

Полученный материал обработан статистически с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel. Рассчитывались такие показатели как среднее абсолютное значение со стандартной ошибкой средней ( $M \pm m$ ), коэффициент вариации ( $C_v, \%$ ). Достоверность различий определялась по t-критерию Стьюдента при  $p \leq 0.05$ .

**Результаты исследований.** Изменения морфометрических показателей у радужной форели из двух исследуемых групп происходили неодинаково. Спустя 5 суток после начала кормления средняя масса тела личинок, питавшихся комбикормом, была на 17,5% меньше, чем потреблявших замороженный корм. Длина тела последних оказалась больше на 4% (табл. 1). Кроме того, у рыб, получавших замороженный корм, резорбция желточного мешка происходила несколько быстрее.

В месячном возрасте особи из обеих групп имели схожую массу тела, но его длина у рыб, питавшихся замороженным кормом, была на 5% больше. Желточный мешок у двух групп имел сопоставимый объем (табл. 1).

Значительные различия в массе тела у форели отмечались с 40 суток наблюдений. Масса особей, получавших комбикорм, оказалась в 3 раза больше,

чем рыб, которых кормили замороженным кормом. Тем не менее, длина тела в возрасте 41 суток у них достоверно не различалась. В возрасте 50 суток форель, потреблявшая комбикорм, по-прежнему опережала другую группу по массе тела (в 3 раза), а также имела большую его длину (на 21,3%).

Наиболее существенными различия морфометрических показателей стали в двухмесячном возрасте. Личинки, питавшиеся комбикормом, имели почти в 4 раза большую массу и на 35,6% превосходили по длине тела рыб, питавшихся замороженным кормом (табл. 1).

Таблица 1

**Морфометрические показатели личинок радужной форели (n=15)**

Признак	Возраст рыб, сутки									
	20		29		41		50		60	
	M±m min-max	Cv, %	M±m min-max	Cv, %	M±m min-max	Cv, %	M±m min-max	Cv, %	M±m min-max	Cv, %
комбикорм										
Масса, мг	74,0±1,75* 66,0 – 84,9	9,1	81,6±1,60 74,4 – 92,0	7,6	231,6±8,32* 196,0 – 280,7	13,9	282,4±8,49* 216,6 – 341,6	11,6	551,9±19,84* 418,0 – 700,4	13,9
L по Смитту, мм	20,2±0,20* 18,9 – 21,7	3,8	21,3±0,23* 20,0 – 22,3	4,3	22,6±0,25 25,0 – 28,0	3,7	28,7±0,35* 27,0 – 30,5	4,7	35,4±0,37* 32,0 – 37,0	4,0
V ж. м., мм <sup>3</sup>	3,2±0,24* 1,5 – 4,5	29,2	1,9±0,15 0,9 – 2,7	30,6	-	-	-	-	-	-
Замороженный корм										
Масса, мг	89,7±2,48 70,2 – 100,2	10,5	79,9±2,09 68,5 – 92,4	10,1	78,2±1,01 73,6 – 87,3	5,0	97,0±1,20 88,7 – 107,4	4,8	147,1±2,16 134,0 – 162,5	5,7
L по Смитту, мм	21,0±0,11 20,3 – 21,6	2,0	22,4±0,11 21,6 – 22,9	1,8	22,3±0,09 21,7 – 22,8	1,6	22,6±0,10 21,9 – 23,0	1,6	22,8±0,17 21,1 – 23,2	2,8
V ж. м., мм <sup>3</sup>	2,5±0,15 1,8 – 3,8	23,9	2,3±0,16 1,6 – 3,9	26,9	-	-	-	-	-	-

\* - Здесь и в табл. 2: разность между группами достоверна при P≤0,05.

На протяжении первых 10 суток после начала кормления различий в среднем диаметре белых мышечных волокон у рыб их двух групп не наблюдалось. В возрасте 20 суток образование новых волокон у форели, питавшейся замороженным кормом, происходило несколько интенсивнее (на 4%), однако в дальнейшем данный показатель не различался до 50 суток (табл. 2).

В возрасте 41 суток отмечался рост белых волокон в диаметре у личинок, потреблявших комбикорм. У группы, получавшей замороженный корм, этот показатель остался на прежнем уровне, а спустя 10 дней несколько снизился. Таким образом, в возрасте 50 суток рыбы, получавшие комбикорм, обладали большим диаметром белых мышечных волокон и интенсивностью их гиперплазии, чем особи из другой группы (на 28,3 и 15,0% соответственно) (табл. 2).

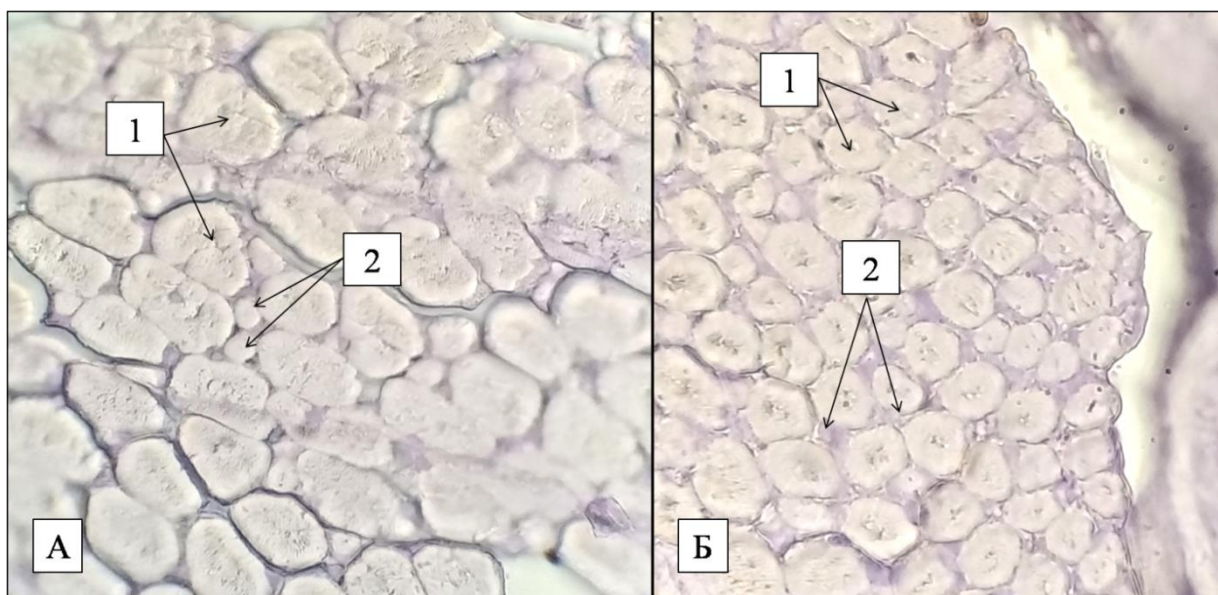
В двухмесячном возрасте процессы гипертрофии белой мускулатуры у форели, получавшей замороженный корм, были более интенсивными, и отставание по данному показателю от представителей второй группы сократилось до 13.5%. Однако интенсивность гиперплазии оказалась у рыб, питавшихся комбикормом, на 15,7% выше.

Таблица 2

**Морфометрическая характеристика мускулатуры рыб**

Возраст рыб, сутки		Средний диаметр белых волокон, мкм		% молодых белых волокон от общего количества (интенсивность гиперплазии)	
		M±m min - max	CV, %	M±m min - max	CV, %
Комбикорм	20	12,5±0,26 5,5 – 21,0	25,2	28,7±1,08* 17,6 – 40,0	20,7
	29	14,2±0,30 7,1 – 21,8	25,5	40,9±1,10 26,7 – 53,3	14,8
	41	15,4±0,26* 8,4 – 23,1	20,8	36,2±1,22 25,0 – 50,0	18,4
	50	16,6±0,38* 8,0 – 25,6	27,8	44,6±1,02* 33,3 – 54,5	12,6
	60	17,0±0,37* 8,0 – 26,0	26,6	47,3±1,16* 36,4 – 61,5	13,5
Замороженные корма	20	12,3±0,35 5,5 – 23,9	35,1	32,6±1,25 22,2 – 46,7	21,0
	29	13,8±0,27 8,0 – 21,0	23,5	37,9±1,25 26,7 – 50,0	18,0
	41	13,7±0,24 7,1 – 20,6	21,2	34,7±1,36 21,4 – 46,7	21,5
	50	11,9±0,21 7,6 – 19,3	21,6	29,6±0,95 20,0 – 37,5	17,5
	60	14,7±0,28 7,6 – 23,1	23,0	36,1±1,08 25,0 – 46,2	16,4

На поперечных срезах глубокой латеральной мышцы личинок форели видно, что белые волокна имеют округлую форму и достаточно плотное расположение (рис.). При этом заметна большая визуальная неоднородность диаметров волокон у рыб, питавшихся комбикормом, по сравнению с другой группой, в возрасте 60 суток. Это связано с более интенсивной гиперплазией, в результате чего можно наблюдать на одном участке среза множество разноразмерных мышечных волокон, находящихся на различных стадиях роста (рисунок).



**Рисунок.** Белая мускулатура рыб в возрасте 60 суток. Глубокая латеральная мышца рыбы, питавшейся комбикормом (А) и замороженным кормом (Б): 1 – белые волокна, 2 – молодые белые волокна

**Заключение.** После начала кормления рыбы, питавшиеся замороженным кормом, набрали массу быстрее, что, вероятно, связано с высоким пищевым интересом, которого рыбы из другой группы изначально к комбикорму не проявляли. В течение последующих 10 суток рост особей в обеих группах происходил практически параллельно, их масса была схожей, а длина различалась незначительно. Однако в возрасте 41 суток наблюдалось существенное опережение по массе и длине тела у рыб, получавших комбикорм. За весь период наблюдений (с момента начала кормления) масса и длина тела рыб, питавшихся комбикормом, увеличилась в 7 и 2 раза соответственно, а у рыб, которых кормили замороженной пищей, данные показатели выросли лишь в 2 и 1,2 раза соответственно.

У рыб, питавшихся комбикормом, на протяжении всего опыта процесс гипертрофии белых мышечных волокон происходил интенсивнее, чем у молоди, получавшей замороженный корм. Несмотря на достаточно активную гиперплазию белых волокон у рыб, потреблявших замороженный корм, гипертрофия у них происходила очень медленно, что объясняет обилие волокон небольшого диаметра.

#### **Библиографический список**

1. Гринберг Е.В. О подъеме на плав и переводе на внешнее питание личинок кеты (*Oncorhynchus keta*) в условиях лососевых рыбоводных заводов Сахалинской области/ Е.В. Гринберг, А.В. Литвиненко// Матер. VII Междунар. Балтийского морского форума. – 2019. – С. 10 – 18.
2. Павлов Д.А. Морфологическая изменчивость в раннем онтогенезе костистых рыб/ Д.А. Павлов. – М.: ГЕОС. – 2007. – 264 с.3.

3. Пономарева Е.Н. Особенности развития пищеварительной системы лососевидных рыб в раннем онтогенезе/ Е.Н. Пономарева. – Вестник АГТУ. – 2005. - №3 (26). – С. 133 – 137.

4. Молчанова К.А. Возможности раскрытия ростовой потенции у радужной форели в УЗВ и открытых рыбоводных системах/ К.А. Молчанова, Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова// Техн. пищ. и перераб. пром.АПК. – 2016. – С. 43 – 47.

5. Мусина А. И. Выращивание молоди радужной форели при различной плотности посадки и влияние ее на рост и развитие/ А. И. Мусина, С. Б. Ганиев// Матер. межд. студ. научн. конф. Студ. научн. форум. – 2017. – 3 с.

6. Пивторак Я.И. Перспективы использования кормов «Aller Aqua» в питании радужной форели/ Я.И. Пивторак, И.О. Бобель, О.В. Божик// Научн. вестник Львовского нац. унив. вет. медицины и биотехн. им. С.З. Гжицкого. – 2017.

7. Krebs E. Suspended Arrays Improve Rainbow Trout Growth During Hatchery Rearing in Circular Tanks/ E. Krebs, N. Huysman, J.M. Voorhees, M.E. Barnes// International Journal of Aquaculture and Fishery Science. – 2018. – V.4. – P. 27 - 30.

УДК 59.006: 599.742.16

## **ИГРОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ КУСТАРНИКОВЫХ СОБАК В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОГО ЗООПАРКА**

**Черников Дмитрий Сергеевич**, обучающийся института зоотехнии и биологии ФГБОУ ВО РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, reptilis-palustris@yandex.ru

**Брагин Михаил Александрович**, заведующий отделом «Млекопитающие», ГАУ «Московский зоопарк», mabragin1981@yandex.ru

**Веселова Наталья Александровна**, старший научный сотрудник научно-экспозиционного отдела ГБУК г. Москвы ГБМТ, veselova\_n.a@mail.ru

**Аннотация:** В настоящей работе представлены результаты исследования игрового поведения семейной группы кустарниковых собак в условиях Московского зоопарка. Показано, что доля всех форм игрового поведения в бюджете времени животных составила более 10%, а преобладающим типом игровой активности была игра в бассейне (5,13%).

**Ключевые слова:** кустарниковая собака *Speothos venaticus*, зоопарк, игровое поведение, зоокультура.

Кустарниковая собака, *Speothos venaticus* (Lund, 1842) – некрупное эндемичное неотропическое млекопитающее, относящееся к семейству Псовые отряда Хищные, Carnivora Bowdich, 1821. Кустарниковая собака – социальный вид псовых. По данным наблюдений в природе, семейные группы