

УДК 597.553.2

Определение готовности к покатной миграции заводской и дикой молоди кижуча *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum, 1792)

Е.В. Шульгина, Б.П. Смирнов

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва)

E-mail: fleur-23@mail.ru

Проведена оценка готовности к покатной миграции заводских годовиков и дикой молоди кижуча в бассейне озера Большой Виллой (Западная Камчатка) с использованием различных методов. Сделано заключение, что показатели глюкозы, гемоглобина и гематокрита крови не подходят для оценки физиологической готовности молоди кижуча к покатной миграции. Солёностный тест также неадекватно отражает готовность молоди кижуча к переходу в морскую среду обитания. Если молодь выдерживает в течение суток солёность 40 промилле, имеет смысл уточнять физиологическое состояние молоди по динамике осмолярности крови после перевода в морскую воду солёностью 30 промилле. Изменение осмолярности крови при переводе в морскую воду достаточно чётко показывает степень смолтификации молоди кижуча. В период исследований у заводской молоди кижуча осмолярность крови значительно превышала пресноводный уровень после перевода в морскую воду солёностью 30 промилле. Следовательно, годовики кижуча ещё не достигли завершающих этапов смолтификации. Молодь дикого кижуча массой более 10 г являлась смолтом, осмолярность при переводе в морскую воду не превышала 340 мосм/л. После анализа нескольких методик по оценке степени смолтификации молоди кижуча можно сделать заключение, что в условиях заводского разведения оптимально использовать солёностный тест, при хорошей выживаемости молоди подтверждать готовность к покатной миграции по изменению осмолярности крови после пересадки в морскую воду солёностью 30 промилле.

Ключевые слова: покатная миграция, смолтификация, молодь кижуча *Oncorhynchus kisutch*, осмолярность крови, гематологические показатели.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных проблем, возникающих при искусственном воспроизводстве лососевых, является взаимоотношение между заводской и дикой молодью в пресноводный период жизни. Для того чтобы максимально нивелировать их конкурентные взаимоотношения, с лососевых рыбободных заводов необходимо выпускать молодь, готовую к покатной миграции, что исключит длительную задержку заводской моло-

ди в пресной воде и снизит возможное негативное влияние на молодь естественного происхождения.

В работах, посвящённых теме смолтификации лососевых, описано много критериев и методов по оценке степени смолтификации. Среди используемых методов можно упомянуть оценку динамики ряда гематологических показателей, активности Na^+ - K^+ -АТФазы, тиреоидных гормонов и т.д. у молоди в пресной воде

и после перевода в морскую воду различной солёности. Многие из указанных методов дорогостоящи, требуют специального оборудования, а получение результатов возможно только через определённый промежуток времени. Одним из наиболее простых методов оценки подготовленности молоди к морской миграции считается так называемый «солёностный тест», предложенный Кларком и Блэкбурном [Clarke, Blackburne, 1977]. Критерием готовности молоди к переходу в морскую воду является выживаемость более 50% особей после перевода молоди в 40‰-ю морскую воду. Кроме этого, широко используется оценка динамики осмолярности плазмы крови после перевода молоди лососевых в морскую воду солёностью 30 или 35‰.

Для внедрения в рыбоводный процесс необходимо выбрать наиболее быструю и простую методологию определения готовности молоди к покатной миграции. Готовность молоди лососевых к смене среды обитания важно точно определять ещё и в связи с тем, что для молоди многих видов лососевых (особенно с длительным пресноводным периодом жизни) характерно чёткое «окно смолтификации», т.е. период времени, когда молодь готова к переходу в морскую воду. Задержка в пресной воде дольше определённого срока приводит к потере способности адаптироваться к морской воде, и молодь задерживается в реке ещё на один год.

В нашей работе мы опробовали несколько методов определения готовности молоди кижуча к покатной миграции с целью выбора наиболее простых и адекватных для применения в условиях рыбоводных заводов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работы по экспресс-оценке готовности к переходу в морскую воду заводской и дикой молоди кижуча проводились на базе Вилуйского лососевого рыбоводного завода (ЛРЗ) в середине июня 2006 г. Для экспериментов было использовано 206 годовиков заводского кижуча и 38 экземпляров молоди дикого кижуча, выловленного в озере Большой Вилуй. Размеры молоди варьировались от 6,1 до 17,0 см (длина тела по Смитту). Для уточнения проис-

хождения молоди кижуча анализировалась структура отолигов.

Физиологическое состояние и готовность перехода молоди в морскую среду обитания тестировались по ряду критериев.

Для экспериментов использовалась искусственная сбалансированная морская соль, специально применяемая для приготовления искусственной воды для морских аквариумов. После растворения соли приготовленную морскую воду выдерживали с аэрацией в течение 24 ч.

При проведении солёностного теста молодь кижуча отсаживали в отдельные ёмкости с 40‰-й морской водой и в течение 24 ч ежедневно фиксировали смертность.

Также оценивалась динамика осмолярности крови после перевода молоди в морскую воду солёностью 30‰. Кровь для анализов брали сразу после отлова молоди из бассейнов или экспериментальных ёмкостей. Кровь брали из хвостовых сосудов после отсечения опасной бритвой хвостовой части чуть ниже жирового плавника. Для измерения осмолярности жидкостей тела использовался Варго-осмометр, работающий по принципу определения давления пара гигрометрическим методом. Контрольные измерения проводили через 12, 24, 48 и 72 ч после пересадки молоди в экспериментальные ёмкости.

Для оценки физиологического состояния и для рассмотрения возможности применения этих параметров в качестве дополнительных маркеров для определения готовности молоди к скату использовали показатели концентрации глюкозы и гемоглобина в крови и величину гематокрита после перевода молоди в морскую воду и пресную воду в качестве контроля. За норму принимались показатели у рыб в пресной воде.

Концентрация глюкозы в крови измерялась с помощью глюкометра SmartScan. Прибор позволяет провести анализ с использованием очень маленькой капли крови объёмом всего 2,5 мкл.

Гемоглобин измерялся гемиглобинцианидным методом. В пробирку с 5 мл трансформирующего раствора (использовали набор «Диатем Т» производства фирмы «Ренам» и дистиллированную воду) вносили 20 мкл крови,

набранной пипеткой Сали, тщательно перемешивали и выдерживали 30 мин. В результате весь гемоглобин преобразовывался в конечный продукт реакции — цианметгемоглобин, после чего содержимое пробирки переливали в оптическую кювету и фотометрировали на миниглобинометре «МиниГем 540».

Величину гематокрита рассчитывали после центрифугирования в центрифуге СМ-70 (5 мин, 7000 об./мин) крови в капилляре по соотношению длины, занимаемой в капилляре клетками красной крови, к общей длине, занимаемой всей кровью (в %).

Оценивали изменение массы тела рыб после пересадки в морскую воду и пересадки из пресной воды в пресную (контроль). После взвешивания молодь кижуча выдерживали в ёмкостях с разной солёностью (по 10 экз.), через сутки определяли процент потери массы тела [Григорьева, 2006].

Для определения достоверности отличий использовали критерий Стьюдента для нормальных распределений (t) и непараметрический критерий Манна Уитни (U) — непараметрический критерий, предназначенный для сравнения независимых выборок.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выживаемость годовиков кижуча массой более 10 г, выращенных на Вилюйском ЛРЗ, после перевода в морскую воду солёностью 40‰ составила 80%. Таким образом, по солёностному тесту данная молодь является смолтами, т.к. критерием готовности молоди к морской жизни является выживаемость более 50% особей после перевода молоди в 40‰-ю морскую воду [Clarke, Blackburne, 1977]. Молодь кижуча массой менее 10 г в воде солёностью 40‰ погибает в течение суток (рис. 1).

Эксперимент по изменению массы тела показал, что за сутки в 30‰-й морской воде заводской кижуч теряет 10,6% своей массы, в 40‰ — 11,3%, а в пресной — 3% (рис. 2), что, говорит о неготовности молоди к покатной миграции.

Проведённый трёхсуточный эксперимент в отдельных ёмкостях с пресной водой и морской водой солёностью 30‰ с контрольными точками 12, 24, 48 и 72 ч показал, что динамика показателей глюкозы, гематокрита и гемогло-

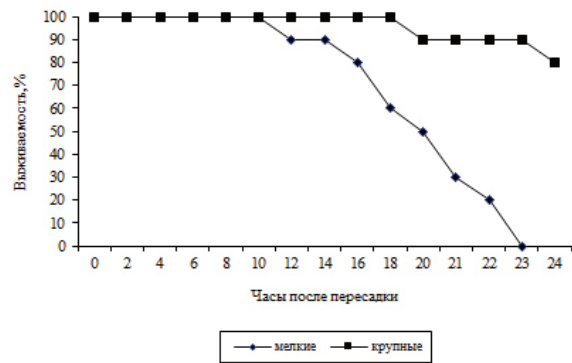


Рис. 1. Выживаемость заводской молоди кижуча в воде солёностью 40

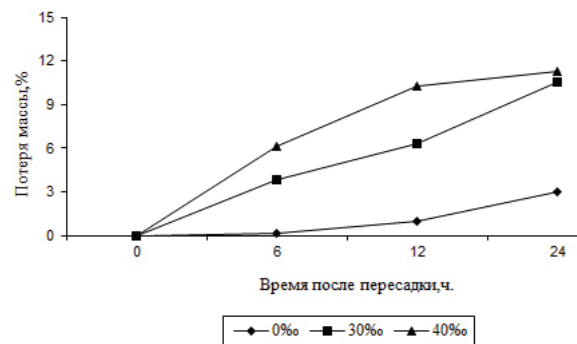


Рис. 2. Потеря массы тела у заводских годовиков кижуча в зависимости от солёности воды

бина у кижуча в пресной и морской воде достоверно не отличается (табл. 1). У кижуча, отсаженного в отдельные ёмкости с пресной водой, осмолярность крови в течение эксперимента постоянно снижается, через 72 ч разница с исходным уровнем составила 7,1%, отличия достоверны; возможно, снижение осмолярности крови связано с голоданием [Смирнов и др., 1993]. У экспериментального кижуча, отсаженного в солёную воду, осмолярность крови заметно увеличивается, причём у «мелких» особей (средняя масса 8,0 г) отмечен постоянный рост показателя, что говорит о невозможности регуляции ионного гомеостаза у этой группы рыб. У «крупных» (средняя масса 17,0 г) экземпляров отмечается скачок осмолярности через 12 ч с последующим постепенным снижением до 360 мосм/л, т.е. работают механизмы поддержания состояния внутренней среды организма в морской воде. У «истинных» смолтов осмолярность крови должна восстанавливаться до исходного уровня через 24 ч после пе-

Таблица 1. Динамика показателей крови заводских годовиков кижуча при пересадке в пресную и морскую воду (трёхсуточный эксперимент)

Длина по Смитту, см	Масса, г	Глюкоза, ммоль/л	Гематокрит, %	Гемоглобин, г/л	Осмолярность крови, мосм/л
В пресной воде (ПВ)					
<u>10,4±0,4 (10)</u> 8–11,7	<u>12,6±1,4 (10)</u> 5,3–18,3	<u>5,2±0,3 (10)</u> 4,1–7,0	<u>45,3±2 (10)</u> 35,3–57,8	<u>59,4±1,9</u> (10) 51–73	<u>320,8±2,6</u> (10) 313–334
12 ч в ПВ					
<u>11,0±0,4 (5)</u> 9,9–12,0	<u>13,8±1,6 (5)</u> 9,9–18,93	<u>7,5±1,0 (5)</u> 4,7–10,7	<u>36,5±1,8 (5)</u> 30,8–40,3	<u>56,8±2,8 (4)</u> 51–64	<u>313,0±1,8 (10)</u> 307–317
12 ч в 30‰-й морской воде («мелкие»)					
<u>9,06±0,3 (5)</u> 8,5–10,0	<u>7,9±0,7 (5)</u> 6,4–10,8	<u>5,1±0,6 (5)</u> 4,0–6,9	<u>47,9±1,5 (4)</u> 44,7–51,4	<u>59,8±6,3 (5)</u> 44–75	<u>352,2±8,2 (5)</u> 326–370
12 ч в 30‰-й морской воде («крупные»)					
<u>11,4±0,4 (5)</u> 10,3–12,3	<u>16,4±1,4 (5)</u> 12,5–19,9	<u>6,5±1,0 (5)</u> 3,3–8,8	<u>30,0±0,8 (4)</u> 28,0–32,0	<u>53,2±2,0 (5)</u> 47–59	<u>402,6±19,0 (5)</u> 355–449
24 ч в ПВ					
<u>9,8±0,3 (5)</u> 9,5–10,7	<u>10,0±1,0 (5)</u> 7,4–13,3	<u>5,6±1,6 (5)</u> 2,6–11,6	<u>42,9±1,1 (4)</u> 40,0–45,5	<u>66,6±2,0 (5)</u> 63–74	<u>308,0±2,2 (5)</u> 301–314
24 ч в 30‰-й морской воде («мелкие»)					
<u>9,1±0,2 (5)</u> 8,5–9,5	<u>7,9±0,6 (5)</u> 6,0–9,2	<u>5,0±0,7 (5)</u> 3,2–7,4	<u>44,8±4,2 (4)</u> 33,3–52,2	<u>67,2±2,2 (5)</u> 59–71	<u>363,0±14,4 (5)</u> 338–402
24 ч в 30‰-й морской воде («крупные»)					
<u>11,4±0,5 (5)</u> 10,0–12,8	<u>16,1±2,2 (5)</u> 1,4–16,4	<u>5,0±0,4 (5)</u> 4,2–6,7	<u>40,7±3,4 (5)</u> 32,1–52,1	<u>60,8±2,9 (5)</u> 56–72	<u>377,6±15,0 (5)</u> 335–411
48 ч в ПВ					
<u>10,3±0,5 (5)</u> 9,4–12,3	<u>11,5±1,9 (5)</u> 7,7–18,6	<u>6,3±0,4 (5)</u> 4,9–6,9	<u>37,6±2,7 (3)</u> 30,8–42,4	<u>60,4±1,0 (5)</u> 57–63	<u>309,2±4,3 (5)</u> 295–318
48 ч в 30‰-й морской воде («мелкие»)					
<u>9,5±0,3 (5)</u> 8,5–10,1	<u>8,6±1,1 (5)</u> 5,5–11,5	<u>5,3±1,0 (5)</u> 2,1–7,1	<u>43,2±2,6 (5)</u> 36,4–50,0	<u>69,2±3,6 (5)</u> 60–80	<u>402±23,3 (5)</u> 368–493
48 ч в 30‰-й морской воде («крупные»)					
<u>12,3±0,6 (3)</u> 11,1–13,3	<u>21,3±2,9 (3)</u> 15,6–25,0	<u>6,3±1,2 (3)</u> 4,0–8,0	46,7 (1)	<u>67,3±4,8 (3)</u> 58–74	<u>357,3±09,1 (3)</u> 325–391
72 ч в ПВ					
<u>10,6±0,5 (7)</u> 9,0–12,6	<u>12,6±0,5 (7)</u> 9,0–20,4	<u>6,2±1,4 (5)</u> 3,3–11,1	39,5 (1)	<u>64,3±1,7 (7)</u> 58–71	<u>298,0±5,1 (7)</u> 276–314
72 ч в 30‰-й морской воде («мелкие»)					
<u>9,0±0,4 (5)</u> 7,9–10,3	<u>7,7±1,0 (5)</u> 5,3–10,8	<u>11,1±1,4 (5)</u> 7,8–13,8	<u>38,5±1,6 (4)</u> 33,3–41,4	<u>68,4±1,5 (5)</u> 63–72	<u>417,4±17,4 (4)</u> 377–473
72 ч в 30‰-й морской воде («крупные»)					
<u>11,6±0,2 (4)</u> 11,0–11,9	<u>15,4±1,1 (4)</u> 13,1–17,6	<u>8,9±2,1 (4)</u> 5,1–14,7	39,0 (1)	<u>64,8±4,8 (4)</u> 52–73	<u>360,0±9,1 (3)</u> 339–371

Примечание. Под чертой — минимальное и максимальное значения; в скобках — количество экземпляров.

Таблица 2. Динамика показателей крови заводских годовиков кижуча при пересадке в пресную и морскую воду (суточный эксперимент)

Длина по Смитту, см	Масса, г	Глюкоза, ммоль/л	Гематокрит, %	Гемоглобин, г/л	Осмолярность крови, мосм/л
Через 12 ч в 30‰-й морской воде 11.06.2006					
<u>8,3±0,4 (5)</u> 6,9–9,0	<u>6,2±0,7 (5)</u> 3,7–6,9	<u>5,3±0,4 (5)</u> 4,5–6,5	<u>32,4±1,2 (4)</u> 28,6–34,1	<u>55,8±1,4 (4)</u> 53–59	<u>388,8±7,7 (5)</u> 361–407
<u>10,4±0,2 (5)</u> 9,8–10,8	<u>12,6±0,4 (5)</u> 11,4–13,6	<u>6,2±0,5 (5)</u> 5,0–8,0	<u>35,7±1,3 (5)</u> 32–39,4	<u>53,6±4,2 (5)</u> 43–63	<u>366,2±8,0 (5)</u> 338–381
Через 24 ч в 30‰-й морской воде 12.06.2006					
<u>9,2±0,2 (5)</u> 8,8–9,3	<u>8,5±0,6 (5)</u> 7,2–10,8	<u>3,9±0,1 (3)</u> 3,8–4,0	<u>46,3±4,9 (4)</u> 32,1–55,6	<u>64,5±4,1 (4)</u> 56–74	<u>376,8±3,0 (4)</u> 342–424
<u>10,5±0,2 (5)</u> 10,3–11,1	<u>12,5±0,7 (5)</u> 11,1–15,0	<u>4,2±0,3 (4)</u> 3,9–4,4	<u>38,7±0,7 (4)</u> 37,4–40,5	<u>66,3±0,7 (3)</u> 65–68	<u>385,3±4,0 (4)</u> 340–391
Повторный эксперимент в 30‰-й 14.06.2006 (через 24 ч)					
<u>10,9±0,2 (10)</u> 9,8–12,1	<u>13,6±0,9 (10)</u> 9,2–18,8	<u>5,2±0,3 (10)</u> 3,6–6,4	<u>39,5±2,2 (9)</u> 30–47,7	<u>63,6±2,6 (7)</u> 54–75	<u>381,2±5,5 (9)</u> 354–402
После 26 ч в 40‰-й морской воде 14.06.2006					
<u>11,3±0,3 (8)</u> 9,6–12,7	<u>14,9±1,2 (8)</u> 10,5–19,7	<u>8,3 (2)</u> 6,9; 9,7	<u>36,3±2,5 (7)</u> 25,6–45,2	<u>61,4±2,1 (8)</u> 53–71	<u>478,9±18,2 (8)</u> 407–557

Примечание. Под чертой — минимальное и максимальное значения; в скобках — количество экземпляров.

ревода в морскую воду или не превышать 340 мосм/л [Clarke, Blackbourn, 1977; Смирнов, Кляшторин, 1989; Кляшторин, Смирнов, 1990]. Из вышесказанного следует, что заводской кижуч не является смолтом, осмолярность крови у «крупного» кижуча на 12,5% превышает пресноводный уровень.

Сходные данные получились и в суточных экспериментах в морской воде (табл. 2).

За норму приняли гематологические показатели заводского кижуча средней массой 12,6 г из выростных бассейнов Вилюйского ЛРЗ. Средняя концентрация глюкозы равна 5,2 ммоль/л, гемоглобина — 59,4 г/л, величина гематокрита — 45,3%, осмолярность крови — 320,8 мосм/л.

У кижуча, находившегося сутки в отдельных экспериментальных ёмкостях с пресной водой, произошло достоверное увеличение концентрации глюкозы до 7,9 ммоль/л и снижение уровня гематокрита до 40,4%, гемоглобин и осмолярность не изменились. Из этого следует, что сам процесс пересадки влияет на параметры крови, а, следовательно, для правильной интерпретации результатов необходимо сопоставлять результаты, полученные в пресной и морской воде.

У молоди кижуча, выловленной в озере Большой Вилюй средней массой 13,2 г (2,7–34,4 г), средняя концентрация глюкозы равнялась 3,7 ммоль/л, гемоглобина — 65,3 г/л, величина гематокрита — 48,6%. Данные величины принимали за норму для молоди кижуча из естественной среды обитания в оз. Большой Вилюй.

У озёрной молоди кижуча концентрация глюкозы достоверно ниже, чем у заводской молоди — 5,2 ммоль/л.

В эксперименте по переводу в морскую воду солёностью 30‰ отмечалось повышение уровня глюкозы как у дикого, так и у заводского кижуча. Максимальные концентрации глюкозы в крови после пересадки молоди в морскую воду солёностью 30‰ наблюдались у дикой молоди кижуча через 48 ч, а у заводской через 72 ч. У погибающих особей концентрация глюкозы резко снижается. В контроле концентрация глюкозы повышается в начале эксперимента, а затем нормализуется (табл. 1).

После перевода дикой молоди кижуча в морскую воду солёностью 40‰ проследить изменения концентрации гемоглобина не удалось, так как показатель оказался очень изменчив. У заводской молоди, выжившей в течение

24 ч в солёности 40‰, концентрация гемоглобина достоверно не отличалась от величины данного показателя у молоди, взятой из пресной воды, и дикой молоди.

Величина гематокрита у заводской молоди кижуча незначительно снижалась после перевода в морскую воду солёностью 30‰. У дикой молоди кижуча не отмечалось снижения величины гематокрита в 30‰-й морской воде. В воде солёностью 40‰ величина гематокрита снижалась как у дикой, так и у заводской молоди кижуча, но отличия не достоверны. Ожидалось, что произойдёт заметное снижение гематокрита, так как увеличение осмолярности плазмы крови в солёной воде может приводить к дегидратации клеток крови и снижению гематокрита. Эксперименты, проведённые с молодью осенней чавычи, показали, что перевод в морскую воду (30‰) приводил к снижению гематокрита на 8,8–9,9% от исходной величины [Blackburn, Clarke, 1987].

«Нормальный» уровень осмолярности крови у кижуча из оз. Б. Вилюй (307,0 мосм/л) достоверно ниже, чем у заводского — 320,8 мосм/л. При переводе в морскую воду солёностью 30‰ отмечается рост осмолярности крови. У крупной молоди кижуча (средняя масса 25,9 г) из озера через 24 ч пребывания в морской воде осмолярность крови достоверно не отличается от пресноводного уровня, у молоди средней массой 10,4 г увеличивается всего на 6,1%. Это говорит о том, что эти две группы молоди являются смолтами. У заводской и у «мелкой» дикой молоди кижуча (средняя масса 3,4 г) через сутки в морской воде отмечалось значительное увеличение осмолярно-

сти крови, что говорит о её неготовности к покатной миграции (табл. 3).

Интересно отметить, что заводская молодь не является смолтом при массе около 10 г, а молодь кижуча из оз. Большой Вилюй при таких же размерах готова к покатной миграции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведённых исследований сделано заключение, что показатели глюкозы, гемоглобина и гематокрита крови не подходят для оценки физиологической готовности молоди кижуча к покатной миграции.

Солёностный тест также неадекватно отражает готовность молоди кижуча к переходу в морскую среду обитания. Если молодь выдерживает в течение суток солёность 40‰, то имеет смысл уточнять физиологическое состояние молоди по динамике осмолярности крови после перевода в морскую воду.

Изменение осмолярности крови при переводе в морскую воду достаточно чётко показывает степень смолтификации молоди кижуча. В период исследований у заводской молоди кижуча осмолярность крови значительно превышала пресноводный уровень после перевода в морскую воду солёностью 30‰. Следовательно, годовики кижуча ещё не достигли завершающих этапов смолтификации. Молодь дикого кижуча массой более 10 г являлась смолтом, осмолярность при переводе в морскую воду не превышала 340 мосм/л.

После анализа ряда методик для оценки степени смолтификации молоди кижуча можно сделать заключение, что в условиях заводского разведения оптимально использовать солёностный тест, при хорошей выживаемости молоди подтверждать готовность к покатной миграции по изменению осмолярности крови после пересадки в морскую воду солёностью 30‰.

Таблица 3. Осмолярность крови у молоди заводского и трёх размерных групп дикого кижуча в пресной воде и через 24 ч после перевода в морскую воду солёностью 30‰

Происхождение	Осмолярность крови (мосм/л)
Дикий, ПВ	307±4
Заводской, ПВ	320,8±2,6
Дикий, мелкий	417±27
Дикий, средний	326±8
Дикий, крупный	309±4
Заводской	374±14

ЛИТЕРАТУРА

- Григорьева Ю.В. 2006. Изменение метаболизма молоди дальневосточных лососей при смене среды обитания. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М. 23 с.
- Смирнов Б.П., Кляшторин Л.Б. 1989. Осморегуляторные способности молоди кеты *Oncorhynchus keta* при длительном выращивании в пресной воде // Вопросы ихтиологии. Т. 29. Вып 4. С. 617–623.
- Смирнов Б.П., Кляшторин Л.Б. 1990. Осморегуляция

- у молоди кеты при изменениях температуры и солёности // Эколого-физиологические и токсикологические аспекты рыбохозяйственных исследований. М.: Изд-во ВНИРО. С. 82–101.
- Смирнов Б.П., Чебанова В.В., Введенская Т.В. 1993. Адаптация заводской молоди кеты *Oncorhynchus keta* и чавычи *O. tshawytscha* к питанию в естественной среде и влияние голодания на физиологическое состояние молоди // Вопросы ихтиологии. Т. 33. № 5. С. 637–643.
- Blackburn J., Clarke W.S. 1987. Revised procedure for the 24 hour seawater challenge test to measure adaptability of juvenile salmonids // Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences. № 1515. 35 p.
- Clarke W.S., Blackburn J. 1977. A seawater challenge test to measure smolting of juvenile salmon // Fish. Mar. Serv. Res. Dev. Tech. Rep. № 705. P. 1–11.

Поступила в редакцию 28.10.15 г.
Принята после рецензии 02.11.15 г.

Determination of readiness of hatchery and wild coho salmon *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum, 1792) juveniles for seaward migration

E.V. Shulgina, B.P. Smirnov

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI “VNIRO”, Moscow)

With the use of several methods, the assessment of readiness of hatchery and wild coho salmon juveniles for downstream migration has been carried out in the basin of Lake Bolshoi Vilyui (West Kamchatka). Based on the research results, it was concluded that concentrations of glucose, hemoglobin in blood and corpuscular volume could not be used for assessment of physiological readiness of coho salmon juveniles to downstream migration. The salinity test also does not reflect adequately the readiness of juvenile transition to marine environment. If juveniles are able to survive salinity of 40‰ within a day, it is reasonable to specify their physiological state by dynamics of blood osmolarity after transfer to sea water. The change in blood osmolarity under transfer to the sea water shows a degree of smoltification of coho salmon juveniles rather clearly. During the research period the blood osmolarity of hatchery juveniles exceeded considerably a freshwater level after their transfer to sea water with salinity of 30‰. Therefore, one-year coho salmon have not reached the final stages of smoltification yet. The juveniles of wild coho salmon with weight of more than 10 g were smolts. Their osmolarity at transition to sea water did not exceed 340 mOsm. The analysis of several methods for assessment of smoltification degree of coho salmon juveniles allowed us to conclude that under the conditions of hatchery rearing it was optimal to use the salinity test and, at the good juvenile survival, to confirm readiness for downstream migration by change in blood osmolarity after their transfer into sea water with salinity of 30‰.

Key words: downstream migration, smoltification, coho salmon *Oncorhynchus kisutch* juveniles, blood osmolarity, hematologic indicators.