

УДК 639.371.1.07:[597.553.2-1.05:577.1]

С. Б. Оразова, Б. К. Кайрат, С. М. Шалгимбаева,
К. Б. Исбеков, Г. Б. Джумаханова, Г. Р. Сармолдаева

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОРГАНОВ МОЛОДИ НЕКОТОРЫХ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ

Целью исследований являлось изучение влияния состава различных продукционных кормов (корм, разработанный сотрудниками Казахского научно-исследовательского института перерабатывающей и пищевой промышленности, и корм Aller Aqua, Дания) и условий выращивания (бассейновая и садковая технологии, озерно-товарное производство) на биохимические показатели печени и состав мышечной ткани лососевых рыб. Для оценки степени изменений физиологического состояния при выращивании на кормах различных рецептур был проведен сравнительный анализ биохимических показателей молоди радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) и пеляди (*Coregonus peled*). В качестве контроля использовались пробы, взятые в начале эксперимента. Биохимические исследования проводили каждые 15 суток, в течение 30 суток культивирования. Установлено, что активность аланинаминотрансферазы в микросомальной фракции печени радужной форели оказалась выше активности аспартатаминотрансферазы во всех вариантах эксперимента и в контроле, у пеляди – только при экспериментальном кормлении. Показатели содержания малонового диальдегида в печени радужной форели с увеличением сроков культивирования уменьшались, что свидетельствует о снижении антиоксидантной защиты организма; у пеляди использование экспериментальных кормов приводило к повышению содержания малонового диальдегида. Выявлено, что молодь радужной форели имеет одинаковые биохимические показатели мышечной массы при использовании обоих видов комбикормов и при бассейновой, и при садковой технологии выращивания. Вид использованного корма не оказал достоверного влияния на содержание общих белков, липидов и гликогена в мышцах молоди пеляди.

Ключевые слова: молодь, лососевые, радужная форель, пелядь, микросомальная фракция печени, малоновый диальдегид, аланинаминотрансфераза, аспартатаминотрансфераза, биохимический состав спинных мышц.

Введение

На фоне ухудшения экологических показателей водной среды, мощных антропогенных воздействий, приводящих к сокращению численности промысловых видов рыб, актуальным остается решение двух важнейших задач: пополнение запасов в естественных водоемах за счет выпуска жизнестойкой молоди и товарное выращивание в рыбоводных прудовых и бассейновых хозяйствах на основе пастбищного, комбинированного и индустриального выращивания [1, 2]. В настоящее время наиболее актуальными проблемами рыбоводства являются формирование маточных стад, выращивание жизнеспособной молоди, подбор условий выращивания, совершенствование рецептур искусственных кормов, создание новых пород и гибридов, более устойчивых к техногенным воздействиям [3, 4].

Мировой и отечественный опыт аквакультуры показывает, что перспективной является ориентация на новые интенсивные биотехнологии, предполагающие создание небольших по площади модульных систем с замкнутым циклом водоснабжения, требующих относительно небольших капитальных вложений, малый штат обслуживающего персонала, максимально автоматизированных, оснащенных современным оборудованием и новейшими технологиями [1, 2].

Эффективность товарного рыбоводства во многом зависит от состояния и качества получаемой молоди, ее жизнестойкости и физиологической полноценности и обусловлена обеспеченностью соответствующим набором живых кормов [5–7]. Отсутствие необходимого количества зоопланктона при индустриальном выращивании промысловых рыб привело к активным исследованиям по разработке искусственных кормов.

При современных методах рыборазведения складываются несколько иные условия, отличные от естественных, что накладывает свой отпечаток на физиологическое состояние и некоторые биологические особенности рыб. Это, в свою очередь, требует постоянного контроля за процессом выращивания, оценки физиологического состояния и, при необходимости,

его корректировки. До недавнего времени физиологическое состояние рыб оценивали в первую очередь по морфофизиологическим, гистологическим и гематологическим показателям, хотя биохимические показатели относятся к группе основных индикаторов состояния промысловых рыб.

Для того чтобы проанализировать ответные реакции организма на действие факторов культивирования, используются биомаркеры – индикаторы разного биологического уровня (морфофизиологические параметры, патологические отклонения, состояние репродуктивной системы, генетические и биохимические характеристики). Известно, что пагубный эффект стрессового воздействия в первую очередь инициирует ответную реакцию клеточных систем, поэтому эти отклики являются наиболее чувствительными и информативными на ранних этапах негативного воздействия. Клеточные и молекулярные реакции имеют преимущество, т. к. отражают эффекты основных обменных процессов на клеточном уровне и могут служить ранними сигналами неблагоприятных последствий стресса, которые предшествуют видимому ухудшению общего состояния жизнедеятельности и соответствующих параметров, измеряемых на более высоких уровнях биологической организации. В то же время они позволяют определить механизмы адаптации и восстановления гомеостаза организма в условиях действия неблагоприятных факторов среды [8]. Биомаркеры низкой биологической иерархии (молекулярные и биохимические) отвечают на неблагоприятные воздействия значительно быстрее, чем индикаторы более высокого биологического уровня (физиологические, цитологические и организменные) и потому дают более эффективную оценку среды в качестве предвестников ее ухудшения [9].

Целью исследования являлось изучение влияния состава различных продукционных кормов и условий выращивания на биохимические показатели печени и состав мышечной ткани некоторых лососевых видов рыб.

Материалы и методы исследования

Биохимические исследования печени и спинных мышц проводили на кафедре биотехнологии Казахского национального университета им. аль-Фараби.

Объектом исследований являлась молодь радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) и пеляди (*Coregonus peled*), выращенных с использованием разных кормов и технологий (табл. 1). Отбор аналитического материала проводили каждые 15 суток в течение 30 суток культивирования. В качестве контроля использовали пробы, взятые в начале эксперимента. Повторность пятикратная.

Таблица 1

Морфометрические показатели молоди рыб, использованные в эксперименте

Вид рыбы	Место сбора, способ выращивания	Вид корма	Отбор	Масса, г		Длина, см		$Q_{\text{печени}}$
				Q	q	L	l	
Радужная форель	РГКП «Капшагайское нерестово-выростное хозяйство» (Алматинская обл.), бассейновая технология, прямоток	Контроль	1	20,0 ± 1,5	17,0 ± 1,1	12,4 ± 0,6	10,7 ± 0,9	0,32 ± 0,05
		КазНИИ ППП**	2	21,0 ± 1,3	16,8 ± 1,2	12,1 ± 1,7	10,6 ± 1,4	0,47 ± 0,01
			3	35,3 ± 2,6	29,2 ± 2,1	14,9 ± 0,4	13,2 ± 0,4	0,65 ± 0,05
		Aller Aqua	2	31,9 ± 2,7	26,8 ± 2,8	14,2 ± 0,9	12,5 ± 0,8	0,48 ± 0,01
			3	43,1 ± 3,3	35,9 ± 2,1	15,3 ± 0,4	13,5 ± 0,3	0,82 ± 0,02
		ТОО «Густера» (Восточно-Казахстанская область), садковая технология	КазНИИ ППП	2	38,0 ± 3,3	30,2 ± 2,5	14, ± 1,1	13,1 ± 1,7
Aller Aqua	2		94,1 ± 12,5	76,5 ± 3,7	20,3 ± 1,3	17,9 ± 0,9	1,60 ± 0,05	
Пелядь	ТОО «Чепурной» (Северно-Казахстанская область), озерно-товарное рыбоводство	Контроль	1	63,9 ± 3,1	58,5 ± 4,4	19,4 ± 0,8	16,2 ± 0,6	0,47 ± 0,09
		КазНИИ ППП	2	61,9 ± 2,4	55,8 ± 4,2	19,2 ± 1,0	16,1 ± 1,1	0,51 ± 0,05

* Республиканское государственное казенное предприятие.

** Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности.

Каждую особь после вылова измеряли, взвешивали, затем препарировали. Образцы печени и спинных мышц замораживали в жидком азоте при температуре –196 °С и хранили в сосуде Дьюара для дальнейшей транспортировки.

Сухое вещество определяли гравиметрическим методом, для этого пробы высушивали в сушильном шкафу в течение 2-х часов при температуре 105 °С до постоянной массы, взвешивали, после чего сжигали в муфельной печи при температуре 500 °С в течение 1 часа и снова взвешивали с абсолютной погрешностью не более 0,001 г. По разнице масс определяли в процентах массу органического вещества [10].

Определение массовой доли белка проводили биуретовым методом без минерализации проб [10]. Оптическую плотность растворов измеряли на спектрофотометре Jenway 6405 UV/Vis (Jenway, Великобритания) в кювете с толщиной слоя 1 см при длине волны 546 нм (зеленый светофильтр) против холостой пробы (дистиллированная вода). Расчет вели по калибровочному графику, в качестве стандарта использовали бычий сывороточный альбумин (PAA Laboratories, Австрия).

Содержание гликогена определяли с антроном и фотометрировали при 620 нм [11]. Расчет вели по калибровочному графику, в качестве стандарта использовали глюкозу. Найденное количество глюкозы умножали на коэффициент 0,9, т. к. молекулярный вес глюкозного остатка в гликогене равен 162, а молекулярный вес глюкозы – 180.

Массовую долю жира определяли ускоренным экстракционно-весовым методом, разработанным в Институте питания Академии медицинских наук СССР. Метод основан на растворении липидов бинарной смесью органических растворителей (хлороформ : этанол – 2:1), отделении растворителей и весовом определении массы липидов [12].

Активность аспартатаминотрансферазы (АсАТ) и аланинаминотрансферазы (АлАТ) в микросомальной фракции печени [13] проводили динитрофенилгидрозоновым методом Рейтмана – Френкеля [14], измеряя оптическую плотность при 537 нм против холостой пробы, которую ставили как опыт, но сыворотку добавляли после инкубации. Расчет активности ферментов в сыворотке крови проводили по калибровочному графику.

Содержание малонового диальдегида (МДА) определяли по реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой, где образовавшийся окрашенный триметиновый комплекс имеет максимум поглощения при 532 нм. При расчете использовал и коэффициент молярной экстинкции триметинового комплекса – $1,56 \cdot 10^5$ [14].

Результаты исследования и их обсуждение

Биохимический анализ печени молоди рыб при различных условиях выращивания

Условно функции печени по биохимическим показателям можно разделить на регуляторно-гомеостатическую, включающую основные виды обмена (углеводный, липидный, белковый, обмен витаминов, водно-минеральный и пигментный обмены), мочевинообразовательную, желчеобразовательную и обезвреживающую. В связи с этим для оценки биохимического состояния данного органа была получена микросомальная фракция, в которой было определено содержание общих белков, была определена активность таких ферментов, как аспартатаминотрансфераза (АсАТ) и аланинаминотрансфераза (АлАТ), а также количество общих липидов, гликогена, уровень перекисного окисления липидов в печеночной ткани.

Из данных табл. 2 видно, что с увеличением срока культивирования содержание гликогена в печени молоди форели при бассейновой технологии повышается. Так, при использовании корма, разработанного сотрудниками КазНИИ ППП, содержание гликогена увеличилось с $0,83 \pm 0,09$ до $6,62 \pm 0,3$ мг/г сырой массы, при садковом выращивании масса гликогена составила $20,75 \pm 1,6$ мг/г сырой массы. На содержание гликогена в печени молоди форели вид применяемого корма не оказал достоверного влияния. Обнаружено низкое содержание гликогена в печени молоди пеляди на экспериментальном корме – $9,91 \pm 2,1$ мг/г сырой массы, в то время как на контрольных кормах количество гликогена равнялось $13,67 \pm 1,8$ мг/г сырой массы.

Таблица 2

Содержание гликогена и общих липидов в печени молоди рыб при различных условиях выращивания

Вид рыбы	Место сбора	Вид корма	Отбор	Содержание, мг/г сырой массы	
				гликогена	общих липидов
Форель	Бассейновая технология, прямиоток	Контроль	1	$0,83 \pm 0,1$	$24,1 \pm 0,2$
		КазНИИ ППП	2	$1,11 \pm 0,1$	$61,3 \pm 0,1$
			3	$6,62 \pm 0,3$	$68,4 \pm 0,1$
		Aller Aqua	2	$0,52 \pm 0,2$	$55,3 \pm 0,6$
	3		$8,07 \pm 0,2$	$55,6 \pm 0,7$	
	Садковая технология	КазНИИ ППП	2	$20,75 \pm 1,6$	$39,5 \pm 0,4$
Aller Aqua		2	$20,20 \pm 2,8$	$43,5 \pm 0,1$	
Пелядь	Озерно-товарное рыбоводство	Контроль	1	$13,67 \pm 1,8$	$56,4 \pm 0,9$
		КазНИИ ППП	2	$9,91 \pm 2,1$	$54,4 \pm 1,1$

Одним из важнейших компонентов живого органического вещества являются липиды, в значительной степени определяющие структурно-функциональные особенности и энергетический потенциал как клетки, так и организма в целом.

Количественный анализ общих липидов в печени молоди форели показал, что при бассейновой технологии выращивания их содержание повышается по сравнению с содержанием при выращивании с использованием садковой технологии (табл. 2). При использовании экспериментального корма КазНИИ ППП в первом случае количество общих липидов выросло почти в 3 раза – с $0,024 \pm 0,002$ до $0,068 \pm 0,01$ г/г сырой массы, во втором случае данный показатель увеличился меньше чем в 2 раза – до $0,040 \pm 0,004$ г/г сырой массы. Использование различных кормов в рационе отразилось на содержании липидов у молоди пеляди – в печени оказалось всего $0,056–0,054$ г/г сырой массы.

Среди многочисленных показателей липидного обмена процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) играют важную роль не только в физиолого-биохимическом гомеостазе нормальной клетки – они выступают как универсальное неспецифическое звено механизма развития различных патологических состояний организма. Обладая высокой реакционной способностью, первичные продукты ПОЛ повреждают различные биомолекулы, и в первую очередь белки. Это является основой их инактивирующего действия на многие ферменты. Однако в связи с неустойчивостью в организме первичных продуктов ПОЛ к их исследованиям прибегают редко. Предпочтение отдается определению концентрации более устойчивых вторичных и конечных продуктов ПОЛ, в частности МДА и соединений типа оснований Шиффа.

В табл. 3 представлены данные по влиянию состава различных продукционных кормов и условий выращивания на концентрацию МДА в печени молоди исследуемых рыб. С увеличением сроков культивирования наблюдалось снижение содержания МДА в печени форели. Так, при использовании корма Aller Aqua показатели снизились с $11,5 \pm 1,1$ до $1,9 \pm 0,1$ мкмоль/г сырой массы при использовании бассейновой технологии и до $2,9 \pm 0,7$ мкмоль/г сырой массы при садковом выращивании. У пеляди использование экспериментальных кормов приводило к повышению содержания МДА в печени – $37,7 \pm 2,1$ мкмоль/г сырой массы, в то время как в контроле – в 1,6 раза меньше ($24,3 \pm 1,3$ мкмоль/г сырой массы).

Повышение концентрации МДА свидетельствует об активации процессов ПОЛ или о снижении антиоксидантной защиты организма.

Таблица 3

Концентрация малонового диальдегида в печени молоди рыб при различных условиях выращивания

Вид рыб	Место сбора	Вид корма	Отбор	Содержание МДА, мкмоль/г сырой массы
Форель	Бассейновая технология, прямоток	Контроль	1	$11,5 \pm 1,1$
		КазНИИ ППП	2	$4,5 \pm 0,9$
			3	$8,9 \pm 0,8$
		Aller Aqua	2	$1,9 \pm 0,1$
	3		$3,8 \pm 0,5$	
	Садковая технология	КазНИИ ППП	2	$3,9 \pm 0,2$
Aller Aqua		2	$2,9 \pm 0,7$	
Пелядь	Озерно-товарное рыбоводство	Контроль	1	$24,3 \pm 1,3$
		КазНИИ ППП	2	$37,7 \pm 2,1$

Аминотрансферазы переносят аминокрупы от аминокислот к кетокислотам. Эти ферменты играют ключевую роль в обмене веществ, объединяя в единое целое белковый, углеводный, жировой обмен и цикл трикарбоновых кислот. Учитывая исключительную роль АсАТ и АлАТ в обмене основных метаболитов клетки, активность этих ферментов используют в качестве биохимического индикатора физиологического статуса и клинического индикатора стрессового состояния, вызванного заболеванием или интоксикацией у ряда организмов, в том числе и у рыб [15].

В табл. 4 представлены результаты анализа содержания общих белков и аминотрансферазной активности в микросомальной фракции молоди рыб, выращенных в различных условиях аквакультуры.

Содержание белка в микросомальной фракции печени молоди форели снижалось на первых этапах эксперимента независимо от вида применяемого корма: при прямочной бассейновой технологии с использованием корма, разработанного в КазНИИ ППП, количество общих белков снизилось с $8,78 \pm 0,58$ до $3,0 \pm 0,26$ мг/г сырой массы, т. е. почти в 3 раза.

Установлено, что в микросомальной фракции печени форели активность АлАТ оказалась выше активности АсАТ во всех вариантах эксперимента. Например, в печени молоди форели при садковом выращивании и применении корма Aller Aqua активность АлАТ равнялась $2,81 \pm 0,12$ мкмоль/(с · мг) белка, в то время как активность АсАТ оказалась в 1,8 раза ниже и составляла $1,6 \pm 0,04$ мкмоль/(с · мг) белка. С увеличением сроков культивирования активность ферментов снижалась – так, у форели, выращенной на корме КазНИИ ППП, активность АсАТ уменьшилась с $0,66 \pm 0,03$ до $0,23 \pm 0,01$ мкмоль/(с · мг) белка. Применение садковых технологий приводило к повышению активности исследованных ферментов в печени форели по сравнению с бассейновым методом – при использовании кормов Aller Aqua активность АлАТ равнялась $2,81 \pm 0,12$, активность АсАТ – $1,6 \pm 0,04$ мкмоль/(с · мг) белка, и для данного вида эти значения оказались максимальными.

У молоди пеляди исследованные показатели оказались выше при экспериментальном кормлении.

Таблица 4

Содержание общих белков и аминотрансферазная активность в микросомальной фракции печени молоди рыб при различных условиях выращивания

Вид рыб	Место сбора	Вид корма	Отбор	Содержание белка, мг/г сырой массы	Активность, мкмоль/(с · мг) белка	
					АлАТ	АсАТ
Форель	Бассейновая технология, прямоток	Контроль	1	$8,78 \pm 0,58$	$1,87 \pm 0,16$	$0,66 \pm 0,03$
			2	$3,0 \pm 0,26$	$1,15 \pm 0,01$	$0,48 \pm 0,02$
		КазНИИ ППП	3	$3,77 \pm 0,17$	$0,56 \pm 0,01$	$0,23 \pm 0,01$
			2	$2,87 \pm 0,03$	$1,76 \pm 0,09$	$0,64 \pm 0,05$
	Aller Aqua	3	$3,1 \pm 0,05$	$0,47 \pm 0,05$	$0,41 \pm 0,03$	
		Садковая технология	КазНИИ ППП	2	$5,67 \pm 0,28$	$2,21 \pm 0,13$
2	$3,28 \pm 0,17$			$2,81 \pm 0,12$	$1,6 \pm 0,04$	
Пелядь	Озерно-товарное рыбоводство	Контроль	1	$4,28 \pm 0,41$	$0,29 \pm 0,01$	$0,58 \pm 0,01$
			2	$5,21 \pm 0,33$	$0,69 \pm 0,01$	$0,7 \pm 0,01$

Аминотрансферазы не обладают органной специфичностью, однако определение их активности в крови используется для диагностики болезней печени и сердца, при которых происходит распад клеток. Например, при цитолизе гепатоцитов в несколько раз повышается активность не только АлАТ, но и АсАТ [15].

Влияние состава различных продукционных кормов и условий выращивания на химический состав мышечной ткани молоди форели и пеляди. Анализ химического состава спинных мышц включал в себя определение содержания сухого вещества и золы (табл. 5), содержания общих белков (без минерализации), общих липидов и гликогена (табл. 6).

Таблица 5

Содержание сухих, зольных и органических веществ в спинных мышцах рыб при различных условиях выращивания

Вид рыб	Место сбора	Вид корма	Отбор	Массовая доля веществ, %		
				сухих	зольных	органических
Форель	Бассейновая технология, прямоток	Контроль	1	20,2	1,22	19,0
			2	22,3	1,31	21,0
		КазНИИ ППП	3	23,4	1,59	21,8
			2	24,1	1,14	23,0
	Aller Aqua	3	25,2	1,34	23,9	
		Садковая технология	КазНИИ ППП	2	20,6	1,2
2	21,9			1,24	20,7	
Пелядь	Озерно-товарное рыбоводство	Контроль	1	22,5	1,39	21,1
			2	22,2	1,55	20,7

Вода вместе с растворенными в ней органическими и минеральными веществами является средой, в которой осуществляются биохимические процессы, обеспечивающие жизнедеятельность организма. Значения массовой доли влаги и содержания органических веществ являются важными биохимическими показателями.

Анализ полученных данных показал, что доля органических веществ в мышечной ткани молоди форели при выращивании по бассейновой технологии на корме Aller Aqua повысилась незначительно – до 23,9 %, а на кормах КазНИИ ППП – до 21,8 %; при садковом выращивании – до 20,7 и 19,4 % соответственно. Содержание органики в контрольных и опытных образцах пеляди оказалось приблизительно равным – 21,1 и 20,7 % соответственно.

По пищевой ценности мясо рыбы стоит в ряду наиболее ценных продуктов питания. Белковый и аминокислотный состав белков рыбы имеет некоторые особенности по сравнению с составом белков мяса теплокровных животных и птиц: индивидуальные видовые отклонения в содержании белка; большое количество сложных белков (протеидов) и их концентрация в отдельных органах (например, в икре); большее содержание миофибриллярных белков, обладающих высокой гидратирующей способностью, чем объясняется малая потеря влаги при тепловой обработке; меньшее количество водорастворимых белков (саркоплазмы) и т. д. [16].

Таблица 6

Содержание общих белков, липидов, гликогенов в спинных мышцах рыб при различных условиях выращивания

Вид рыб	Место сбора	Вид корма	Отбор	Содержание, г/100 г сырой массы		
				белка	липидов	гликогена
Форель	Бассейновая технология, прамоток	Контроль	1	14,0 ± 0,01	3,4 ± 0,01	0,48 ± 0,06
		КазНИИ ППП	2	10,4 ± 0,02	4,4 ± 0,01	0,77 ± 0,12
			3	23,3 ± 0,01	2,2 ± 0,01	0,47 ± 0,1
		Aller aqua	2	12,1 ± 0,04	4,1 ± 0,01	0,53 ± 0,04
	3		24,9 ± 0,02	3,2 ± 0,02	0,28 ± 0,01	
	Садковая технология	КазНИИ ППП	2	22,4 ± 0,02	2,2 ± 0,03	0,53 ± 0,02
Aller Aqua		2	22,7 ± 0,01	3,1 ± 0,03	0,28 ± 0,03	
Пелядь	Озерно-товарное рыбоводство	Контроль	1	18,9 ± 0,01	2,2 ± 0,05	0,10 ± 0,01
		КазНИИ ППП	2	21,0 ± 0,01	1,9 ± 0,03	0,12 ± 0,02

Содержание общих белков в мышечных тканях молоди форели не зависело от вида использованного корма. Так, при бассейновой технологии с экспериментальным кормом КазНИИ ППП данное значение равнялось $23,3 \pm 0,01$, с кормом Aller Aqua – $24,9 \pm 0,02$ г/100 г сырой массы, а при использовании садковой технологии с теми же кормами – $22,4 \pm 0,02$ и $22,7 \pm 0,01$ г/100 г сырой массы, соответственно. При использовании экспериментального корма содержание общих белков в спинных мышцах повысилось до $21,0 \pm 0,01$ г/100 г сырой массы.

Углеводы в мускулатуре рыбы представлены в основном гликогеном (животным крахмалом) и составляют более 1 %. При распаде гликогена (гидролизе или фосфолизе) образуются глюкоза, пировиноградная и молочная кислоты. Содержание гликогена в печени форели не превысило 1 %. Значения массовой доли гликогена в мышцах молоди форели оказались приблизительно равными. Так, в разные сроки эксперимента при использовании в рационе корма Aller Aqua это значение составило $0,53 \pm 0,04$ г/100 г сырой массы, а при использовании экспериментального корма КазНИИ ППП – $0,77 \pm 0,12$ г/100 г сырой массы. Количество гликогена в спинных мышцах молоди пеляди не превышало $0,12 \pm 0,02$ г/100 г сырой массы.

Для жира рыб характерным является присутствие непредельных жирных кислот с увеличенным числом двойных связей, которые составляют основу рыбьего жира (до 84 % от общего количества жирных кислот), что объясняет его жидкую консистенцию и легкую усвояемость. В то же время из-за высокой непредельности жирных кислот жир рыб легко окисляется с накоплением продуктов окисления (перекиси, гидроперекиси) и распада (альдегидов, кетонов, низкомолекулярных жирных кислот, спиртов и др.) [17].

Содержание общих липидов в мышечной ткани молоди форели с увеличением сроков культивирования снижалось независимо от вида использованного корма, например, при выращивании на корме КазНИИ ППП – с 0,77 до $0,47 \pm 0,1$ г/100 г сырой массы. Вид использованного корма не оказал достоверного влияния на содержание общих липидов в мышцах молоди пеляди. В контроле данное значение составило $0,10 \pm 0,01$, в опыте – $0,12 \pm 0,02$ г/100 г сырой массы.

Заключение

Сравнительный анализ биохимических показателей молоди форели и пеляди в условиях бассейнового и садкового выращивания позволил оценить степень изменений физиологического состояния последних при выращивании на кормах различных рецептур. Установлено, что в микросомальной фракции печени форели активность АЛАТ оказалась выше активности АсАТ во всех вариантах эксперимента, что не соответствует норме. У пеляди аминотрансферазная активность оказалась выше при экспериментальном кормлении. С увеличением сроков культивирования наблюдалось снижение содержания МДА в печени форели. У пеляди использование экспериментальных кормов приводило к повышению содержания МДА в печени. Выявлено, что форель имеет одинаковые биохимические показатели мышечной массы при использовании комбикорма, разработанного в КазНИИ ППП, и комбикорма марки Aller Aqua. Вид использованных кормов не оказал достоверного влияния на содержание общих белков, липидов и гликогена в мышцах молоди пеляди.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матишов Г. Г., Пономарева Е. Н., Лужняк В. А. Актуальные задачи возрождения рыбохозяйственного потенциала южных морей // Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей и их побережий. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007. Т. IX. 315 с.
2. Матишов Г. Г., Матишов Д. Г., Пономарева Е. Н., Лужняк В. А., Чипинов В. Г., Коваленко М. В., Казарникова А. В. Опыт выращивания осетровых рыб в условиях замкнутой системы водообеспечения для фермерских хозяйств. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. 72 с.
3. Бурлаченко И. В. Актуальные вопросы безопасности комбикормов в аквакультуре рыб. М.: ВНИРО, 2008. 183 с.
4. Мельченков Е. А. Некоторые направления создания живых коллекций осетровых // Рыбоводство. 2006. № 3–4. С. 30–32.
5. Васильева Л. М., Пономарев С. В., Судакова Н. В. Технология промышленного выращивания молоди и товарных осетровых рыб в условиях Нижнего Поволжья. Астрахань: Волга, 2000. 23 с.
6. Гамыгин Е. А. Проблема кормов и кормопроизводства для рыб: состояние и задачи // Тр. Всерос. НИИ пруд. рыб. хоз-ва. 2001. Вып. 77, т. 1. С. 81–82.
7. Гриценко О. Ф., Котляр А. Н., Котенёв Б. Н. Промысловые рыбы России. М.: Изд-во ВНИРО, 2006. Т. 1. 656 с.
8. Adams S. M. Assessing cause and effect of multiple stressors on marine system // Marine Pollution Bulletin. 2005. Vol. 51 (8–12). P. 649–657.
9. Galloway T. Biomarkers in environmental and human health risk assessment // Marine Pollution Bull. 2006. Vol. 53 (10–12). P. 606–613.
10. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2001. 376 с.
11. Северин С. Е. Практикум по биохимии / под ред. С. Е. Северина, Г. А. Соловьевой. М.: Изд-во МГУ, 1989. 509 с.
12. ГОСТ 7686-35. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М., 1985.
13. Строев Е. А., Макарова В. Г. Практикум по биологической химии. М.: Изд-во МИА, 2012. 384 с.
14. Кондрахин И. П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: Справочник / под ред. И. П. Кондрахина. М.: КолосС, 2004. 520 с.
15. Самсонова М. В. Аланин- и аспартаминотрансферазы как индикаторы физиологического состояния рыб: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2002. 26 с.
16. Белов В. С., Федяев В. Е. Товарное рыбоводство в СССР (аналитический обзор за 1986–1990 гг.). М.: ВНИИПРХ, 1992. 78 с.
17. Орлов Ю. И. Живые осетры становятся объектами бизнеса? // Рыбное хозяйство. 1991. № 7. С. 29–31.

Статья поступила в редакцию 24.07.2016

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Оразова Салтанат Болатовна – Республика Казахстан, 050038, Алматы; Казахский национальный университет имени аль-Фараби; канд. биол. наук; и. о. доцента кафедры биотехнологии; Saltanat.Orazova@kaznu.kz.

Кайрат Бакытжан Кайратулы – Республика Казахстан, 050038, Алматы; Казахский национальный университет имени аль-Фараби; магистрант кафедры биофизики и биомедицины; Kairat_Bakytzhan@mail.ru.

Шалгимбаева Сауле Мухамбеткалиевна – Республика Казахстана, 050016, Алматы; Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; канд. биол. наук; зав. лабораторией ихтиопатологии; s.saule777@gmail.com.

Исбеков Куаныш Байболатович – Республика Казахстан, 050016, Алматы; Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; канд. биол. наук; генеральный директор; isbekov@mail.ru.

Джумаханова Гаухар Бактияровна – Республика Казахстана, 050016, Алматы; Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; старший лаборант лаборатории ихтиопатологии; gauhar_vip@mail.ru.

Сармолдаева Гафиза Руставиловна – Республика Казахстана, 050016, Алматы; Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства; старший лаборант лаборатории ихтиопатологии; gafiza_94@mail.ru.



*S. B. Orazova, B. K. Kairat, S. M. Shalgimbaeva, K. B. Isbekov,
G. B. Dzhumahanova, G. R. Sarmoldaeva*

COMPARATIVE BIOCHEMICAL ANALYSIS OF SOME JUVENILE SALMONIDS AT DIFFERENT REARING CONDITIONS

Abstract. The aim of the research is to study the effect of the composition of the various productional feed (feed, developed by employees of the Kazakh scientific research institute processing and food industries, and feed Aller Aqua, Denmark) and growing conditions (basin and cage technologies, lake-commodity production) on bio-chemical indicators of liver and muscle composition of salmon. To assess the degree of any physiological status change when growing on different feed receipts, a comparative analysis of biochemical parameters of rainbow trout fry (*Oncorhynchus mykiss*) and peled (*Coregonus peled*) was made. As a control, the samples taken at the beginning of the experiment were used. Biochemical studies were conducted every 15 days, within 30 days of growing. It was found that the activity of alanine aminotransferase in the microsomal fraction of rainbow trout liver was higher than that of aspartate aminotransferase in all versions of the experiment and the control, in peled – only when experimental feeding. Indicators of the content of malonic dialdehyde in rainbow trout liver with increasing periods of cultivation decreased, that indicates a decrease in antioxidant defense of the organism; for peled the use of experimental feed led to an increase in the content of malonic dialdehyde. It was revealed that juvenile of rainbow trout has the same biochemical indicators of muscle mass using both types of fish feed and basin, and cage rearing technologies. Type of feed used had no significant effect on the content of total protein, lipids and glycogen in the muscles of peled juveniles.

Key words: juveniles, salmon, rainbow trout, peled, microsomal fraction of liver, malonic dialdehyde, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, biochemical composition of spinal muscles.

REFERENCES

1. Matishov G. G., Ponomareva E. N., Luzhniak V. A. Aktual'nye zadachi vozrozhdeniia rybokhoziaistvennogo potentsiala iuzhnykh morei [Actual tasks of restoration of fishery potential in the Southern seas]. *Ekosistemnye issledovaniia Azovskogo, Chernogo, Kaspiiskogo morei i ikh poberezhii*. Apatity, Izd-vo KNTs RAN, 2007. Vol. IX. 315 p.
2. Matishov G. G., Matishov D. G., Ponomareva E. N., Luzhniak V. A., Chipinov V. G., Kovalenko M. V., Kazarnikova A. V. *Opyt vyrashchivaniia osetrovyykh ryb v usloviakh zamknutoi sistemy vodoobespecheniia dlia fermerskikh khoziaistv* [Experience of sturgeon breeding in conditions of closed water cycle system in the farms]. Rostov-on-Don, Izd-vo IuNTs RAN, 2006. 72 p.
3. Burlachenko I. V. *Aktual'nye voprosy bezopasnosti kombikormov v akvakul'ture ryb* [Actual issues on safety of feed in fish aquaculture]. Moscow, VNIRO, 2008. 183 p.
4. Mel'chenkov E. A. Nekotorye napravleniia sozdaniia zhivykh kollektzii osetrovyykh [Some directions of creation of alive sturgeon collections]. *Rybovodstvo*, 2006, no. 3–4, pp. 30–32.

5. Vasil'eva L. M., Ponomarev S. V., Sudakova N. V. *Tekhnologiia industrial'nogo vyrashchivaniia molodi i tovarnykh osetrovyykh ryb v usloviakh Nizhnego Povolzh'ia* [Technology of industrial rearing of juvenile and commodity sturgeon in conditions of Lower Volga]. Astrakhan, Volga Publ., 2000. 23 p.
6. Gamygin E. A. Problema kormov i kormoproizvodstva dlia ryb: sostoianie i zadachi [Problems of feed and feed production for fish: state and tasks]. *Trudy Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta prудovogo rybnogo khoziaistva*, 2001, iss. 77, vol. 1, pp. 81–82.
7. Gritsenko O. F., Kotliar A. N., Kotenev B. N. *Promyslovye ryby Rossii* [Commercial fishes in Russia]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2006. Vol. 1. 656 p.
8. Adams S. M. Assessing cause and effect of multiple stressors on marine system. *Marine Pollution Bulletin*, 2005, vol. 51 (8–12), pp. 649–657.
9. Galloway T. Biomarkers in environmental and human health risk assessment. *Marine Pollution Bull.* 2006, vol. 53 (10–12), pp. 606–613.
10. Antipova L. V., Glotova I. A., Rogov I. A. *Metody issledovaniia miasa i miasnykh produktov* [Methods of study of meat and meat products]. Moscow, Kolos Publ., 2001. 376 p.
11. Severin S. E. *Praktikum po biokhimii* [Practice in biochemistry]. Pod redaktsiei S. E. Severina, G. A. Solov'evoi. Moscow, Izd-vo MGU, 1989. 509 p.
12. *GOST 7686-35. Ryba, morskije mlekopitaiushchie, morskije bespozvonochnye i produkty ikh pererabotki. Metody analiza* [Fish, sea mammals, sea invertebrates and products of their processing. Methods of analysis]. Moscow, 1985.
13. Stroev E. A., Makarova V. G. *Praktikum po biologicheskoi khimii* [Practice in biological chemistry]. Moscow, Izd-vo MIA, 2012. 384 p.
14. Kondrakhin I. P. *Metody veterinarnoi klinicheskoi laboratornoi diagnostiki: Spravochnik* [Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics: Reference]. Pod redaktsiei I. P. Kondrakhina. Moscow, KolosS Publ., 2004. 520 p.
15. Samsonova M. V. *Alanin- i aspartataminotransferazy kak indikatorы fiziologicheskogo sostoianiia ryb*. Avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk [Alanine and aspartate aminotransferase as indicators of physiological fish state. Abstract of dis. cand. biol. sci.]. Moscow, 2002. 26 p.
16. Belov B. C., Fediaev V. E. *Tovarnoe rybovodstvo v SSSR (analiticheskii obzor za 1986–1990 gg.)* [Commodity fishery in the USSR (analytical review for the period 1986–1990)]. Moscow, VNIIPRKh, 1992. 78 p.
17. Orlov Iu. I. Zhivye osetry stanoviatsia ob'ektami biznesa? [Do alive sturgeons become business objects?]. *Rybnoe khoziaistvo*, 1991, no. 7, pp. 29–31.

The article submitted to the editors 24.07.2016

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Orazova Saltanat Bolatovna – Republic of Kazakhstan 050038, Almaty; Al-Farabi Kazakh National University; Candidate of Biology; deputy of Associate Professor of the Department of Biotechnology; Saltanat.Orazova@kaznu.kz.

Kairat Bakytzhan Kairatuly – Republic of Kazakhstan, 050038, Almaty; Al-Farabi Kazakh National University; student of the Magistracy of the Department of Biophysics and Biomedicine. Kairat_Bakytzhan@mail.ru.

Shalgimbaeva Saule Mukhambetkaliyevna – Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty; Kazakh Scientific Research Institute of Fishery; Candidate of Biology; Head of the Laboratory of Ichthyopathology; s.saule777@gmail.com.

Isbekov Kuanysh Baibolatovich – Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty; Kazakh Research Institute of Fishery; Candidate of Biology; General Director; isbekov@mail.ru.

Dzhumahanova Gauhar Baktiyarovna – Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty; Kazakh Research Institute of Fishery; Senior Researcher of the Laboratory of Ichthyopathology; gauhar_vip@mail.ru.

Sarmoldayeva Gafiza Rustavilovna – Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty; Kazakh Research Institute of Fishery; Senior Researcher of the Laboratory of Ichthyopathology; gafiza_94@mail.ru.

