

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА НАЧАЛА КОРМЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА РОСТ МОЛОДИ ГОРБУШИ

Е. В. Тарасюк

**Сахалинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск)**

В естественных условиях из рек различных районов о. Сахалин скат молоди горбуши в море начинается с конца апреля и происходит на этапе ее смешанного питания. Между тем, на некоторых лососевых рыбоводных заводах (ЛРЗ), развитие горбуши протекает быстрее, чем на естественных нерестилищах, и она раньше достигает готовности к питанию (Канидьев, 1984; Марковцев, 1989). Этот период может наступить в марте-апреле, когда условия для нагула в прибрежье еще не сформировались и акватория покрыта льдом. Задержка молоди на заводе приводит к ухудшению ее биологических показателей. Для выпуска крупной жизнестойкой молоди в сроки, совпадающие с периодом наступления благоприятных условий для нагула молоди в прибрежье, в биотехнический цикл рыбоводного завода необходимо включение этапа «подрощивания».

О необходимости кормления горбуши на рыбоводных заводах в период вынужденного голодания известно еще с 1960-х годов (Двинин, 1953; Фроленко, 1960, 1964; Бакштанский, 1961; Канидьев, 1965, 1966; Смирнов, 1975). Экспериментальные работы по кормлению горбуши, проводившиеся с 1980-х гг. в СахТИНРО (Каева, 1983; Каева, Тарасюк, 1981, 1986, 1988; Тарасюк, 1988, 1994а), позволили дать четкий положительный ответ на вопрос о целесообразности кормления личинок и мальков горбуши в прудах ЛРЗ. С начала 1990-х гг. подкормка была включена в биотехнический цикл сахалинских рыбоводных заводов, воспроизводящих горбушу. Однако вопросы выбора времени начала кормления и необходимого температурного режима в этот период оставались открытыми. Анализ экспериментальных данных, полученных в 1990-е годы, дал возможность определить оптимальный возраст молоди горбуши, с которого ее следует начинать кормить, проследить скорость перехода на экзогенное питание в различном возрасте и при разных температурах, а также выявить влияние возраста начала кормления на скорость роста (Тарасюк, 1994б, 2000, 2001а, 2001б; Кушнарера, Тарасюк, 1997).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Экспериментальные работы по кормлению молоди горбуши в пресной воде были проведены на ЛРЗ «Лесной», «Охотский» и «Залом» в 1986–1995 гг. (все-

го 31 экспериментальный вариант). Молодь содержали в питомнике: а) в пластиковых боксах объемом 0,25 м³; б) в прямоточных бассейнах объемом 7,6 м³; в) в сетчатых садках объемом 0,5 м³, установленных в прудах.

Были проведены опыты по кормлению личинок и мальков при плотности посадки, соответствующей биотехническим нормативам 20 тыс. шт./м², и уровне воды 0,2–0,5 м. Средняя температура в период кормления изменялась от 5,5 до 13,0°С. Содержание растворенного в воде кислорода было оптимальным и колебалось от 9,3 до 10,5 мг/л, в среднем – 9,8 мг/л. В качестве источника питания использовали сухой гранулированный корм японского производства.

Вся совокупность экспериментальных работ по кормлению была подразделена на пять групп в зависимости от возраста, с которого было начато кормление. В первую группу вошли свободные эмбрионы, возраст которых составлял 400 и менее суток, но которых начали приучать к корму еще до достижения ими этапа смешанного питания (варианты № 1, 4, 8, 14, 20, 25–31). Вторую группу молоди начали кормить от момента наступления личиночного периода в возрасте от 401 до 425 суток – это варианты № 2, 6, 10–13, 22–24. В третью группу вошли личинки в возрасте от 426 до 450 суток – варианты № 5, 9, 18, 19 и 21. Четвертую группу составила молодь из экспериментальных вариантов № 15–17, которую начали кормить при достижении биологического возраста 451–475 суток. В последнюю группу вошли мальки в экспериментальных вариантах № 3 и 7, которых начали кормить с возраста 490 суток.

Кроме того, при анализе скорости перехода молоди на экзогенное питание каждую группу, в свою очередь, подразделяли на более мелкие группы в зависимости от температуры воды, при которой производилось кормление.

Пробы на биологический анализ у подрачиваемой молоди отбирали еженедельно, фиксировали 4%-ным формалином. Камеральная обработка заключалась в измерении длины и массы тела, массы тушки, массы желточного мешка (у личинок), массы пищевого комка, определялось количество рыб с наличием пищи в желудочно-кишечных трактах. Всего отобрано на биологический анализ 132 пробы (6600 экземпляров) личинок и мальков (табл. 1).

Для контроля, а также для установления временных границ наступления готовности личинок к питанию, использовали данные экспериментальных вариантов, выдерживаемых без кормления (№ 32–43). Пробы также отбирали еженедельно. На эмбриональном периоде развития объем проб составлял по 25 экземпляров, а на личиночном – по 50 экземпляров. Всего было отобрано на биологический анализ 175 проб неокормленной молоди объемом 6600 экземпляров.

Для количественного описания использовали биологический возраст (Тарасюк, Тарасюк, 1989; Тарасюк, 2001а). Скорость перехода молоди горбуши на экзогенное питание описывали с помощью уравнения логистической кривой:

$$F = \frac{100}{1 + e^{a-bA}}, \quad (1)$$

где: F – доля особей, перешедших на экзогенное питание, %; A – биологический возраст, сутки; a и b – коэффициенты уравнения.

Рост молоди горбуши описывали параболой второго порядка:

$$W = a \cdot A^2 + b \cdot A + c, \quad (2)$$

где: A – биологический возраст, сутки; a , b и c – коэффициенты уравнения параболы; W – масса тела, мг.

**Значения некоторых абиотических и биотических факторов
в экспериментальных вариантах в период подращивания (1–31-й варианты)
и в период выдерживания эмбрионов и личинок
без их искусственного кормления (32–43-й варианты)**

№ п/п.	Лососевый рыбоводный завод (ЛРЗ)	Дата оплодотво- рения	Дата начала кормления	Биологи- ческий возраст на начало кормления, сутки	Средняя температура при корм- лении, °С	Биологи- ческие анализы, проб/экз.
1	Сокол/Охотский	02.09.1986	09.04.1887	325,9	5,54	8/400
2	Лесной	04.09.1989	26.04.1990	416,8	9,72	7/350
3	Лесной	04.09.1989	26.05.1990	493,0	12,98	5/250
4	Лесной	18.09.1989	26.04.1990	364,0	10,65	5/250
5	Лесной	18.09.1989	26.05.1990	444,7	11,55	4/200
6	Лесной	04.09.1989	26.04.1990	416,8	6,05	6/300
7	Лесной	04.09.1989	26.05.1990	493,0	12,75	4/200
8	Лесной	18.09.1989	26.04.1990	364,0	10,38	4/200
9	Лесной	18.09.1989	26.05.1990	444,7	11,56	4/200
10	Лесной	04.09.1989	24.04.1990	411,7	9,19	6/300
11	Лесной	04.09.1989	24.04.1990	411,7	5,54	8/400
12	Лесной	04.09.1989	24.04.1990	411,7	5,54	5/250
13	Лесной	04.09.1989	24.04.1990	411,7	5,54	4/200
14	Лесной	21.09.1990	05.05.1991	387,2	7,33	2/100
15	Лесной	03.09.1990	05.05.1991	453,3	7,34	4/200
16	Лесной	03.09.1990	05.05.1991	453,3	7,34	4/200
17	Лесной	03.09.1990	05.05.1991	453,3	7,34	4/200
18	Лесной	08.09.1990	05.05.1991	434,4	6,64	5/250
19	Лесной	08.09.1990	05.05.1991	434,4	6,64	3/150
20	Лесной	19.09.1990	05.05.1991	394,2	7,33	2/100
21	Лесной	05.09.1991	08.05.1992	430,7	6,66	4/200
22	Лесной	09.09.1991	08.05.1992	415,9	6,80	4/200
23	Лесной	09.09.1991	08.05.1992	415,9	6,80	4/200
24	Лесной	09.09.1991	08.05.1992	415,9	6,80	4/200
25	Лесной	14.09.1992	14.05.1993	375,9	8,19	2/100
26	Лесной	14.09.1992	14.05.1993	375,9	8,19	2/100
27	Лесной	14.09.1992	14.05.1993	375,9	8,19	2/100
28	Сокол/Залом	17.09.1993	07.05.1994	348,1	5,94	3/150
29	Сокол/Залом	17.09.1993	07.05.1994	348,1	5,94	3/150
30	Сокол/Залом	10.09.1994	25.04.1995	378,3	5,50	5/250
31	Сокол/Залом	10.09.1994	25.04.1995	378,3	5,50	5/250
32	Лесной	31.08.1985	–	–	–	19/525
33	Лесной	10.09.1985	–	–	–	15/400
34	Лесной	18.09.1985	–	–	–	14/375

35	Сокол	02.09.1986	—	—	—	18/625
36	Сокол	02.09.1986	—	—	—	19/675
37	Сокол	11.09.1986	—	—	—	18/575
38	Сокол	17.09.1986	—	—	—	18/575
39	Лесной	18.09.1986	—	—	—	4/150
40	Лесной/Охотский	18.09.1986	—	—	—	5/175
41	Березняковский	02.09.1988	—	—	—	17/550
42	Березняковский	02.09.1988	—	—	—	18/600
43	Березняковский	02.09.1988	—	—	—	10/325
	Итого	1986–1994	—	—	—	307/12150

За начало массового перехода на смешанное питание принимали возраст, на который пришлось 25% особей с пищей в желудочно-кишечном тракте, середину – 50% и конец – 75%.

Определение коэффициентов регрессии и других статистических показателей производили с использованием программных средств Microsoft Excel и Statistica for Windows, rel. 4.3.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что одним из ответственных моментов при выращивании лосо-севых является переход молоди на внешнее питание (Механик, 1957; Владимир, 1975). Вместе с тем, чтобы точно определить момент, когда нужно начинать кормить горбушу, следует, прежде всего, ориентироваться на ее морфофизиологическую готовность к питанию, которая выражается наступлением личиночного периода развития. Использование в качестве показателя времени биологического возраста позволяет количественно установить момент наступления данного этапа развития.

Определение возрастной границы наступления личиночного периода.

Личиночный период имеет только один этап развития – этап смешанного питания (Смирнов, 1975). К началу активного питания на челюстях появляются зубы, желток становится вязким, жировая капля вытягивается. Желудок и петля кишечника погружаются в остаток желтка. Начинается этап первым появлением следов пищи в кишечнике.

В качестве основного признака наступления этапа мы использовали время появления пищи в желудочно-кишечном тракте молоди. Наибольший интерес представляют собой экспериментальные варианты, отнесенные к первой группе. Следы пищи в желудочно-кишечном тракте молоди в вариантах этой группы впервые появляются в возрасте 396–400 суток при температуре воды 2,6–6,1°C, а в среднем по вариантам – при 4,2–5,2°C.

В качестве другого способа для определения момента наступления этапа смешанного питания использован анализ динамики биологических показателей молоди, которой не давали корм. При этом мы исходили из предположения, что поскольку источником энергии до перехода на экзогенное питание является исключительно энергетический запас, содержащийся в желточном мешке, то его уменьшение до какого-то предела в процессе расходования эне-

гии на рост и дыхание отразится на динамике ростовых показателей. Достижение такого момента может являться своеобразным сигналом для активизации пищевой активности и перехода эмбрионов на смешанное питание. Следовательно, при отсутствии искусственного кормления в некоторый момент развития скорость роста молодежи затормозится, что, вероятно, и будет характеризовать недостаток энергетических запасов и необходимость дополнительных источников энергии, поступающей с внешним кормом.

Линейный рост эмбрионов и личинок горбуши показан на рисунке (рис. 1а). До возраста 400 суток рост тела в длину можно описать прямой линией. По мере дальнейшего выдерживания скорость роста замедлялась, и для ее описания больше подходит кривая, имеющая «плато», соответствующее длине 33–34 мм. Общая масса тела молодежи продемонстрировала сходный характер изменений по мере увеличения возраста. До возраста около 400 суток темп приращения массы был равномерным, после 400 суток он замедлился. К возрасту около 450 суток масса тела достигла предельных значений 230–250 мг, после чего стало отмечаться уменьшение массы тела (рис. 1б). Полностью соответствует описанной картине изменение массы тушки молодежи горбуши в зависимости от возраста (рис. 1в). После достижения возраста 400 суток нарастание массы тела перестает быть линейным и начинает замедляться. К возрасту 450 суток значения массы тушки достигают максимума (190–200 мг), после чего наблюдается снижение массы.

Темп расходования желточного мешка (рис. 1г) в зависимости от возраста, также как и других рассмотренных показателей, был примерно одинаковым до возраста 400–410 суток, а затем уменьшился. Если до этого момента уменьшение массы желточного мешка можно было описать прямой, то после достижения 400–410 суток эта зависимость стала приобретать криволинейный характер.

Использование двух различных способов позволило подойти к одному и тому же интервалу биологического возраста 395–405 суток, который, на наш взгляд, соответствует моменту наступления личиночного периода развития.

Динамика перехода личинок на смешанное питание. Для определения оптимальных условий для начала искусственного кормления личинок горбуши проанализировали данные по относительной величине личинок горбуши, перешедших на смешанное питание, в зависимости от возраста начала кормления и температуры. Оказалось, что этот процесс можно успешно описать логистической кривой (1), степень аппроксимации экспериментальных данных в большинстве случаев составляла 62–95% на уровне значимости $p < 0,05$.

Личинки, которых начали приучать к корму в возрасте 325–394 суток, в экспериментальных партиях кормили при четырех диапазонах температур – 5–6, 7–8, 8–9 и 10–11 °С. Наиболее быстро перешли на экзогенное питание личинки при температуре 7–8 °С. Начало перехода соответствовало биологическому возрасту 431 суток, а его завершение – возрасту 446 суток. При значении ординаты от 25 до 75% график кривой, описывающей процесс перехода на экзогенное питание, имеет на своем протяжении практически спрямленный участок (рис. 2). Это позволяет рассчитать линейную скорость перехода на питание, выраженную в приращении доли особей, имеющих в желудках корм (%), в течение одних суток биологического возраста. Значение данного показателя оказалось в данном случае максимальным для всех прочих групп вариантов, составив 3,33%/сутки (табл. 2). Несколько уступала по скорости перехода на питание молодежь, которую кормили при температуре 8–9 °С, для нее показатель скорости

перехода на питание равнялся 2,38%/сутки. Более низкими значениями он характеризовался для экспериментальных групп молоди, подращиваемых при температуре 5–6 и 10–11°C. Длительность перехода на экзогенное питание составляла в единицах биологического возраста от 15 до 38 суток.

По мере смещения начала кормления молоди на более поздние сроки скорость перехода на экзогенное питание постепенно замедлялась. Так, динамика перехода личинок на питание при начале их кормления в возрасте 401–425 суток при температуре 6–7°C продемонстрировала более высокую скорость (1,92%/сутки), чем при температуре 9–10°C (1,11%/сутки). Переход на экзогенное питание был довольно дружным и протекал в течение 26–45 суток биологического возраста. Для более старших рыб, которых начали кормить с возраста 426–450 суток, хорошую скорость перехода продемонстрировала группа, подращиваемая при 6–7°C (2,38%/сутки). Мы исключили из анализа группу молоди, которую кормили при температуре 11–12°C, поскольку уровень значимости аппроксимации для нее был меньшим, чем принято в биологических исследованиях ($p > 0,05$).

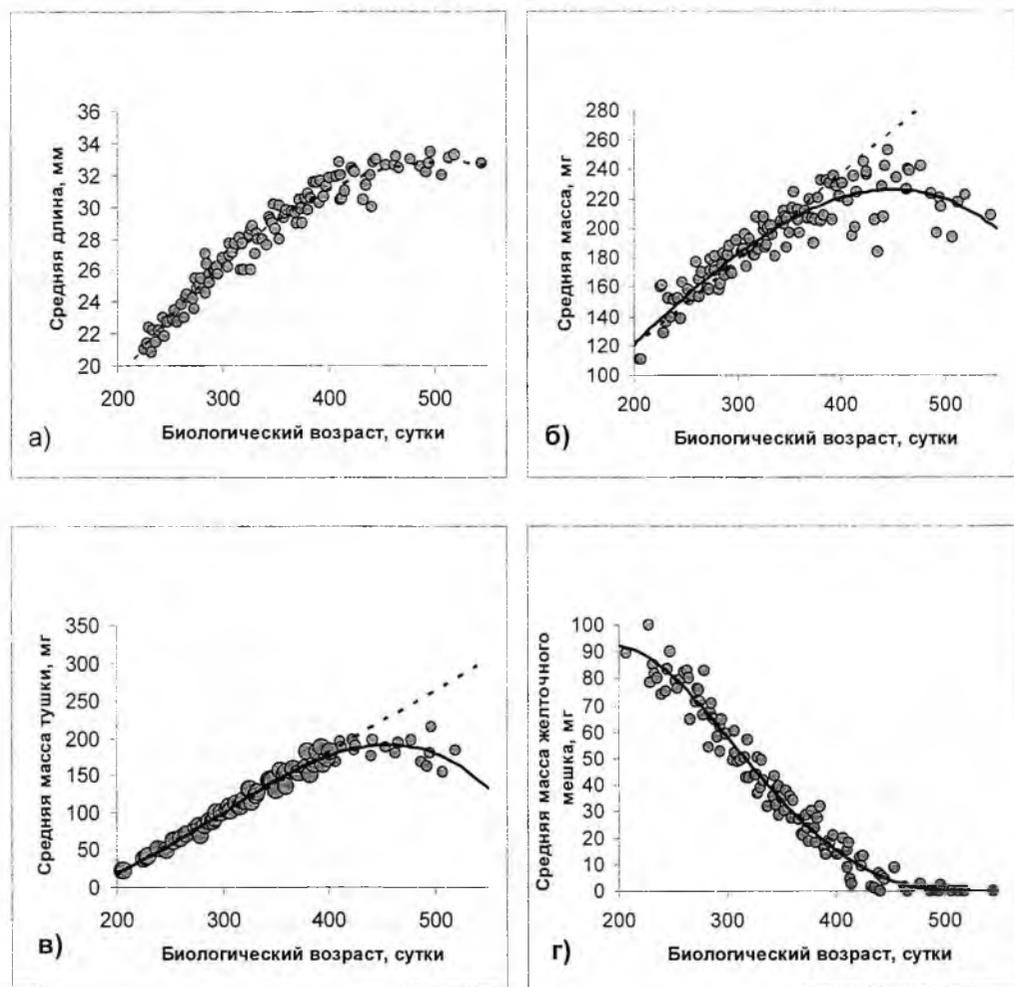


Рис. 1. Динамика биологических показателей эмбрионов и личинок горбуши в экспериментальных вариантах без кормления: а) длина тела; б) масса тела; в) масса тушки; г) масса желточного мешка

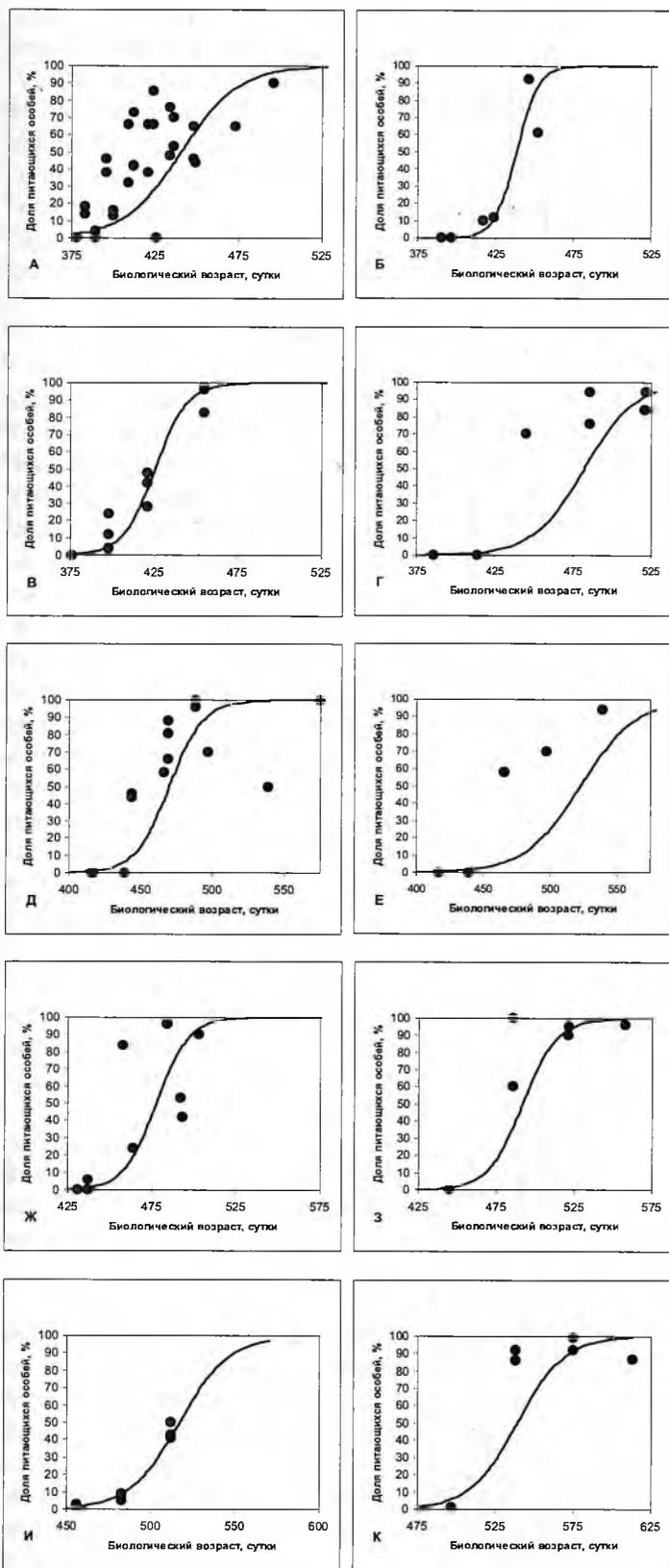


Рис. 2. Аппроксимация динамики перехода молоди горбуши на экзогенное питание уравнением логистической кривой для разных групп молоди: А) кормление с возраста <math>< 400</math> суток, температура

Результаты аппроксимации логистической кривой (уравнение 1) экспериментальных данных по скорости перехода молоди горбуши на смешанное питание

Показатели	Ступенированные данные по возрасту начала кормления и температуре												
	350–400			401–425			426–450			451–475			476–500
Возраст начала кормления	5–6	7–8	8–9	10–11	6–7	9–10	6–7	11–12	7–8	11–12	7–8	12–13	476–500
Температура при кормлении, °С	25,95	63,72	44,76	29,80	40,54	25,49	50,72	44,92	34,92	44,92	34,92	35,95	
Коэффициент «а»	0,0589	0,1454	0,1052	0,0618	0,0863	0,0488	0,1062	0,0913	0,0675	0,0913	0,0675	0,0667	
Коэффициент «б»	0,62	0,90	0,87	0,78	0,60	0,61	0,59	0,53	0,95	0,53	0,95	0,62	
Степень аппроксимации R ²	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,023	0,010	0,064	0,000	0,064	0,000	0,036	
Уровень значимости р	36	6	10	13	18	7	9	7	9	7	9	7	
Количество реализаций n	422	431	415	465	457	500	467	480	501	480	501	523	
Возраст начала перехода на питание (25%)	441	438	425	482	470	523	478	492	517	492	517	539	
Возраст массового перехода на питание (50%)	460	446	436	500	483	545	488	504	534	488	534	556	
Возраст завершения перехода на питание (75%)	1,32	3,33	2,38	1,43	1,92	1,11	2,38	2,08	1,52	2,08	1,52	1,52	
Скорость перехода на экзогенное питание, %/сутки													

Для групп молоди старшего возраста, кормление которых начали с возраста 451–475 и 476–500 суток, длительность перехода на экзогенное питание оказалась одинаковой (33 сут.), хотя подрачивалась она при разной температуре. В первом случае температура составляла в среднем 7–8°C, во втором – 12–13°C. Скорость перехода на питание определена равной для обеих групп – 1,52%/сутки. К моменту начала кормления желточный мешок был полностью резорбирован. Часть мальков начали питаться с возраста 501–523 суток, однако половина особей перешла на экзогенное питание лишь при достижении возраста 517–539 суток. В последней группе в возрасте 600 суток часть мальков так и не перешла на экзогенное питание (см. рис. 2). Здесь появлялись мальки, которые имели тонкое удлиненное туловище и увеличенную голову, их масса тела оказалась на 20–22% меньше, чем у нормальных мальков. На теле у такой молоди отмечался голубоватый налет, являющийся показателем заболевания кожных покровов на почве дистрофии. Наблюдалась повышенная смертность мальков.

Наши результаты показывают, что наряду с температурой скорость перехода молоди на смешанное питание в значительной степени определяет и возраст – чем выше возраст начала кормления, тем более затруднен переход на питание. Кроме того, отмечена отрицательная зависимость скорости перехода на питание от температуры воды в исследованном нами диапазоне. Наглядно зависимость скорости перехода от температуры воды и

от возраста начала кормления иллюстрируется номограммой, построенной путем пропорциональной интерполяции (рис. 3). В левой нижней части номограммы выделяется область, в которой скорость перехода на смешанное питание максимальна и составляет два и более процентов доли питающихся особей от их общего числа в сутки. Если при начале кормления с возраста менее 400 суток диапазон благоприятных температур еще достаточно широк и изменяется в пределах от 6 до 10°C, то в следующей возрастной группе (401–425 суток) он сужается до 6–8°C, а в очередной группе (возраст 426–450 суток) – до 6–7°C. Вероятно, выделенная область значений температур и возрастов начала кормления является оптимальной для эффективного и быстрого перехода на экзогенное питание. Начало кормления в более позднем возрасте, после 450 суток, приводит к замедлению темпа перехода на смешанное питание. Кроме того, запаздывание с началом кормления приводит к голоданию молоди и увеличению числа ослабленных особей. Сходные результаты при задержке начала кормления были получены в экспериментах, проводимых с молодью атлантического лосося (Яндовская, 1961).

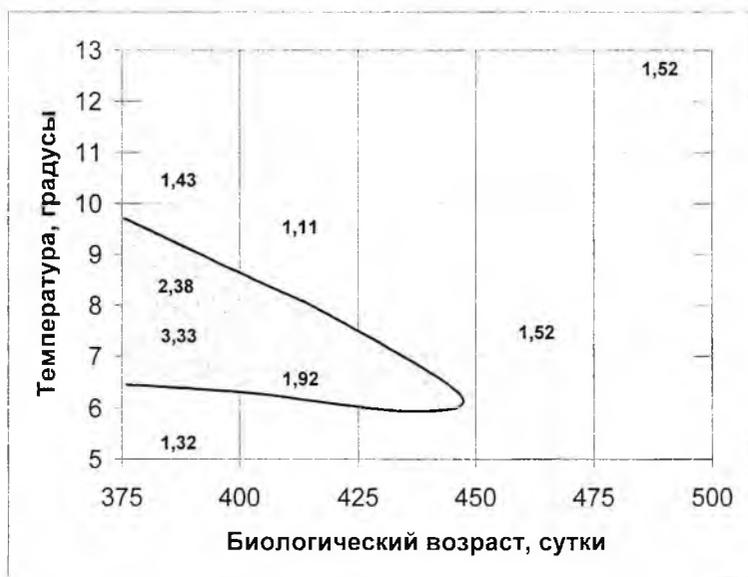


Рис. 3. Номограмма, показывающая изменение скорости перехода молоди горбуши на смешанное питание в зависимости от возраста начала кормления и температуры подраживания (выделена область со скоростью два и более процентов питающихся особей за одни сутки биологического возраста)

Приведенные в предыдущем разделе данные об изменении биологических показателей молоди, которую совсем не кормили, свидетельствуют о недопустимости выдерживания личинок горбуши в прудах без искусственной подкормки. В. С. Ивлевым (1977) было показано, что потеря массы молодью вследствие голодания в 25–30% летальна. В наших экспериментах, к возрасту 530 суток масса тела уменьшалась до 190–200 мг, что составляло 18–33% от исходных значений. В этот момент резко повысилась гибель (68%) наиболее ослабленной молоди. Федорова и Богданова (1978) также наблюдали возрастание количества погибающих личинок горбуши (53%) с увеличением срока запаздывания перевода их на питание.

Средняя масса тела личинок и мальков горбуши (мг), подкармливаемой с различного возраста (расчисленные по уравнению 2)

Биологический возраст, сутки	Сгруппированные данные по возрасту начала кормления и температуре										
	1-я группа <400 суток		2-я группа <425 суток		3-я группа <450 суток		4-я группа <475 суток	5-я группа <500 суток			
	7-8°C	8-9°C	10-11°C	5-6°C	6-7°C	9-10°C	6-7°C	11-12°C	7-8°C	12-13°C	
425	262,0	270,5	274,0	282,6	260,2	242,5	241,9				
450	262,6	293,6	324,4	338,7	264,5	249,3	247,2	237,6			
475	273,8	350,2	410,9	427,1	298,1	285,8	253,5	255,2	227,6		
500	295,5	570,6	579,4	547,9	361,0	351,1	300,8	297,9	240,7	233,1	

Возраст 530 суток является критическим моментом в жизни молоди горбуши, и если к этому моменту она не сможет получить внешний корм, то значительная ее часть погибнет.

Темп роста массы тела личинок горбуши в зависимости от средней температуры подращивания. Наиболее часто употребляемым в рыбоводстве биологическим показателем, характеризующим качество выпускаемой молоди, является ее средняя масса. Скорость весового роста тесно связана с переходом личинок на внешнее питание (Рыжков, 1976), а задержка начала кормления горбуши оказывает отрицательное влияние на рост личинок и в дальнейшем (Федоров, Богданова, 1978).

Действительно, наиболее высоким темпом роста массы тела обладали личинки, которых начали приучать к корму еще на этапе свободного эмбриона, и, напротив, самым медленным накоплением массы характеризовалась молодь, которую начали кормить в возрасте более 450 суток (табл. 3). Степень аппроксимации данных по росту массы тела молоди горбуши уравнением (2) оказалась достаточно высокой. Величина R^2 лишь в трех случаях была менее 60%, а в остальных вариантах колебалась от 0,61 до 0,99 (табл. 4). В выделяемых в зависимости от возраста начала кормления и температуры 11 группах молоди конечные результаты подращивания были различными. В значительной степени это определялось различной продолжительностью периода подращивания. Так, максимальный возраст второго варианта первой группы (температура 7-8°C) составил всего 452 суток, а максимальная средняя масса тела - 310,4 мг. В третьем варианте второй группы (температура 9-10°C) и пятой группе максимальный возраст составил 613 суток, а средняя масса тела 1011,9 и 728,4 мг соответственно. Это очень высокие показатели, однако, на практике более целесообразным является подращивание молоди до возраста не более 500 суток (Тарасюк, 2001а). Используя полученные уравнения регрессии, рассчитали теорети-

Результаты аппроксимации уравнением параболы второй степени (уравнение 2) экспериментальных данных по скорости роста массы тела молоди горбуши в зависимости от возраста

Показатели	Сгруппированные данные по возрасту начала кормления и температуре										
	1-я группа (-400 суток)				2-я группа (401-425 суток)			3-я группа (426-450 суток)		4-я группа (451-475 суток)	5-я группа (476-500 суток)
Возраст начала кормления											
Температура при кормлении, °С	5-6	7-8	8-9	10-11	5-6	6-7	9-10	6-7	9-10	7-8	12-13
Коэффициент «а»	0,008448	0,146820	0,000000	0,025864	0,023414	0,023502	0,032811	0,021191	0,083680	0,011340	0,023250
Коэффициент «b»	-7,3673	-125,544	2,7392	-20,3874	-20,3142	-20,2924	-30,0992	-18,8085	-78,2998	-10,5295	-21,6689
Коэффициент «с»	1867,17	27057,37	-890,21	4275,58	4664,57	4621,76	7147,62	4404,41	18527,28	2670,49	5255,03
Степень аппроксимации R ²	0,43	0,99	0,85	0,95	0,58	0,96	0,97	0,61	0,89	0,59	0,97
Количество реализаций n	21	4	6	9	8	17	12	10	7	11	8
Максимальный возраст в вариантах, сутки	556	452	455	558	466	575	613	503	558	512	613
Максимальная наблюденная масса, мг	408,2	310,4	336,9	954,0	297,4	750,7	1011,9	318,3	897,5	241,4	728,4
Расчетная масса на наблюденный максимальный возраст, мг	382,5	307,4	356,1	952,5	282,6	724,0	1026,2	305,2	820,9	252,1	708,6

ческие значения массы тела, которые могли бы наблюдаться в различных вариантах эксперимента к возрасту 500 суток. Оказалось, что молодь первой группы при различных температурах может достигать массы тела 295,5–579,4 мг, второй группы – от 300,8 до 361,0 мг, третьей – от 297,4 до 297,9 мг, четвертой – 240,7 мг и пятой – всего 233,1 мг (см. табл. 3). Между тем заметно влияние и температуры. Так, в пределах первой группы минимальные показатели массы тела отмечены при 5–6°C, затем, при 7–9°C, наблюдаются максимальные значения, а при дальнейшем возрастании температуры масса вновь несколько уменьшается. Хуже ростовые показатели при высоких температурах (9–10°C) и во второй группе. Очевидно, что, как и при переходе на смешанное питание, на темп роста массы тела одновременно влияют как возраст начала кормления, так и температура. С помощью построения номограммы, позволяющей выделить область максимальных значений конечной массы тела на определенный возраст (например, 500 суток) в зависимости от влияния сразу двух факторов, получили рисунок 4. По сути, он оказался очень похожим на аналогичный рисунок, демонстрирующий скорость перехода на экзогенное питание (см. рис. 3). Как и в предыдущем случае, область с максимальными значениями зависимой переменной пришлось на левую часть графика. Следовательно, максимальных значений массы тела на один и тот же биологический возраст молодь достигает при совокупности значений температуры подращивания от 6 до 11°C и при условии перевода на искусственное кормление в возрасте менее 400 суток, а в области температур от 7 до 8°C – при кормлении, начиная с возраста 401–425 суток. Следовательно, выявленные условия перевода личинок на искусственное кормление способствуют не только наиболее быстрому их переходу на смешанное питание, но и максимальному темпу роста.



Рис. 4. Номограмма, показывающая изменение расчетной массы тела молоди горбуши в возрасте 500 суток в зависимости от возраста начала кормления и температуры подращивания (выделена область со значением массы тела 400 и более мг)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные в статье материалы демонстрируют необходимость кормления молоди горбуши ко времени достижения морфофизиологической готовности к переходу на смешанное питание. Он наступает к возрасту около 400 суток. Постепенное приучение к внешнему корму в несколько меньшем возрасте, от 375 до 400 суток, при температурах 6–10°C, позволяет выработать положительную пищевую реакцию на наличие корма и достичь в ходе подращивания наиболее быстрого перехода на смешанное питание. Вполне допустимым является начало кормления также и с возраста 401–425 суток, когда при температуре 6–7°C наблюдается практически такая же скорость перехода на смешанное питание. Однако, во втором случае масса тела к моменту выпуска, при обычных для весеннего периода температурах в прудах, будет несколько меньше. Она составит около 400 мг против 550–580 мг в первом случае. Запоздывание с началом кормления молоди и переводом ее на смешанное питание с возраста 450 и более суток приводит к ухудшению средних ростовых показателей, дистрофии и гибели части наиболее ослабленной молоди. Выдерживание личинок горбуши без кормления может явиться причиной усугубления дистрофических проявлений, массовой гибели и ни в коем случае не должно применяться в практике рыбоводства.

В последние годы на лососевых рыбоводных заводах Сахалина стала применяться искусственная подкормка молоди горбуши. В 2002 г. на некоторых из них навеска молоди к моменту выпуска достигала 324–371 мг (Итоги..., 2003). Следовательно, для данного биотехнического этапа имеются еще значительные резервы. Только за счет оптимизации процесса подращивания можно увеличить массу тела выпускаемой молоди горбуши по меньшей мере на 208–255 мг (или в 1,5–1,8 раза), что будет способствовать увеличению выживаемости молоди в прибрежье и в конечном счете – увеличению возврата.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Автор благодарит А. А. Кушнareву, принимавшую активное участие в проведении экспериментов по подращиванию молоди горбуши в 1991–1994 гг.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бакштанский, Э. Л.** Роль кормления и подогрева воды при искусственном выращивании лосося в Заполярье / Э. Л. Бакштанский // Рыб. хоз-во. – 1961. – № 10. – С. 15–18.
2. **Владимиров, В. И.** Критические периоды развития рыб / В. И. Владимиров // Вопр. ихтиологии. – 1975. – Т. 15, вып. 6. – С. 955–975.
3. **Двинин, П. А.** Опыты искусственного кормления молоди лососей и их гибридов / П. А. Двинин // Рыб. хоз-во. – 1953. – № 5. – С. 41–42.
4. **Итоги** деятельности лососевых рыбоводных заводов на Дальнем Востоке в 2001–2002 гг. (Информация Главрыбвода и ВНИРО) // Рыболовство России. – 2002. – № 6. – С. 52–53.
5. **Каева, В. Е.** О влиянии некоторых факторов на рост молоди горбуши в период подращивания в садках / В. Е. Каева, Е. В. Тарасюк // Биол. ресурсы шельфа, их рац. использ. и охрана : Тез. докл. рег. конф. молодых учен. и специалистов Дальнего Востока. – Владивосток, 1981. – С. 57–58.
6. **Каева, В. Е.** Особенности роста эмбрионов и личинок горбуши в экспериментальных условиях / В. Е. Каева // Марикультура на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО, 1983. – С. 89–95.

7. **Каева, В. Е.** Влияние плотности посадки личинок горбуши в питомнике на их развитие и рост / В. Е. Каева, Е. В. Тарасюк // Рыб. хоз-во. – 1986. – № 2. – С. 27–29.
8. **Каева, В. Е.** Об изменчивости пластических признаков молоди горбуши / В. Е. Каева, Е. В. Тарасюк // Тез. III Всесоюз. совещ. по лососевид. рыбам (Тольятти, март 1988 г.). – Тольятти, 1988. – С. 138–139.
9. **Канидьев, А. Н.** О разведении лососей в Сахалинской области / А. Н. Канидьев // Тр. Мурман. мор. биол. ин-та. – 1965. – Вып. 9. – С. 47–61.
10. **Канидьев, А. Н.** Температурный режим при разведении кеты и горбуши / А. Н. Канидьев // Рыб. хоз-во. – 1966. – № 4. – С. 18–19.
11. **Канидьев, А. Н.** Биологические основы искусственного разведения тихоокеанских лососей / А. Н. Канидьев. – М. : Легкая и пищ. пром-ть, 1984. – 216 с.
12. **Кушнарева, А. А.** Факторы среды и рост молоди горбуши при ее подращивании в условиях сахалинских рыбоводных заводов / А. А. Кушнарева, Е. В. Тарасюк // Биомониторинг и рац. исполъз. гидробионтов : Тез. докл. конф. молодых учен. (Владивосток, 27–29 мая 1997 г.). – Владивосток, 1997. – С. 46–48.
13. **Марковцев, В. Г.** Основные пути повышения эффективности разведения лососей на Дальнем Востоке / В. Г. Марковцев // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по науч.-техн. проблемам марикультуры (23–28 окт. 1989 г.). – Владивосток, 1989. – С. 14–16.
14. **Механик, Ф. Я.** К вопросу о голодании рыб / Ф. Я. Механик // Зоол. журн. – 1957. – Т. 36, вып. 12. – С. 1215–1231.
15. **Рыжков, Л. П.** Морфофизиологические закономерности и трансформация вещества и энергии в раннем онтогенезе пресноводных лососевых рыб / Л. П. Рыжков. – Петрозаводск : Карелия, 1976. – 288 с.
16. **Смирнов, А. И.** Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей / А. И. Смирнов. – М. : МГУ, 1985. – 334 с.
17. **Тарасюк, Е. В.** Скорость развития горбуши на ранних этапах онтогенеза / Е. В. Тарасюк // Тез. докл. III Всесоюз. совещ. по лососевид. рыбам (Тольятти, март 1988 г.). – Тольятти, 1988. – С. 327.
18. **Тарасюк, Е. В.** Применимость метода безразмерных характеристик и уравнения Таути для прогнозирования длительности стадий эмбриогенеза рыб / Е. В. Тарасюк, С. Н. Тарасюк // Ранний онтогенез объектов марикультуры : Сб. науч. тр. – М. : Изд-во ВНИРО, 1989. – С. 102–113.
19. **Тарасюк, Е. В.** Биологическое обоснование регулирования продолжительности эмбрионально-личиночного развития горбуши на рыбоводных заводах острова Сахалин / Е. В. Тарасюк // Систематика, биология и биотехника разведения лососевых рыб : Материалы Пятого Всерос. совещ. – СПб. : ГосНИОРХ, 1994. – С. 186–188.
20. **Тарасюк, Е. В.** Результаты изучения роста и выживаемости молоди горбуши в соленой воде / Е. В. Тарасюк // Вопр. рыболовства. – 2000. – Т. 1, № 2–3, ч. II. – С. 133–135.
21. **Тарасюк, Е. В.** Количественное описание скорости развития и роста молоди горбуши с использованием биологического возраста / Е. В. Тарасюк // Вопр. рыболовства. Прил. I. Материалы Всерос. конф. «Ранние этапы развития гидробионтов как основа формирования биопродуктивности и запасов промысловых видов в Мировом океане». – М., 2001а. – С. 256–259.
22. **Тарасюк, Е. В.** Результаты исследований по совершенствованию биотехники искусственного разведения горбуши // Прибреж. рыболовство – XXI век : Тез. междунар. науч.-практ. конф. (19–21 сент. 2001 г.). – Ю-Сах. : Сах. книж. изд-во, 2001б. – С. 114–115.
23. **Федоров, К. Е.** Рост и развитие личинок горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum) в условиях разных температур и режимов кормления / К. Е. Федоров, А. Е. Богданова // Вопр. ихтиологии. – 1978. – Т. 18, вып. 4. – С. 650–659.
24. **Фроленко, Л. А.** Выращивание молоди кеты и горбуши на искусственных кормах и олигохетах / Л. А. Фроленко // Сб. работ по биологии, технике рыболовства и технологии. – Ю-Сах. : СахТИНРО, 1960. – Вып. 1. – С. 27–32.
25. **Фроленко, Л. А.** Выращивание молоди кеты и горбуши на сахалинских рыбоводных заводах с применением искусственных кормов / Л. А. Фроленко // Лососевое хоз-во Дальнего Востока. – М. : Наука, 1964. – С. 184–185.
26. **Яндовская, Н. И.** К методике выращивания сеголеток лосося / Н. И. Яндовская // Изв. ГосНИОРХ. – 1961. – Т. 51. – С. 28–36.

УДК 639.371.1 : 639.3.043.1

Тарасюк, Е. В. Влияние возраста начала кормления и температуры на рост молоди горбуши / Е. В. Тарасюк // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Ю-Сах. : СахНИРО, 2003. – Т. 5. – С. 85–98.

С использованием биологического возраста проанализированы результаты экспериментального подращивания молоди горбуши, произведенного в 1986–1995 гг. Целью анализа явилось определение наиболее благоприятного момента для начала искусственного кормления горбуши и температурных условий этого процесса. В результате был выявлен момент наступления личиночного периода, составивший 395–405 суток биологического возраста. Определены диапазоны значений температуры (6–11°C) и возраста (375–400 суток), при которых следует начинать искусственное кормление молоди. Определен критический возраст, в котором наступает гибель молоди при отсутствии экзогенного питания (530 суток биологического возраста).

Оптимизация этапа подращивания молоди горбуши на лососевых рыбноводных заводах за счет внедрения полученных результатов исследований может позволить увеличить массу тела выпускаемой молоди в 1,5–1,8 раза.

Табл. – 4, ил. – 4, библиогр. – 26.

Tarasyuk, E. V. Influence of age-at-feed beginning and temperature on growth of juvenile pink salmon / E. V. Tarasyuk // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. – Yuzhno-Sakhalinsk : SakhNIRO, 2003. – Vol. 5. – P. 85–98.

Using a biological age, the results of experimental pink salmon rearing up to fry, conducted in 1986–1995, have been analyzed. The purpose of analysis was to determine the most favorable moment for beginning the pink salmon artificial feeding and temperature conditions for this process. As a result, the beginning of larval period was revealed. It appeared to be 395–405 days of biological age. Temperature (6–11°C) and age (375–405 days) ranges for beginning an artificial feeding of juveniles have been determined. The marginal age, at which juveniles begin to be lost due to the absence of exogenous feeding (530 days of biological age), was defined.

Optimization of the pink rearing stage up to fry at hatcheries due to the obtained results of researches can allow increasing in body weight of released juveniles 1,5–1,8 times.

Tabl. – 4, fig. – 4, ref. – 26.