

УДК 597.553.2-153(470.21)

А. М. Николаев, М. Ю. Алексеев, И. В. Самохвалов,
А. Г. Легун, Н. В. Ильмаст, Е. Н. Распутина, Ю. А. Шустов

Распределение, питание и рост искусственно выращенной молоди семги (*Salmo salar* L.) после выпуска на участки рек с разными абиотическими условиями

В ходе исследований процесса искусственного воспроизводства атлантического лосося (семги) изучались интенсивность питания, распределение и рост выращенных годовиков семги, выпущенных в реки Мурманской области (Кола, Умба, Средняя и Акким) на выростные участки (ВУ) с различными гидрологическими характеристиками; наблюдение осуществлялось в течение 1–5 месяцев с момента выпуска. В естественной среде молодь в течение короткого времени распространялась вниз и вверх по течению независимо от температуры воды, глубины и скорости течения. На всех обследованных участках адаптируемые годовики предпочитали держаться на слабом течении около берега, укрываясь в камнях. Интенсивность их питания была высокой, но качественный состав пищи значительно отличался от питания дикой молоди. Выявленные особенности распределения и качественного состава питания у адаптируемых пестряток свидетельствуют о закреплении у них специфического поведения, выработанного в процессе длительного содержания в условиях рыбоводного завода. Темп роста годовиков линейно связан с фракционным составом грунта и степенью обрастания дна водной растительностью: рост тем интенсивней, чем крупнее выстилающие дно камни и больше обрастаний; установленные связи выражены уравнениями линейных регрессий. Зависимости интенсивности роста молоди от температуры среды, скорости течения и глубины участка обнаружены не были. Результаты исследований могут служить основой объективных научных рекомендаций в части планирования мест и объемов выпуска в реки годовиков атлантического лосося рыбоводными заводами Мурманской области.

Ключевые слова: адаптация, атлантический лосось, искусственное воспроизводство, питание, распределение, рост.

Введение

Как показали результаты многолетних наблюдений, низкая выживаемость молоди семги, выращенной в условиях рыбоводных предприятий Мурманской области, после выпуска ее в естественные условия зависит от ряда причин: существенные физиологические отклонения, связанные с неудовлетворительными условиями содержания [1; 2 и др.]; патологии преимущественно алиментарного характера, приобретенные в процессе выращивания [3]; выработанное в условиях завода неадекватное речным условиям поведение [4; 5]; воздействие хищников; неправильный выбор мест и сроков выпуска [6; 7 и др.].

В настоящее время благодаря выпуску молоди в раннем возрасте (годовики вместо трехлеток) и переходу на качественные корма удалось добиться значительного улучшения физиологического состояния молоди [5]. Выпуск весной под лед существенно уменьшает массовую гибель молоди от хищников, неактивных в данное время. Низкий уровень воды до весеннего паводка дает молоди возможность закрепиться на индивидуальных участках.

Проблема этим не исчерпывается, и для понимания причин повышенной смертности заводской молоди после ее выпуска большое значение имеет исследование существенных факторов среды, с воздействием которых сталкивается привыкшая к заводским условиям содержания молодь лосося.

При выборе выростных участков для расселения рыбоводной продукции учитывается состояние естественного воспроизводства. К зарыблению рекомендуются те участки, на которых в результате маршрутной съемки в летний сезон обнаружены низкие или нулевые плотности расселения молоди семги естественного происхождения. С учетом недостаточно развитой инфраструктуры на практике выбор мест и объемов выпуска заводских годовиков семги зачастую диктуется наличием подъездных путей к этим участкам, необходимых для автотранспорта или снегоходов.

Для формирования объективных научных критериев, предъявляемых к местам выпуска молоди атлантического лосося, были осуществлены исследования с целью изучения воздействия абиотических факторов на адаптируемых годовиков. К этим факторам относится совокупность гидрологических характеристик выростных участков.

В процессе анализа успешности адаптации молоди к жизни на участках рек с разнообразными характеристиками были использованы показатели питания (количественные и качественные), темпов роста и распределения на выростных участках.

Материалы и методы

Материалом для работы служила молодь атлантического лосося (семги), выращенная в условиях рыбоводных заводов до возраста годовика (1.) и выпущенная в реку Умба бассейна Белого моря и реки Кола, Средняя и Акким (приток реки Тулома) бассейна Баренцева моря на нерестово-выростные участки

(НВУ) в середине апреля – начале июня в 2013–2015 гг. В реках Кола и Умба существуют естественные популяции атлантического лосося, состояние воспроизводства которых оценивается как напряженное; в этой связи осуществляются ежегодные выпуски заводской молоди. В реках Средняя и Акким зарыбляемые НВУ недоступны для естественных популяций семги по разным причинам. Выпуск искусственно выращенных годовиков на эти участки производится в рамках компенсационных мероприятий.

Контрольный облов рыб и сбор материала выполнялся через 1–5 месяцев в августе – сентябре в ходе маршрутной съемки с помощью специализированного электроловильного аппарата в разных биотопах в основном течении рек и в притоках (рис. 1). Молодь заводского происхождения идентифицировалась по отсутствию жирового плавника, ампутация которого является способом мечения молоди и осуществляется на всех рыболовных предприятиях Мурманской области за 4–5 месяцев до ее выпуска. Оценивалось качество НВУ, различающихся по своим гидрологическим характеристикам (скорости течения, глубине, фракционному составу грунта), с помощью шкалы, предложенной для оценки грунта на НВУ [8]: П – песок (до 2,5 мм); ГМ – галька мелкая (2,5–5,0 мм); ГС – галька средняя (5–10 мм); ГК – галька крупная (10–25 мм); ВМ, ВС, ВК – валун мелкий (25–50 мм), средний (50–100 мм) и крупный (10–50 см); Г – глыбы. Грунт различных фракций группировался с присвоением баллов [9]. Наличие и степень обрастаний оценивали визуально и выражали в баллах: 0 – отсутствие обрастаний; 1 – единичные обрастания; 2 и 3 – слабая и средняя степень; 4 и 5 – сильное и сплошное обрастание, покрывающее 100 % дна. Использовались усредненные месячные данные по температурам воды в реках за период между выпуском молоди и временем ее поимки.

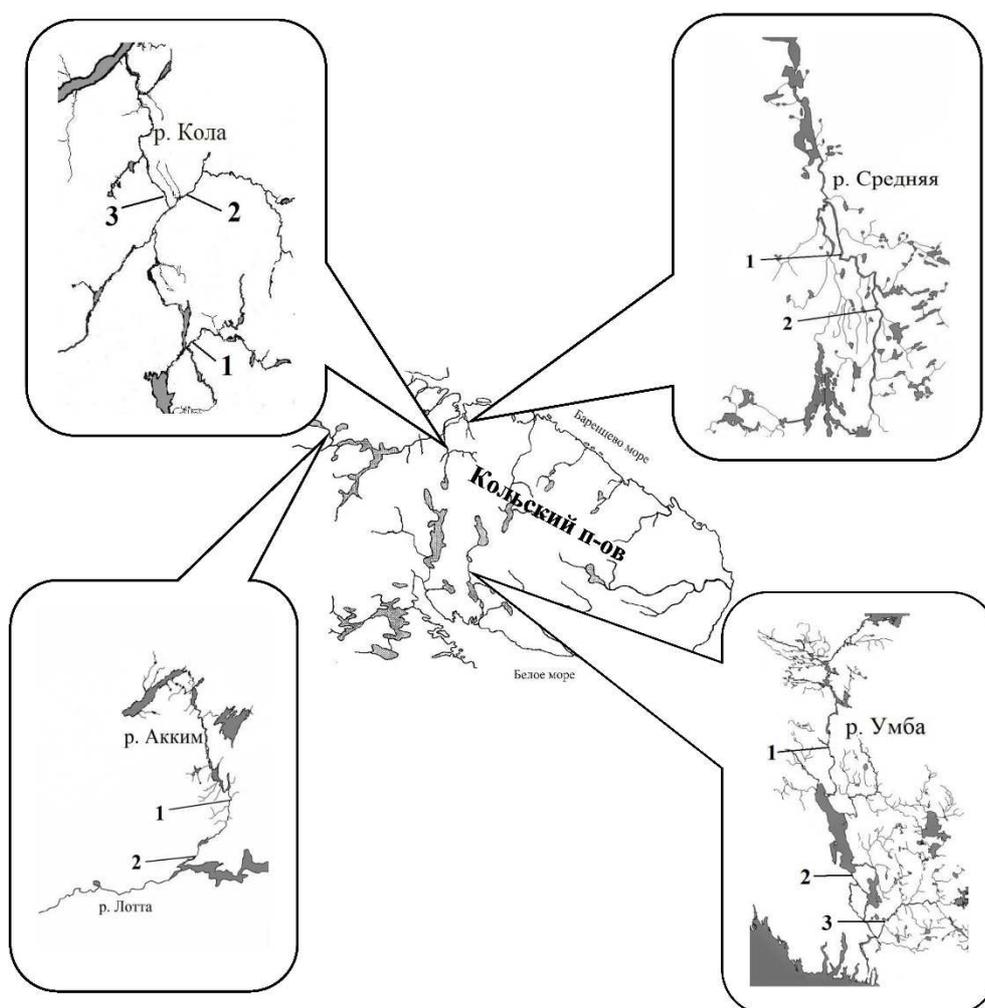


Рис. 1. Схема расположения станций сбора материала на реках Умба, Кола, Средняя, Акким (с обозначением их номеров)
Fig. 1. The location map of sampling stations in the Rivers Uмба, Kola, Srednyaya and Akkim (with the indicated numbers)

Расчет плотности расселения молоди осуществляли методом удаления [10]; пойманную рыбу немедленно фиксировали 70%-м этанолом.

Одновременно производили отбор проб дрефта стандартной ловушкой (площадь рамки 0,5×0,2 м; мешок из капроновой сетки № 19); время экспозиции составляло 30 минут. Пробы дрефта также фиксировали 70%-м этанолом. При обработке материала использовали количественно-весовую методику [11]. Содержимое желудков взвешивали на торсионных весах для определения индекса наполнения желудка (ИНЖ). Организмы из желудков разбирали по группам и просчитывали. Определение беспозвоночных проводили с использованием стандартных методик [12]. Индексы пищевого сходства (СП) определяли по методике А. А. Шорыгина [13].

Обработку ихтиологических материалов проводили по стандартной методике [14].

Удельную скорость роста C вычисляли по формуле

$$C = \frac{l_n - l_0}{l_{av}},$$

где l_n – размер рыбы в конечный момент времени; l_0 – размер рыбы в начальный момент времени; l_{av} – средняя длина рыб за рассматриваемый промежуток времени [15]. В качестве временного интервала принимался 1 месяц.

Результаты и обсуждение

Описание выростных участков. Выбор ВУ для исследования был продиктован существенными различиями их гидрологических характеристик (табл. 1).

Таблица 1. Гидрологические показатели обследованных выростных участков
Table 1. The hydrological characteristics of the examined nursery areas

Участок	Средняя глубина, м	Преобладающая скорость течения, м/с	Среднемесячная температура T , °С	Преобладающая фракция грунта	Размер грунта, балл	Степень обрастания, балл
Река Кола						
1. Приток Орловка	0,5	0,7	11,6	ВК	4	0
2. Приток Кица	1,0	0,5	11,6	ВС	3	0
3. Станция Лопарская	1,5	0,4	11,6	ВС	3	0
Река Умба						
1. Семиверстный порог	0,7	0,6	11,7	ВК	4	3
2. Протока Родвиньга	2,0	0,6	11,7	ГЛ	5	2
3. Приток Вяла	0,4	0,5	11,7	ВК	4	3
Река Средняя						
1. 21-й км	1,2	0,7	13,5	ВК	4	5
2. Мост	1,0	0,3	13,5	ВМ	2	1
Река Акким						
1. Мост	1,5	0,5	12,1	ВС	3	3
2. Устье	0,6	0,2	12,1	ВК	4	5

В районе р. Кола исследовались участки, расположенные в притоках Орловка, Кица и в основном русле реки (станция Лопарская). Данные ВУ имеют различные глубины и скорости течения, но также и сходную черту – здесь практически отсутствует водная растительность. ВУ на р. Орловка имеет глубину 0,2–0,7 м и каменистое дно, загроможденное крупными валунами в несколько слоев; скорость течения в межень до 0,8 м/с, в паводок несколько выше. Дно р. Кица преимущественно гравийно-галечниковое с отдельными крупными валунами, в летнюю межень значительно выступающими из воды; скорость течения на стрелевых участках достигает 1,0 м/с, а в прибрежной зоне не превышает 0,4 м/с. Выростной участок в основном русле р. Кола близ станции Лопарская является наиболее широким и протяженным; в период летней межени на значительной прибрежной акватории отмечаются глубина 0,3–0,4 м и скорость течения 0,3–0,5 м/с. Это создает оптимальные условия для распределения молоди лосося.

Самый протяженный участок выпуска в р. Умба расположен в среднем течении реки в Семиверстном пороге, где средняя скорость течения около 0,6 м/с и глубина 0,3–1,5 м. Грунты представлены крупным и средним валуном с примесью гальки; обрастания на стрелке отсутствуют, в прибрежной зоне они довольно развиты и представлены зелеными и диатомовыми водорослями. В протоке Родвиньга участки для выпуска заводской молоди расположены в 500 м ниже истока этой реки из Канозера. Максимальная скорость течения здесь составляет не более 1,0 м/с, а глубина – до 3 м. Грунт состоит преимущественно

из крупной гальки, мелкого и среднего валуна. Обрастания слабые на стрежневой части, но развиты в прибрежной мелководной зоне. В притоке Вяла рыбу выпускают в протяженные порожистые участки, расположенные в нижней трети реки. Дно состоит из мелкого и среднего валуна с примесью гальки; средняя глубина 0,4 м; скорость течения до 1,0 м/с. Обрастания из мха рода *Fontinalis* покрывают до 70 % поверхности дна.

В р. Средняя первый ВУ расположен на 21 км от устья в верхней части порога. Субстрат здесь представлен валунно-галечными фракциями с преобладанием мелкого валуна. Обрастания из фонтиналиса покрывают практически 100 % поверхности дна. Скорость течения значительно варьирует (от 0,3 м/с в прибрежной части до 1,1 м/с на стрежне). Выростной участок, находящийся у моста пересекающей реку автодороги, представляет собой короткий пережат длиной около 100 м. Субстрат состоит преимущественно из песка и мелкого галечника. Обрастания в виде нитчатых водорослей покрывают около 10 % площади дна. Скорость течения варьирует от 0,1 м/с в прибрежной части до 0,5 м/с на стрежне.

В р. Акким молодь выпускали в порожистый участок в районе автодорожного моста. Этот участок характеризовался большой глубиной (до 2,5 м), умеренным течением и высокой степенью обрастания грунта, состоящего из мелкого и среднего валуна. Молодь распространилась на 5 км вниз по течению вплоть до устья реки, где преобладают небольшие глубины и скорость течения, грунт состоит из крупных фракций, а различные обрастания покрывают 100 % дна.

Среднемесячная температура воды в реках составляла от 11,6 °С в р. Кола и ее притоках до 13,5 °С в р. Средняя, что укладывается в рамки обычного для изучаемых рек диапазона значений.

Гидрологические условия во многом определяют видовой состав населяющей тот или иной водоток фауны беспозвоночных – основу питания молоди семги. Согласно классификации литофильных сообществ макробентоса, предложенной М. В. Чертопрудом [16], биоценоз исследованных рек можно отнести к классам 3 и 4. Для таких водотоков характерны олигосапробные условия, слабое заиление дна, развитые обрастания из видов рода *Fontinalis* на камнях в сочетании с крупными размерами самих камней. В сообществе беспозвоночных преобладают фильтрующие ручейники и поденки, хирономид мало.

Распространение молоди по участку. Как правило, годовики семги выпускаются в мелководные полыньи у берега. Мальки сразу опускались на дно, распределялись в пространстве между крупными валунами в несколько слоев и ориентировались в разных направлениях. Спустя несколько минут часть рыб начинала проявлять активность, постепенно перемещаясь по направлению к стрежню. Спустя 10–15 минут после выпуска основная часть рыб отплывала от берега, ориентировалась против течения и начинала перемещаться вниз по реке, используя энергию потока. Через 20–25 минут вся молодь рассредоточивалась настолько, что ее нельзя было увидеть.

При выпуске в промоины на быстром течении пестрятки сразу подхватывались мощным потоком. Первые несколько секунд они были полностью дезориентированы, но очень скоро проявляли реореакцию, разворачиваясь головой против течения, и, активизируя локомоторную функцию, устремлялись ко дну, где пытались укрыться в пространствах между камнями. Примерно половина пестряток уходила в стороны от открытого участка под лед, в тень.

Уже через месяц при облове ряда участков рек Кола и Умба попадания молоди регистрировали в основном ниже по течению на всем протяжении ВУ, в том числе на противоположной от места выпуска стороне рек. Молодь распространялась и вверх по течению, но в меньшей степени. Плотность ее расселения была самой высокой непосредственно в месте выпуска (от 35 экз./100 м² в Орловке и Кице до 60 экз./100 м² в Вяле) и заметно снижалась по мере удаления от него. Большая часть пестряток была сосредоточена у берега, в местах с умеренным течением (0,15–0,3 м/с), укрываясь среди выступающих из воды прибрежных камней. В это время годовики распределялись мозаично, образуя группы из нескольких особей, что свидетельствует об отсутствии у них территориального поведения, характерного для дикой молоди семги [17].

Осенью, спустя 3–5 месяцев после выпуска, в исследуемых реках пестрятки были расселены агрегированно на всех обследованных ВУ, образуя плотность от 10 до 30 экз./100 м². Они по-прежнему занимали в основном прибрежную акваторию с невысокой скоростью течения и малыми глубинами, но встречались и на быстром течении ближе к стрежню (в относительно небольшом количестве). Речная молодь лосося, напротив, чаще присутствовала на быстром течении, и единично – у берега.

Динамика расселения молоди была одинаковой для всех без исключения наблюдаемых нами выпусков. Этот процесс в общих чертах представляет собой скорее не пассивный дрейф, а планомерное перемещение с использованием энергии потока и короткими остановками для поиска укрытия в грунте. Гидрологические характеристики выбираемых пестрятками участков соответствуют тем условиям, к которым молодь привыкла на рыбоводном заводе: небольшая глубина и относительно низкая скорость течения.

Питание молоди. Качественный состав питания заводских и речных пестряток на всех ВУ в р. Кола имеет существенные различия, но и та и другая молодь предпочитает личинок веснянок, поденок и ручейников (табл. 2). Несмотря на большую долю хирономид в дрефте, в питании пестряток эти организмы отсутствовали. Сходство питания естественной и заводской молоди более или менее выражено только на ВУ в районе станции Лопарская (СП-коэффициент равен 59 %).

Таблица 2. Показатели питания заводских и диких двухлеток семги и дрефта в р. Кола, %
Table 2. The feeding characteristics of farmed and wild two-years-old Atlantic salmon and drift in the River Kola, %

Группа организмов	Участок выпуска								
	Орловка			Кица			Лопарская		
	Заводские	Дикие	Дрифт	Заводские	Дикие	Дрифт	Заводские	Дикие	Дрифт
Хиროномиды	–	–	47	–	–	22	–	–	62
Веснянки	93	25	1	3	90	9	2	26	17
Поденки	5	16	16	96	4	65	–	47	14
Ручейники	–	59	1	–	5	–	95	27	3
Олигохеты	–	–	35	–	–	2	–	–	2
Моллюски	2	–	–	–	–	–	13	3	2
Прочие	–	–	–	–	–	2	–	–	–
Среднее значение ИНЖ, ‰, min – max	27 (4–41)	29 (12–59)	–	100 (37–176)	150 (60–238)	–	76 (33–138)	122 (14–207)	–
СП-коэффициент, %	33			31			59		

В р. Умба спектры питания заводской и речной молоди сильно различались на разных ВУ. Если в питании дикой молоди присутствовали 4–5 таксонов беспозвоночных, то пестрятки заводского происхождения употребляли в пищу представителей 5–9 таксономических групп. В основном пестрятки естественного происхождения отдают предпочтение личинкам ручейников и поденок, реже – личинкам симулиид. Определенной избирательности в кормлении у адаптируемых пестряток выявлено не было. Так, основу пищевого комка у заводских рыб на Семиверстном пороге составили моллюски, в протоке Родвинга – личинки ручейников, в Вяле – личинки веснянок, поденок и хируномид (табл. 3). СП-коэффициенты, оцениваемые на уровне отряда, во всех случаях оказались меньше 50 %.

Таблица 3. Показатели питания заводских и диких двухлеток семги и дрефта в р. Умба, %
Table 3. The feeding characteristics of farmed and wild two-years-old Atlantic salmon and drift in the River Umba, %

Группа организмов	Участок выпуска								
	Семиверстный порог			Протока Родвеньга			Приток Вяла		
	Заводские	Дикие	Дрифт	Заводские	Дикие	Дрифт	Заводские	Дикие	Дрифт
Хируномиды	–	–	–	–	–	–	17	–	37
Симулииды	–	76	34	8	–	15	7	–	10
Воздушная фракция	–	–	23	16	–	50	6	5	2
Веснянки	–	–	3	–	–	14	25	5	5
Поденки	2	7	18	3	15	9	27	23	21
Ручейники	26	17	18	56	69	9	8	67	14
Жуки	–	–	–	–	–	–	3	–	–
Моллюски	68	–	3	17	8	3	5	–	11
Прочие	4	–	–	–	8	–	2	–	–
Среднее значение ИНЖ, ‰, min – max	47 (20–93)	127 (22–173)	–	64 (0–159)	29 (0–163)	–	121 (37–157)	103 (22–193)	–
СП-коэффициент, %	37			44			35		

Наиболее разнообразный спектр питания наблюдался у молоди в реках Средняя и Акким (табл. 4). Например, в р. Акким в районе устья в пищевых комках молоди были обнаружены представители девяти таксономических групп беспозвоночных, а на участке около моста – восьми групп. СП-коэффициент был самым высоким – 75 %.

Индексы наполнения желудков у рыб на всех ВУ характеризовались широким хаотическим разбросом значений, достоверно не различаясь у естественной и заводской молоди (табл. 2–4). Анализ проб питания в ряде случаев может показать более высокий индекс наполнения желудка у естественной молоди, чем у заводской [18], либо наоборот [17]. В нашем случае сопоставление этого показателя с факторами среды не выявило тесных математических зависимостей, что было ожидаемо, поскольку интенсивность питания – величина непостоянная и зависит в большей степени от сезонной и суточной динамики дрефта, его плотности, различий в микросреде обитания и других факторов [19–21]. Воздействие низких температур проявлялось в первые недели адаптации: показатель ИНЖ заводских годовиков в это время на порядок ниже, чем у их

диких сверстников. Впоследствии интенсивность питания на фоне общей активности годовиков увеличивалась по мере роста температуры окружающей среды [17].

Таблица 4. Показатели питания заводских двухлеток семги и дрифта в реках Средняя и Акким, %
Table 4. The feeding characteristics of farmed two-years-old Atlantic salmon and drift in the Rivers Srednyaya and Akkim, %

Группа организмов	Река Средняя			Река Акким		
	Участок		Дрифт (у моста)	Участок		Дрифт (у моста)
	21-й км	Мост		Мост	Устье	
Хирономиды	4	52	58	35	4	64
Симулииды	–	–	2	1	4	5
Воздушная фракция	–	16	8	9	1	–
Веснянки	11	10	2	5	2	–
Поденки		3	21	32	11	6
Ручейники	83	13	9	14	67	8
Жуки	–	6	–	2	3	4
Моллюски	–	–	–	–	4	4
Олигохеты	–	–	–	2	4	8
Прочие	2	–	–	–	–	1
Среднее значение ИНЖ, ‰, min – max	131 (24–252)	54 (0–185)	–	87 (17–169)	78 (0–204)	–
СП-коэффициент, %	26		–	75		–

Следует отметить, что отлов молоди осуществлялся нами при температурах воды от минимальных значений (0,1 °С в апреле и 2,5 °С в сентябре) до максимальной температуры (15,5 °С в августе) со значительно различающимися гидрологическими показателями. Во всех случаях желудки молоди содержали те или иные пищевые организмы, что подтверждает мнение ряда специалистов об "универсальности" ювенильного лосося, способного успешно питаться в разных местах обитания (от небольших ручьев до крупных озер) и в различных условиях [20]. При необходимости молодь может совершать миграции на участки с лучшей кормовой базой, например, в небольшие притоки из основного русла [22].

Рост молоди. Коэффициент удельной скорости роста заводской молоди продемонстрировал значительную вариабельность. Если в р. Умба он был относительно стабилен, то в остальных реках темп роста пестряток на разных ВУ отличался в разы (табл. 5). Это наводит на мысль о наличии неких факторов, способных существенно модифицировать темп развития пестряток.

Таблица 5. Линейная удельная скорость роста C_m молоди семги
Table 5. The linear specific growth rate C_m of Atlantic salmon juveniles

Участок	Длина АС при выпуске, см	Длина АС при поимке, см	Период роста, мес.	Удельная скорость роста C_m
Река Кола				
1. Приток Орловка	7,9	10,4	5	5,5
2. Приток Кица	7,9	8,8	5	2,2
3. Станция Лопарская	7,9	8,5	5	1,5
Река Умба				
1. Семиверстный порог	7,4	9,7	4	6,5
2. Протока Родвиньга	7,4	9,7	4	6,7
3. Приток Вяла	7,4	9,6	4	6,7
Река Средняя				
1. 21-й км	7,8	11,9	4	12,3
2. Мост	7,8	8,0	4	2,6
Река Акким				
1. Мост	6,3	7,7	3	7,2
2. Устье	6,3	8,6	3	10,8

В отличие от вариабельного показателя индекса наполнения желудка, показатель роста молоди является наилучшим индикатором успешности ее адаптации к естественным условиям. В норме поведение молоди направлено на максимальное снижение потери энергии и максимальное потребление пищи [8]. Те заводские пестрятки, которые выработают нормальное пищевое поведение, к осени наберут бóльшие

длину и массу и получают больше шансов на выживание в зимний период. Следовательно, темп роста можно рассматривать в качестве интегрального показателя, зависящего как от обилия кормового ресурса, так и от способности пестрятки добыть его с минимальными энергетическими затратами.

Для выявления абиотических факторов, способствующих развитию молоди, было проведено простое попарное сопоставление удельной скорости роста с показателями скорости течения, глубины, температуры, типом грунта и степенью донных обрастаний. Последние два показателя выражены в баллах (табл. 1, 5). Количество сопоставляемых пар значений – 10. Скорость роста адаптируемых пестряток статистически не зависит от скорости течения ($R = 0,16$), глубины ($R = -0,01$) и температуры ($R = 0,10$), которые в исследуемых случаях укладывались в диапазон "норма" и не оказывали выраженного влияния. Обнаружены тесные положительные связи скорости роста с преобладающим размером грунта ($R = 0,70$) и степенью донных обрастаний ($R = 0,88$). Найденные связи выражены графически линейными регрессиями (рис. 2).

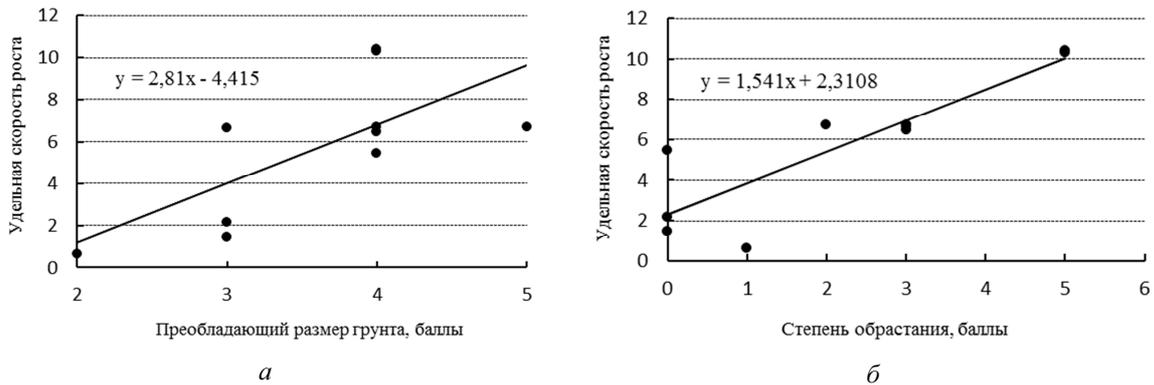


Рис. 2. Линейная аппроксимация связи удельной скорости роста адаптируемой молоди семги с размером грунта (*a*) и степенью донных обрастаний (*б*)

Fig. 2. The arcwise approximation of correlation between the specific growth rate of adapting Atlantic salmon juveniles and the fraction of gravel (*a*) and the level of bottom fouling (*b*)

Полученный результат, на наш взгляд, следует рассматривать как отражение приспособительной реакции заводских пестряток к незнакомым условиям среды обитания. Начиная с момента выпуска пестрятки пытаются найти привычную для себя гидрологическую нишу, что приводит к их расселению в прибрежной зоне участка рек со слабым течением. Одновременно, следуя инстинкту, молодь занимает индивидуальные участки, о чем свидетельствуют переход от стайного к агрегированному характеру распределения и расселение по всей протяженности ВУ. Отсутствие у заводской молоди навыка добывать пищу из потока приводит к существенному отличию от речных сверстников в качественном составе питания. Следовательно, наилучшее сочетание факторов обитания для адаптируемой молоди, обеспечивающее быстрое накопление вещества и энергии, – малая скорость течения, наличие укрытий и достаточное количество легкодоступного корма. Лучше всего этим требованиям соответствуют прибрежные участки порогов со слабым течением и валунным грунтом, покрытым мхом, который служит как дополнительным укрытием, так и благоприятным субстратом для беспозвоночных. Одно из функциональных свойств грунта – формирование условий распределения рыб посредством образования топогидравлических ниш, размер и число которых зависят от сочетания различных фракций [8]. Кроме того, каменистое дно является субстратом для литореофильных биоценозов, включающих амфибиотические организмы – излюбленный корм молоди лосося.

Неприспособленность к жизни в естественной среде является результатом морфологических, физиологических, экологических и поведенческих изменений, произошедших в период жизни в условиях рыбоводного завода [1; 23]. Проблема адаптации заводской молоди к речным условиям изучается давно. В частности, доказано, что содержание рыбы в информационно обогащенной среде и применение живого корма перед выпуском может значительно улучшить показатели выживаемости после выпуска выращенных рыб [4; 24 и др.]. К сожалению, успешные результаты лабораторных экспериментов очень сложно внедрить в биотехнику выращивания. Корректируя условия выпуска посадочного материала, в том числе выбирая более подходящие участки для адаптации молоди, можно добиться увеличения выживаемости адаптируемой молоди и промыслового возврата при искусственном воспроизводстве.

Закключение

Исследование воздействия абиотических факторов на распределение, питание и рост в реках годовиков атлантического лосося, выращенных в условиях рыбоводных предприятий Мурманской области, проведено нами впервые. Начиная с 2006 г. рыбоводные заводы Мурманской области перешли на выпуск молоди в возрасте годовика, пытаясь минимизировать заметные недостатки развития, наблюдаемые при выращивании молоди до трехлетнего возраста.

Установлено, что расселение заводской молоди по всему протяжению выростных участков завершается к окончанию вегетационного сезона. Пестрятки рассредоточиваются в основном в местах со слабым течением у берега, занимая индивидуальные участки. Качественный состав их питания значительно отличается от рациона дикой молоди; он неодинаков у пестряток, обитающих на разных участках. Количественный состав питания адаптируемой молоди не зависит от глубины, скорости течения и других абиотических факторов.

Темп линейного роста положительно связан с размером фракций грунта дна реки и степенью развития водных обрастаний: наивысший темп линейного роста молоди отмечен на участках, где имеются камни крупных размеров в сочетании с сильной степенью обрастания дна макрофитами.

В качестве практической рекомендации представляется возможным предложить оптимизировать процесс выпуска, подбирая участки для расселения рыболовной продукции не только исходя из оценок плотности речной молоди, но также учитывая структуру дна.

Библиографический список

1. Алексеев М. Ю., Донецков В. В., Зубченко А. В. Сравнительная характеристика физиологического состояния молоди семги (*Salmo salar* L.) естественного и искусственного происхождения в р. Умба // Вопросы ихтиологии. 2007. Т. 47, № 3. С. 399–405.
2. Алексеев М. Ю., Николаев А. М. Динамика физиологических показателей, поведение и питание молоди семги (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) в процессе адаптации к естественным условиям // Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования : материалы междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию ГосНИОРХ, СПб., 6–10 окт. 2014 г. СПб., 2014. С. 1160–1168.
3. Карасева Т. А. Проблемы здоровья рыб в аквакультуре Севера России (на примере Кольского полуострова) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2003. 22 с.
4. Orlov A. V., Gerasimov Yu. V., Lapshinc O. M. The feeding behaviour of cultured and wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the River Louvenga, Kola Peninsula, Russia // ICES Journal of Marine Science. 2006. V. 63, N 7. P. 1297–1303.
5. Николаев А. М., Алексеев М. Ю. Проблемы адаптации искусственно выращенной молоди семги к речным условиям при раннем выпуске // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов и пути их рационального использования : материалы докладов Всероссийской конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию Татарского отделения ГосНИОРХ, Казань, 24–29 окт. 2016 г. Казань, 2016. С. 774–780.
6. Шустов Ю. А. Экология молоди атлантического лосося. Петрозаводск : Карельский филиал АН СССР, 1983. 124 с.
7. Черницкий А. Г., Лоенко А. А. Биология заводской молоди семги после выпуска в реку. Апатиты : КНЦ АН СССР, 1990. 120 с.
8. Веселов А. Е., Калюжин С. М. Экология, распределение и поведение атлантического лосося. Петрозаводск : Карелия, 2001. 160 с.
9. Обзор методов оценки продукции лососевых рек / под ред. И. И. Студенова. Архангельск : ИЦ АГМА, 2000. 47 с.
10. Zippin C. The removal method of population estimation // Journal of Wildlife Management. 1958. V. 22, N 1. P. 82–90.
11. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М. : Наука, 1974. 254 с.
12. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР / под ред. Л. А. Кутиковой, Я. И. Старобогатова. Л. : Гидрометеиздат, 1977. 510 с.
13. Шорыгин А. А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. М. : Пищепромиздат, 1952. 267 с.
14. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М. : Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
15. Дгебуадзе Ю. Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. М. : Наука, 2001. 276 с.
16. Чертопруд М. В. Структурная изменчивость литореофильных сообществ макробентоса // Журнал общей биологии. 2007. Т. 68, № 6. С. 424–434.
17. Николаев А. М., Алексеев М. Ю. Динамика питания годовиков семги (*Salmo salar* L.), выращенных в искусственных условиях, после выпуска в приток реки Кола // Вестник МГТУ. 2016. Т. 19, № 1/2. С. 312–317.
18. Sosiak A. J., Randall R. G., McKenzie J. A. Feeding by hatchery-reared and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr in streams // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 1979. V. 36, N 11. P. 1408–1412.
19. Erkinaro J., Niemelä E. Growth differences between the Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, of nursery brooks and natal rivers in the River Teno watercourse in northern Finland // Environmental Biology of Fishes. 1995. V. 42, N 3. P. 277–287.

20. Johansen M., Erkinaro J., Amundsen P. A. The When, What and Where of freshwater feeding // Atlantic Salmon Ecology. 2011. N 4. P. 67–87.
21. Шустов Ю. А., Белякова Е. А. Питание молоди лососевых рыб в осенний период // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2012. № 2. С. 7–10.
22. Erkinaro H., Erkinaro J. Feeding of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr in the subarctic River Teno and three tributaries in northernmost Finland // Ecology of Freshwater Fish. 1998. V. 7, N 1. P. 13–24.
23. Jonsson B., Jonsson N. Cultured Atlantic salmon in nature: a review of their ecology and interaction with wild fish // ICES Journal of Marine Science. 2006. V. 63. P. 1162–1181.
24. Brown C., Davidson T., Laland K. Environmental enrichment and prior experience of live prey improve foraging behaviour in hatchery-reared Atlantic salmon // Journal of Fish Biology. 2003. V. 63, N 1. P. 187–196.

References

1. Alekseev M. Yu., Donetskov V. V., Zubchenko A. V. Srovnitel'naya harakteristika fiziologicheskogo sostoyaniya molodi semgi (*Salmo salar* L.) estestvennogo i iskusstvennogo proishozhdeniya v r. Umba [Comparative analysis of physiological state of wild and farmed Atlantic salmon parr (*Salmo salar* L.) in the River Umba] // Voprosy ihtiologii. 2007. V. 47, N 3. P. 399–405.
2. Alekseev M. Yu., Nikolaev A. M. Dinamika fiziologicheskikh pokazateley, povedenie i pitaniye molodi semgi (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) v protsesse adaptatsii k estestvennyim usloviyam [Dynamics of physiological parameters, behavior and feeding of juvenile salmon (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) during the adaptation to natural conditions] // Rybohozyaystvennyye vodoemy Rossii: fundamentalnye i prikladnyye issledovaniya : materialy mezhdunar. nauch. konf., posvyasch. 100-letiyu GosNIORH, SPb., 6–10 okt. 2014 g. SPb., 2014. P. 1160–1168.
3. Karaseva T. A. Problemy zdorovya ryb v akvakulture Severa Rossii (na primere Kolskogo poluostrova) [Health problems of farmed fish in the North of Russia (using the example of Kola Peninsula aquaculture)] : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Petrozavodsk, 2003. 22 p.
4. Orlov A. V., Gerasimov Yu. V., Lapshinc O. M. The feeding behaviour of cultured and wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the River Louvenga, Kola Peninsula, Russia // ICES Journal of Marine Science. 2006. V. 63, N 7. P. 1297–1303.
5. Nikolaev A. M., Alekseev M. Yu. Problemy adaptatsii iskusstvenno vyraschennoy molodi semgi k rechnym usloviyam pri rannem vypuske [Problems of adaptation of farm-raised Atlantic salmon juveniles to river conditions after an early release] // Sovremennoe sostoyanie bioresursov vnutrennih vodoemov i puti ih ratsionalnogo ispolzovaniya : materialy dokladov Vserossiyskoy konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyasch. 85-letiyu Tatarskogo otdeleniya GosNIORH, Kazan, 24–29 okt. 2016 g. Kazan, 2016. P. 774–780.
6. Shustov Yu. A. Ekologiya molodi atlanticheskogo lososya [Ecology of the Atlantic salmon parr]. Petrozavodsk : Karelskiy filial AN SSSR, 1983. 124 p.
7. Chernitskiy A. G., Loenko A. A. Biologiya zavodskoy molodi semgi posle vypuska v reku [Biology of the farmed juvenile salmon after release to a river]. Apatity : KNTs AN SSSR, 1990. 120 p.
8. Veselov A. E., Kalyuzhin S. M. Ekologiya, raspredelenie i povedenie atlanticheskogo lososya [Ecology, behavior and distribution of juvenile Atlantic salmon]. Petrozavodsk : Kareliya, 2001. 160 p.
9. Obzor metodov otsenki produktsii lososevykh rek [Review of methods used to assess production from salmon rivers] / pod red. I. I. Studenova. Arhangelsk : ITs AGMA, 2000. 47 p.
10. Zippin C. The removal method of population estimation // Journal of Wildlife Management. 1958. V. 22, N 1. P. 82–90.
11. Metodicheskoe posobie po izucheniyu pitaniya i pischevykh otnosheniy ryb v estestvennykh usloviyah [On study of feeding and food relations of fish in natural conditions]. M. : Nauka, 1974. 254 p.
12. Opredelitel presnovodnykh bespozvonochnykh evropeyskoy chasti SSSR [Identification guide of freshwater invertebrates of the European part of the USSR] / pod red. L. A. Kutikovoy, Ya. I. Starobogatova. L. : Gidrometeoizdat, 1977. 510 p.
13. Shorygin A. A. Pitaniye i pischevye vzaimootnosheniya ryb Kaspiyskogo moraya [Feeding and food relationships of fish in the Caspian Sea]. M. : Pischepromizdat, 1952. 267 p.
14. Pravdin I. F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh) [Study guide on fish species (primarily on freshwater fish)]. M. : Pischevaya promyshlennost, 1966. 376 p.
15. Dgebuadze Yu. Yu. Ekologicheskie zakonomernosti izmenchivosti rosta ryb [Ecological regularities of fish growth variability]. M. : Nauka, 2001. 276 p.
16. Chertoprud M. V. Strukturnaya izmenchivost litoreofilnykh soobschestv makrobentosa [Structural variability of litoreophil macrobenthic communities] // Zhurnal obschey biologii. 2007. V. 68, N 6. P. 424–434.
17. Nikolaev A. M., Alekseev M. Yu. Dinamika pitaniya godovikov semgi (*Salmo salar* L.), vyraschennykh v iskusstvennykh usloviyah, posle vypuska v pritok reki Kola [Feeding dynamics of one-year-old farm-raised Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) after release in the River Kola tributary] // Vestnik MGTU. 2016. V. 19, N 1/2. P. 312–317.

18. Sosiak A. J., Randall R. G., McKenzie J. A. Feeding by hatchery-reared and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr in streams // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 1979. V. 36, N 11. P. 1408–1412.
19. Erkinaro J., Niemelä E. Growth differences between the Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, of nursery brooks and natal rivers in the River Teno watercourse in northern Finland // Environmental Biology of Fishes. 1995. V. 42, N 3. P. 277–287.
20. Johansen M., Erkinaro J., Amundsen P. A. The When, What and Where of freshwater feeding // Atlantic Salmon Ecology. 2011. N 4. P. 67–87.
21. Shustov Yu. A., Belyakova E. A. Pitanie molodi lososevyh ryb v osenniy period [Feeding of juvenile salmonids in autumn season] // Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. 2012. N 2. P. 7–10.
22. Erkinaro H., Erkinaro J. Feeding of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr in the subarctic River Teno and three tributaries in northernmost Finland // Ecology of Freshwater Fish. 1998. V. 7, N 1. P. 13–24.
23. Jonsson B., Jonsson N. Cultured Atlantic salmon in nature: a review of their ecology and interaction with wild fish // ICES Journal of Marine Science. 2006. V. 63. P. 1162–1181.
24. Brown C., Davidson T., Laland K. Environmental enrichment and prior experience of live prey improve foraging behaviour in hatchery-reared Atlantic salmon // Journal of Fish Biology. 2003. V. 63, N 1. P. 187–196.

Сведения об авторах

Николаев Артем Моисеевич – ул. Академика Книповича, 6, г. Мурманск, Россия, 183038; Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО), мл. науч. сотрудник; e-mail: nikolaev@pinro.ru

Nikolaev A. M. – 6, Academician Knipovich Str., Murmansk, Russia, 183038; Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO), Junior Scientist; e-mail: nikolaev@pinro.ru

Алексеев Максим Юрьевич – ул. Академика Книповича, 6, г. Мурманск, Россия, 183038; Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО), канд. биол. наук, зам. зав. лабораторией; e-mail: mal@pinro.ru

Alekseev M. Yu. – 6, Academician Knipovich Str., Murmansk, Russia, 183038; Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO), Cand. of Biol. Sci., Deputy Head of Laboratory; e-mail: mal@pinro.ru

Самохвалов Игорь Валерьевич – ул. Академика Книповича, 6, г. Мурманск, Россия, 183038; Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича (ПИНРО), канд. биол. наук, науч. сотрудник; e-mail: igor_s@pinro.ru

Samokhvalov I. V. – 6, Academician Knipovich Str., Murmansk, Russia, 183038; Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO), Cand. of Biol. Sci., Scientist; e-mail: igor_s@pinro.ru

Легун Анна Григорьевна – ул. Красноармейская, 31, г. Петрозаводск, Россия, 185910; Петрозаводский государственный университет, аспирант; e-mail: osdel@rambler.ru

Legun A. G. – 31, Krasnoarmeyskaya Str., Petrozavodsk, Russia, 185910; Petrozavodsk State University, Ph.D. Student; e-mail: osdel@rambler.ru

Ильмаст Николай Викторович – ул. Пушкинская, 11, г. Петрозаводск, Россия, 185910; Институт биологии КарНЦ РАН, д-р биол. наук, зав. лабораторией; e-mail: ilmast@karelia.ru

Ilmast N. V. – 11, Pushkinskaya Str., Petrozavodsk, Russia, 185910; Institute of Biology of KarSC RAS, Dr of Biol. Sci., Head of Laboratory; e-mail: ilmast@karelia.ru

Распутина Елена Николаевна – ул. Пушкинская, 11, г. Петрозаводск, Россия, 185910; Институт биологии КарНЦ РАН, канд. биол. наук, науч. сотрудник; e-mail: rasputina-17@ya.ru

Rasputina E. N. – 11, Pushkinskaya Str., Petrozavodsk, Russia, 185910; Institute of Biology of KarSC RAS, Cand. of Biol. Sci., Scientist; e-mail: rasputina-17@ya.ru

Шустов Юрий Александрович – ул. Красноармейская, 31, г. Петрозаводск, Россия, 185910; Петрозаводский государственный университет, д-р биол. наук, профессор; e-mail: Shustov@petsru.ru

Shustov Yu. A. – 31, Krasnoarmeyskaya Str., Petrozavodsk, Russia, 185910; Petrozavodsk State University, Dr of Biol., Professor; e-mail: Shustov@petsru.ru

A. M. Nikolaev, M. Yu. Alekseev, I. V. Samokhvalov, A. G. Legun,
N. V. Il'mast, E. N. Rasputina, Yu. A. Shustov

**Distribution, feeding and growth of hatchery-reared Atlantic salmon
(*Salmo salar L.*) parr stocked into rivers with various abiotic conditions**

Within the research of efficiency of Atlantic salmon the artificial reproduction, feeding rate, distribution and growth of farm-raised one-year-old Atlantic salmon have been examined. The fish has been released into nursery areas with different hydrological characteristics located in the Rivers Kola, Umba, Srednyaya and Akkim in the Murmansk region. The observations have being conducted for 1–5 months since the moment of fish release. In natural habitat, juveniles rapidly distribute downstream and upstream regardless of water temperature, depth and current velocity. In all examined nursery areas adapting one-year-old juveniles prefer to stay at weak current sites close to the shore, hiding in the gravel. In all the cases farmed parr shows high feed rate, but qualitative composition of their food differs significantly from food composition of wild juveniles. Revealed peculiarities of adapting parr's distribution and qualitative food composition indicate the impact of long-term rearing at hatcheries on fish behavior. Growth rate of one-year-old juveniles is arcwise connected with fraction composition of gravel and the level of bottom fouling: the bigger bottom rocks are and the thicker the fouling is, the more intensive fish growth is. The revealed correlations have been described with equations of linear regression. Connections between juvenile growth and water temperature, current velocity and depth of the area have not been detected. The research outcomes could provide a basis for scientific advice for planning release sites and number of released one-year-old Atlantic salmon by hatcheries in the Murmansk region.

Key words: adaptation, Atlantic salmon, artificial reproduction, feeding, distribution, growth.