

УДК 577.115.3: 597.552.511:639.07:591.3

СОСТАВ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ОБЩИХ ЛИПИДОВ У ПЕСТРЯТОК И СМОЛТОВ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ *SALMO SALAR* L., ВЫРАЩЕННЫХ В АКВАКУЛЬТУРЕ ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ОСВЕЩЕНИЯ

© 2023 г. Д. С. Провоторов^{1,*}, С. А. Мурзина^{1,**}, В. П. Воронин¹,
А. Е. Курицын¹, академик РАН Н. Н. Немова¹

Поступило 25.08.2023 г.

После доработки 07.09.2023 г.

Принято к публикации 08.09.2023 г.

В рамках настоящего исследования поставлен эксперимент по введению постоянного искусственного освещения (24LD) в стандартную технологию выращивания молоди лососевых в условиях, характерных для южного региона (Республика Северная Осетия-Алания) и его влиянию на состав жирных кислот (ЖК) общих липидов в мышцах и печени у пестряток и смолтов атлантического лосося *Salmo salar* L. Установлено, что ЖК-спектр рыб характеризуется изменением ключевых ЖК-факторов, свидетельствующих о полноценном завершении смолтификации и готовности смолтов к новым условиям обитания: значительным увеличением содержания полиеновых ЖК (ПНЖК) за счет $(n-3)$ ПНЖК, а в них ЖК “морского” типа – $22:6(n-3)$, высокими значениями соотношений $(n-3)/(n-6)$ ПНЖК, $22:6(n-3)/18:3(n-3)$. Наиболее показательные изменения отмечены в мышцах, и для всех экспериментальных групп установлено, что снижение насыщенных ЖК (НЖК) и повышение общей ненасыщенности липидов происходит в первую очередь именно за счет ПНЖК, в то время как моноеновых ЖК снижается наряду с НЖК. Данные экспериментальных исследований липидного и жирнокислотного состава молоди лосося, а также более высокая доля смолтов в исследуемых группах рыб свидетельствуют о том, что наиболее успешно процесс смолтификационной перестройки происходил в группах с постоянным освещением и круглосуточным кормлением и естественным режимом освещения и кормления.

Ключевые слова: жирные кислоты, онтогенез, адаптация, свет, кормление, аквакультура

DOI: 10.31857/S2686738923700397, **EDN:** XPKZCR

ВВЕДЕНИЕ

Атлантический лосось (*Salmo salar*) – один из наиболее ценных объектов аквакультуры. Одним из значимых этапов его жизненного цикла является смолтификация, в ходе которой происходит комплекс морфофизиологических, биохимических и поведенческих модификаций организма молоди [1, 2], чем достигается смена среды обитания с пресной на морскую. Наступление смолтификации зависит от различных факторов, включая условия освещения. Известно, что изменение продолжительности периода освещения может

стимулировать процессы смолтификации, при этом необходимо использование так называемых “зимних” (коротких) режимов фотопериода – последовательное чередование режимов фотопериода “лето–зима–лето” с уменьшением продолжительности зимнего периода освещения (“зимнее окно”) [3–5].

Организм в процессе роста и развития способен накапливать и модифицировать жирные кислоты, и они сравнительно быстро реагируют на изменение условий среды, в том числе на световой режим. В рамках настоящего исследования поставлен эксперимент по введению постоянного искусственного освещения (24LD) в стандартную технологию выращивания молоди в условиях, характерных для южного региона (Республика Северная Осетия-Алания). Ранее [6, 7] было изучено изменение липидного статуса молоди (пестряток и смолтов) лосося при воздействии совокупного действия разных режимов фотопериода и кормления в летне-осенний период. Было пока-

¹Институт биологии – обособленное подразделение
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Федерального исследовательского
центра “Карельский научный центр Российской
академии наук”, Петрозаводск, Россия

*e-mail: klaydim1@mail.ru

**e-mail: murzina.svetlana@gmail.com

зано, что стимулирующий подготовку к смолтификации сеголеток атлантического лосося эффект в большей степени достигался при использовании круглосуточного освещения. Данная работа дополняет эти исследования сведениями по изменению жирнокислотного статуса у пестряток и смолтов лосося в процессе смолтификации при введении круглосуточного освещения и кормления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование влияния фотопериода на рост и развитие молоди атлантического лосося проводили на предприятии ООО “Остров аквакультура” (Республика Северная Осетия-Алания). Условия эксперимента и его особенности описаны в наших недавних публикациях [5, 6]. Кратко: для стимуляции эндогенных механизмов, влияющих на ростовые процессы, во все бассейны с сеголетками (после перехода на экзогенное питание) было установлено непрерывное освещение (24LD) с использованием светодиодных осветителей LED (36W, 6500K). В августе сеголеток средней массой 2.3 г пересадили в выростные лотки размером 4 × 1.2 м, объемом 2.5–2.7 м³, в количестве 4900 особей/лоток. С начала сентября сеголеток разделили на три группы по 2 лотка и стали содержать в следующих (экспериментальных) условиях: группа “24LD+КК” – режим освещения постоянный (24LD), кормление круглосуточное (КК); группа “ЕстLD+КД” – естественное освещение (ЕстLD), кормление проводится в светлое время суток (с 06:00 до 18:00 в сентябре, с 08:00 до 18:00 в октябре, с 08:00 до 17:00 в ноябре), через каждые два часа (КД); группа “24LD+КД” – режим освещения постоянный (24LD), кормление проводится только в светлое время суток как у рыб из опыта № 1 (КД).

С начала декабря подростую молодь, согласно экспериментальным группам, перенесли в круглые бассейны объемом 2.1 м³ (диаметром 2 м, высотой 1 м) в количестве в среднем 2800 на бассейн. С декабря по январь дополнительное освещение не применялось – упомянутое выше “зимнее окно”. Далее выращивание пестряток и смолтов проходило в условиях естественного освещения региона. Условия дневного освещения освещения: 5500 lx, в пасмурную погоду – 500 lx.

В эксперименте использовали коммерческий корм марки Scretting Nutra HP (Италия) фракция 1.8 (с ноября по февраль) и BioMag Эфико Альфа 790 (Дания) фракция 3 (с февраля по март), оба корма схожи по составу и пищевой ценности; расчет корма проводили согласно нормам возрастной группы и с учетом биомассы. Отход за период с декабря по март составил 26, 42 и 34% особей в группах 24LD+КК, ЕстLD+КД и 24LD+КД соответственно.

Общая средняя масса рыб (пестрятки вместе со смолтами) на 2 марта составила 59.44 ± 3.45 , 57.71 ± 5.22 , 53.88 ± 4.52 в группе 24LD+КК, группе ЕстLD+КД и группе 24LD+КД соответственно. Количество смолтов в исследуемых группах на день анализа (3 марта) составило: в группе “24LD+КК” – до 50%, “ЕстLD+КД” – 40%, “24LD+КД” – 25%. Для исследования отбирали пестряток и смолтов лосося в начале марта (отбор особей проводили из каждой группы, которые на этапе развития сеголеток подвергались дополнительному освещению).

Жирнокислотный состав общих липидов оценивали в мышцах и печени рыб индивидуально (у каждой особи) по содержанию отдельных жирных кислот и их соотношений с использованием метода газовой хроматографии [6].

Исследования выполнены на базе лаборатории экологической биохимии и с использованием оборудования Центра коллективного пользования ФИЦ “Карельский научный центр Российской академии наук”.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием языка программирования “R” (v. 3.6.1.) в среде разработки “RStudio” с применением дополнительных пакетов: “readxl” (v. 1.3.1), “tidyverse” (v. 1.3.0), “ggplot2” (v. 3.4.0) “pheatmap” (v. 1.0.12). Для описания количественного содержания индивидуальных липидных классов и суммарных семейств жирных кислот были рассчитаны параметры описательной статистики (среднее арифметическое и ошибка среднего арифметического) с группировкой по месяцам и типу экспериментального освещения. Отличия исследованных показателей между пестрятками и смолтами считались достоверными при $p \leq 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Жирнокислотный профиль мышц пестряток и смолтов атлантического лосося

В мышцах пестряток и смолтов доминировали полиненасыщенные ЖК (ПНЖК), количество которых у пестряток группы “24LD+КК” составило 43.24%, у рыб группы “ЕстLD+КД” – 35.07% и у группы “24LD+КД” – 38.12%, а у смолтов – 47.95, 46.02 и 49.08% соответственно. Превалирование суммарных ПНЖК проходило за счет ($n=3$) ПНЖК: у пестряток содержание этих кислот было в пределах 28.53–34.91%, у смолтов – 40.0–42.72%. Среди ($n=3$) ПНЖК высокое содержание было установлено для докозагексаеновой кислоты, ДГК (у пестряток – до 17.87% и у смолтов – до 30.85%). Показано, что содержание ДГК у смолтов всех экспериментальных вариантов по сравнению с пестрятками (достоверное для группы “ЕстLD+КД”) было выше. Достоверных отличий в ЖК профиле между экс-

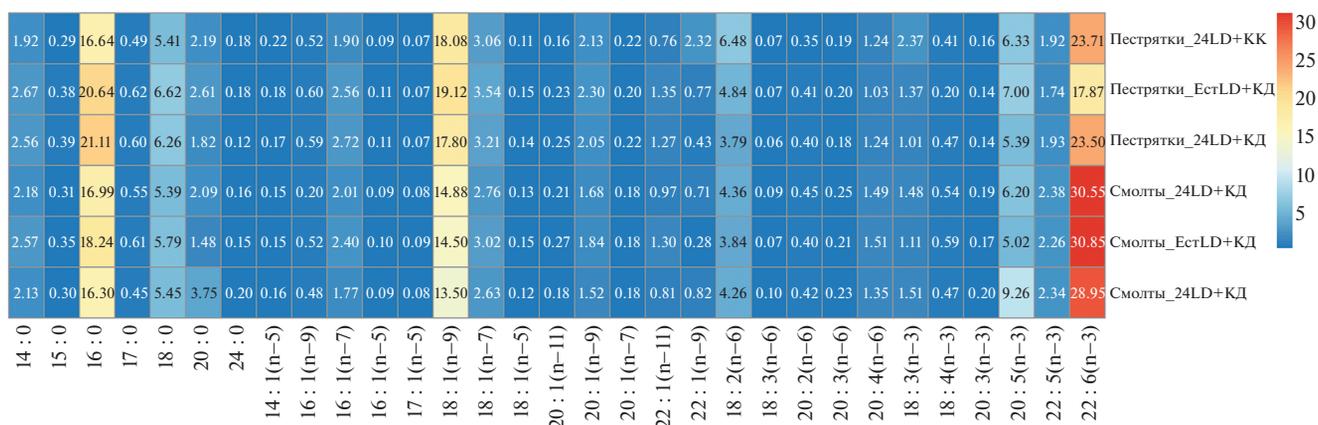


Рис. 1. Тепловая карта содержания отдельных жирных кислот (% суммы ЖК) в мышцах молоди атлантического лосося в трех исследованных экспериментальных вариантах в марте.

периментальными группами у пестряток и у смолтов не обнаружено.

Содержание ($n=6$) ПНЖК у исследуемой молоди (пестряток и смолтов) было значительно ниже и в пределах 5.67–8.33%, при этом у смолтов из всех экспериментальных групп не наблюдалось значимого тренда к изменению этих ЖК. Доминирующими по количеству кислотами являлись линолевая кислота 18:2($n=6$) (3.79–6.48%), которая у смолтов группы “ЕстLD+КД” достоверно снижалась по сравнению с пестрятками (до 3.84%), а также арахидоновая кислота 20:4($n=6$) (до 1.51%), содержание которой достоверно возрастает у смолтов этой же группы (до 1.51%). При этом отмечено, что соотношение 20:4($n=6$)/18:2($n=6$), которое указывает на соотношение продукта биосинтеза, полученного из предшественника в ходе последовательных реакций ($n=6$) ПНЖК, и эффективность конвертации 18:2($n=6$) → 20:4($n=6$) достоверно выше именно для смолтов группы “ЕстLD+КД”.

Содержание НЖК у исследуемых рыб было в пределах 27.12–33.74%, с доминированием пальмитиновой кислоты 16:0 (16.3–31.1%). Не установлено достоверных отличий содержания НЖК между экспериментальными группами пестряток и смолтов, однако показано, что у смолтов содержание НЖК меньше.

Содержание МНЖК у исследованной молоди (пестряток и смолтов) было в пределах от 22.33 до 31.19%, при этом установлен тренд к снижению этих ЖК у смолтов по сравнению с пестрятками для всех экспериментальных групп (достоверно только для рыб группы “24LD+КД”). Снижение количества МНЖК происходило за счет доминирующей олеиновой кислоты 18:1($n=9$), содержание которой у пестряток было в пределах 17.8–19.12%, в то время как у смолтов – 13.5–14.88%. Среди других МНЖК отмечено значимое содер-

жание 18:1($n=7$) (2.63–3.54%), 16:1($n=7$) (1.77–2.72%) и 20:1($n=9$) (1.52–2.3%).

Жирнокислотный профиль печени пестряток и смолтов атлантического лосося

В жирнокислотном профиле печени рыб (пестряток и смолтов) так же, как и в мышцах, доминировали ПНЖК (44.39–46.3%), при этом не выявлено значимых изменений и отличий между экспериментальными группами у пестряток и смолтов; самое высокое количество ($n=3$) ПНЖК (30.36–36.18%). Достоверная динамика выявлена только для смолтов группы “24LD+КД” (достоверное снижение от 34.58 до 30.36%). Не установлено достоверной динамики мажорной ДГК (22.3–27.73%) от пестряток к смолтам.

Содержание $n=6$ ПНЖК было в диапазоне от 10.12 до 14.03%, при этом у молоди группы “24LD+КД” выявлено достоверное их увеличение от пестряток к смолтам (от 10.91 до 14.04%). Доминирующая кислота – 18:2($n=6$) (5.42–8.39%), при этом в печени рыб этой же группы, ее значение достоверно возрастает с 6.22 до 8.39% от пестряток к смолтам.

Содержание МНЖК в печени пестряток и смолтов атлантического лосося было в пределах 24.88–32.95%, при этом выявлено достоверное увеличение таковых у смолтов в группе “24LD+КД”. Так же, как и в мышцах, преобладала 18:1($n=9$) (17.54–24.97%). Среди других кислот данного семейства можно отметить значимое содержание 18:1($n=7$), 20:1($n=9$), 16:1($n=7$) (рис. 2).

Содержание НЖК в печени пестряток и смолтов было в пределах от 22.66 до 28.82%. Выявлено достоверное снижение данного показателя у смолтов группы “24LD+КД” от 27.97 до 22.66%. Среди НЖК выявлено преобладание 16:0 (14.18–8.81%), при этом у смолтов группы “24LD+КД” содержание данной кислоты достоверно снижается.

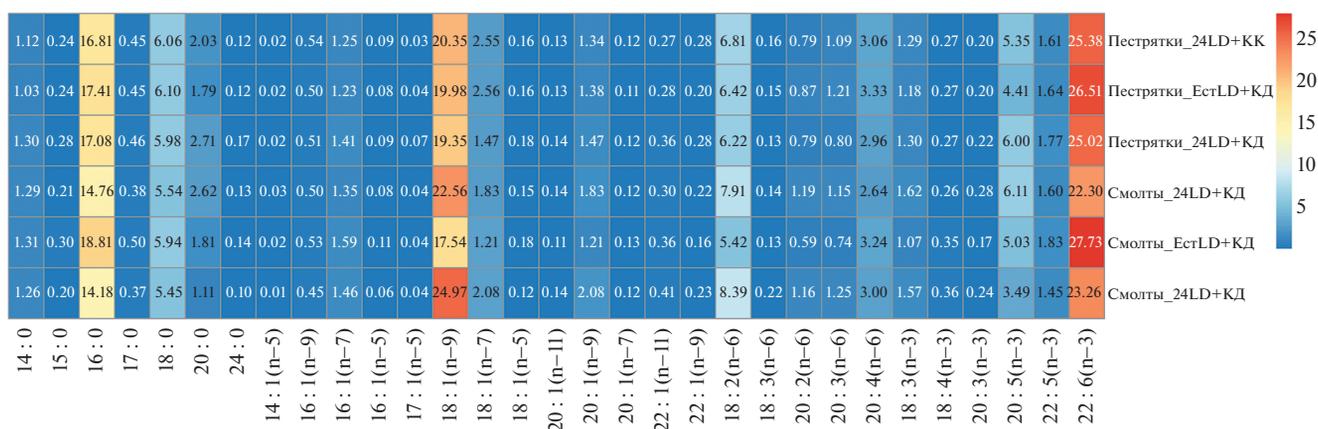


Рис. 2. Тепловая карта содержания и динамики отдельных жирных кислот (% суммы ЖК) в печени молоди атлантического лосося в трех исследованных экспериментальных вариантах в марте.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что в марте, после так называемого “зимнего окна” в мышцах и печени пестряток и смолтов лосося всех трех экспериментальных групп преобладают ПНЖК за счет ($n-3$) ПНЖК, которых относят к так называемому “морскому” типу. При этом в мышцах смолтов увеличивается содержание ДГК, что обычно связывают с повышением двигательной активности рыб, что характерно и для смолтов лосося.

Необходимо отметить, что повышение содержания ($n-3$) ПНЖК происходит на фоне снижения содержания МНЖК и НЖК в мышцах рыб всех экспериментальных групп. Эти данные, как это было показано ранее, указывают на трансформацию липидного метаболизма лосося при смолтификации. Отметим, что в первой части эксперимента [6] наиболее явный тренд к увеличению содержания ($n-3$) ПНЖК мы наблюдали именно у рыб группы “24LD+КК”, как и в целом наиболее четкие и устойчивые тренды к “подготовке” липидного метаболизма и его модификации с “пресноводного” типа на “морской”.

Показано небольшое содержание (1–2%) незаменимой 18:3($n-3$) как в мышцах, так и печени пестряток и смолтов. Известно [8], что низкое количество этой кислоты характерно для заводской молоди, которая питается высоко сбалансированными кормами с достаточным содержанием ДГК (“морское” сырье) лосося по сравнению с дикой, у которой происходит более интенсивное накопление данной кислоты. Недостаток незаменимой 18:3($n-3$) “компенсируется” повышенным содержанием ДГК, так как известно, что ДГК и ЭПК более интенсивно стимулируют рост мышц у рыб, по сравнению с 18:3($n-3$), и в целом обладают большей биологической ценностью [9–11]. Кроме того, это может быть связано со стимуляцией фотопериодом ферментативной системы конвертации $n-3$ кислот, в ходе которой 18:3($n-3$)

через ряд промежуточных продуктов превращается в ДГК, о чем упоминалось в нашей более ранней работе [6]. Следует отметить, что семейство ($n-6$) ПНЖК в количественном содержании значительно уступает $n-3$ ПНЖК, особенно в мышцах рыб группы “24LD+КК”. При этом необходимо отметить некоторое увеличение в мышцах смолтов содержания арахидоновой кислоты (20:4($n-6$)) по сравнению с первым этапом эксперимента (сеголетки) [6] во всех группах. Известно [8, 12], что у молоди лосося, выращиваемой в аквакультуре, происходит аккумуляция поступающей с пищей исходной кислоты данного семейства – 18:2($n-6$), а накопление 20:4($n-6$) затруднено по сравнению с дикой молодью. В печени пестряток содержание арахидоновой кислоты достигает порядка трех процентов, и у смолтов остается на том же уровне. Небольшое (по сравнению с дикой рыбой), но “уверенное” накопление арахидоновой кислоты может играть немаловажную роль в процессе приспособления к новым условиям обитания, поскольку она является предшественником ряда биологически активных веществ, таких как простагландины, тромбоксаны, лейкотриены, необходимых для полноценной адаптации организма рыб. Например, изменение количества простагландина F, одного из эндогормонов, регулирует поступление Ca^{2+} в клетку [13]. Вероятно, различие в экспериментальных режимах освещения не оказывает влияния на изменение содержания арахидоновой кислоты у молоди лосося.

В печени изменения основных классов жирных кислот имеет некоторые отличия (специфические) от таковых в мышцах. В печени смолтов также преобладают $n-3$ ПНЖК. При сравнении изменений ЖК общих липидов в печени рыб из групп “24LD+КК” и “ЕстLD+КД” не установлено достоверных изменений, что может указывать на функционирование органа в состоянии фи-

зиологической нормы и отсутствии реакции/влияния освещения и кормления на показатели в данном органе. Наибольшая по количеству ДГК характеризовалась отсутствием достоверных отличий как у пестряток, так и смолтов. При этом в печени у рыб из группы “24LD+КД” показаны достоверные изменения, не характерные для смолтификации: снижение содержания ($n-3$) ПНЖК, увеличение ($n-6$) ПНЖК и МНЖК. Отметим, что в нашей работе, описывающей изменения липидных классов у пестряток и смолтов (неопубликованные данные), в данной экспериментальной группе продемонстрировано существенное отличие от рыб двух других групп, что подтверждает долговременную перестройку липогенеза в печени вплоть до образования смолтов (март) на введенное круглосуточное освещение еще на стадии сеголетка.

Таким образом, использование круглосуточного освещения и режима кормления в технологическом цикле выращивания молоди лосося в условиях аквакультуры дает возможность получить жизнеспособных смолтов уже на первом году жизни, что подтверждается количественной оценкой липидного и жирнокислотного состава. Жирнокислотный спектр смолтов из эксперимента характеризуется изменением ключевых ЖК-факторов, свидетельствующих о полноценном завершении смолтификации и их готовности к новым условиям обитания: значительным увеличением содержания ПНЖК за счет ($n-3$) ПНЖК, а в них ЖК “морского” типа – 22:6($n-3$), высокими значениями соотношений ($n-3$)/($n-6$)ПНЖК, 18:3($n-3$)/18:2($n-6$), 22:6($n-3$)/18:3($n-3$). Наиболее показательные изменения отмечены в мышечной ткани, и для всех экспериментальных групп показано, что снижение НЖК и повышение общей ненасыщенности липидов происходит в первую очередь именно за счет ПНЖК, в то время как МНЖК снижается наряду с НЖК.

В целом данные экспериментальных исследований липидного и жирнокислотного состава молоди лосося, а также сведения с рыбоводного предприятия о доле смолтов в исследуемых группах свидетельствуют о том, что наиболее успешно процесс смолтификационной перестройки происходил в группах “24LD+КК” и “ЕстLD+КД”. Понимание механизмов, связанных с изменением жирнокислотного профиля в процессе смолтификации, позволяет оптимизировать условия выращивания лосося в аквакультуре.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа проведена при финансовой поддержке проекта Российского научного фонда № 19-14-00081-П “Влияние физических факторов на эффективность искусственного (заводского) воспроизводства молоди атлан-

тического лосося *Salmo salar*: физиолого-биохимическая и молекулярно-генетическая характеристика”.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы использования животных в экспериментах и условия ухода за ними были соблюдены.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stefansson S.O., Bjornsson B.Th., Ebbesson L.O.E., McCormick S.D. Smoltification // Fish Larval Physiology / Eds Finn R.N., Kapoor B.G. Enfield: Science Publishers, 2008. P. 639–681.
2. Bjornsson B.T., Stefansson S.O., McCormick S.D. Environmental endocrinology of salmon smoltification // Gen. Comp. Endocrinol. 2011. V. 170. P. 290–298.
3. Duston J., Saunders R.L. Advancing smolting to autumn in age 0+ Atlantic salmon by photoperiod, and long-term performance in sea water // Aquaculture. 1995. V. 135. № 4. P. 295–309.
4. Thrush M.N., Duncan N.L., Bromage N.R. The use of photoperiod in the production of out-of-season Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts // Aquaculture. 1999. V. 121. № 1–3. P. 29–44.
5. Шульгина Н.С., Чурова М.В., Немова Н.Н. Влияние фотопериода на рост и развитие лососевых *Salmonidae* северных широт // Журн. Общ. Биол. 2021. Т. 82. № 1. С. 68–80.
6. Мурзина С.А., Провоторов Д.С., Воронин В.П., Кузнецова М.В., Курицын А.Е., Немова Н.Н. Показатели липидного обмена у сеголеток атлантического лосося *Salmo salar*, в условиях аквакультуры в южном регионе РФ при разных режимах освещения и кормления // Известия РАН. Серия биологическая. 2023а. № 2. С. 134–148.
7. Мурзина С.А., Провоторов Д.С., Воронин В.П., Манойлова Д.И., Курицын А.Е., Пеккоева С.Н., Немова Н.Н. Фосфолипидный состав сеголеток атлантического лосося *Salmo salar* в процессе роста и развития в аквакультуре: влияние разных режимов освещения и кормления // Доклады российской академии наук. Науки о жизни. 2023б. Т. 509. С. 181–185.
8. Nefedova Z.A. et al. Comparative Characteristics of the Fatty-Acid Composition of Lipids in Factory and Wild Juveniles of Atlantic Salmon *Salmo salar* L. // Contemporary problems of ecology. 2020. V. 13. С. 156–161.
9. Takeuchi T., Watanabe T. Requirement of carp for essential fatty acids // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 1977. V. 43. P. 541–551.
10. Coutteau P., Geurden I., Camara M.R., Bergot P., Sorgeloos P. Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture // Aquaculture. 1997. V. 155. P. 149–164.

11. Tachtsis B., Camera D., Lacham-Kaplan O. Potential roles of n-3 PUFAs during skeletal muscle growth and regeneration // *Nutrients*. 2018. V. 10. № 3. С. 309.
12. Ackman R.G., Takeuchi T. Comparison of fatty acids and lipids of smolting hatchery-fed and wild Atlantic salmon *Salmo salar* // *Lipids*. 1986. V. 21. №. 2. С. 117–120.
13. Tocher D.R., Fonseca-Madrigal J., Bell J.G., Dick J.R., Henderson R.J., Sargent J.R. Effect of diets containing linseed oil on fatty acid desaturation and oxidation in hepatocytes and intestinal enterocytes in Atlantic salmon (*Salmo salar*) // *Fish Physiol. Biochem.* 2002. V. 26. P. 157–170.

COMPOSITION OF FATTY ACIDS OF THE TOTAL LIPIDS IN PARR AND SMOLTS OF ATLANTIC SALMON *SALMO SALAR* L. REARED UNDER DIFFERENT LIGHTING MODES IN AQUACULTURE

**D. S. Provotorov^{a,#}, S. A. Murzina^{a,##}, V. P. Voronin^a,
A. E. Kuritcyn^a, and Academician of the RAS N. N. Nemova^a**

^a*Institute of Biology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences,
Petrozavodsk, Russian Federation*

[#]*e-mail: klaydim1@mail.ru*

^{##}*e-mail: murzina.svetlana@gmail.com*

In the framework of this study, an experiment was carried out on the introduction of constant artificial lighting (24LD) into the standard technology for growing salmon juveniles under conditions of the southern region (Republic of North Ossetia-Alania) and its effect on the composition of fatty acids (FA) of total lipids in muscles and liver parr and smolts of the Atlantic salmon *Salmo salar* L. It has been established that the FA spectrum of fish is characterized by a change in the key FA factors, indicating the full completion of smoltification and the readiness of smolts for new habitat conditions: a significant increase in the content of polyene FAs (PUFAs) due to (n-3)PUFA, and in them FA of the “marine” type – 22:6(n-3), high values of the ratios (n-3)/(n-6)PUFA, 22:6(n-3)/18:3(n-3). The most significant changes were noticed in the muscles, and for all experimental groups it was found that a decrease in saturated fatty acids (SFA) and an increase in total lipid unsaturation occurs primarily due to PUFAs, while monoene FAs decrease along with SFAs. The data of experimental studies of the lipid and fatty acid composition of salmon youths, as well as a higher proportion of smolts in the studied groups of fish, indicate that the most successful process of smoltification restructuring occurred in groups with constant lighting and 24 hours feeding and a natural regime of lighting and feeding.

Keywords: fatty acids, ontogeny, adaptation, light, feeding, aquaculture