

УДК 597.442:639.3

Канд. биол. наук **А.А. ИВОЙЛОВ**  
(СПбГАУ, andrej-i@mail.ru)Канд. с.-х. наук **Н.Б. РЫБАЛОВА**  
(СПбГАУ, wba2009@mail.ru)**КОРМЛЕНИЕ ГОДОВИКОВ СИБИРСКОГО ОСЕТРА *ACIPENSER BAERI*  
(BRANT, 1869) ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

Сибирский осетр, годовики, кормление, температура

Сибирский осетр (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) является популярным объектом рыбоводства. В природе он обитает в суровых условиях Сибири, что, по-видимому, сформировало у него в процессе эволюции приспособление к холодным зимним температурам.

Очевидно, что при выращивании рыб необходимо учитывать их биологические особенности. В том числе такую важную составляющую, как питание и взаимосвязь последнего с ростом. Как правило, при разработке кормов фирмы-производители приводят и таблицы, согласно которым кормят рыб при выращивании, учитывая температурный фактор и стадию онтогенеза. При этом добиваются оптимального соотношения между затратами корма и приростом рыб.

Начиная с 1995 г. в отечественном рыбоводстве стали широко использоваться корма западных производителей, обладающие высоким качеством вследствие сбалансированности состава и прочности гранул (экструдирование), что позволяет добиться высокого темпа роста при относительно низких значениях кормового коэффициента (КК). Однако кормовые таблицы как ряда западных, так и отечественных производителей не являются дифференцированными для осетровых разных видов и предлагают кормить этих рыб, приводя единые табличные значения, согласно которым нижний температурный порог, после которого рекомендуется прекращать кормление, составляет +10 – +12°C. Это характерно для таблиц Биомар, АллерАква, Коппенс, Скреттинг, Гидрокорм (Великий Новгород), Акварекс (г.Тверь), Райсиоагро и ряда других менее значимых для нашего рыбоводства производителей – Alma, Kronen, Milkivit. Однако нам удалось найти исключение – фирму Emsland-Aller Aqua GmbH, дочернее предприятие упоминавшейся выше датской Aller Aqua, имеющей свои заводы также в Германии и Польше. В таблице рационов этой фирмы рекомендуется задавать корм осетру при +6°C в количестве 0,6%.

В связи с этим цель нашей работы заключалась в поиске оптимизации условий содержания годовиков сибирского осетра при температурах ниже, указанных в большинстве кормовых таблиц. При выполнении работы предполагалось решить следующие задачи:

- определить, питаются ли подопытные рыбы при температуре ниже 10°C;
- получить при этих условиях рыбоводно- биологические показатели, свойственные данной возрастной группе;
- дать гидрохимическую характеристику среды, на фоне которой протекал опыт.

Для проведения опыта использовали 9 экземпляров годовиков ленского осетра, завезенных в начале марта 2015г в аквариальную СПбГАУ из прудового хозяйства «Норд Трейд», расположенного в Ленинградской области, где они находились на зимовке. Рыбы были помещены в проточную емкость рабочим объемом 0,26 м<sup>3</sup>. Водообмен в ней осуществлялся каждые 2 часа. Ванна с осетрами входила в состав системы с оборотным водоснабжением, включавшей также бассейн с рабочим объемом 0,66 м<sup>3</sup>, а также бак-накопитель, объемом 1,06 м<sup>3</sup>. Таким образом, общий объем системы, вместе с трубами водоподачи и отведения, составил 2,0 м<sup>3</sup>. Циркуляция воды осуществлялась за счет погружного насоса, производительностью 0,3 м<sup>3</sup> установленного в большой бассейн, производительностью 0,3 м<sup>3</sup>/час. Насос подавал воду в бак- накопитель, откуда она самотеком поступала в капельный биофильтр, находящийся в большом бассейне и частично

в ванну с осетрами. Биофильтр состоял из 5 перфорированных пластиковых ящиков (40x30x10 см), установленных в пазы один над другим и заполненных на  $\frac{1}{2}$  объема каждого ящика керамзитом, использованным в качестве загрузки (показатель удельной поверхности очистки –  $180 \text{ м}^2/\text{м}^3$ ). Однако, по-видимому, биофильтр играл роль скорее механического фильтра, задерживавшего между элементами загрузки крупную взвесь и экскременты рыб, т.к. подпитка системы водопроводной водой составляла  $2,2 \text{ м}^3/\text{сутки}$ , то есть за 24 часа происходила полная смена воды в установке. Таким образом, система выращивания, использованная в опыте, являлась не замкнутой (3-10% подпитки в сутки от объема установки), а оборотной. Помещение, в котором проводился опыт, было холодным, т.к. находилось в подвале здания, не отапливалось и имело приоткрываемое окно, позволявшее холодному уличному воздуху проникать в него. На протяжении опыта ежедневно спиртовым термометром измеряли температуру воды в системе. Фотопериод в помещении был естественным – свет проникал через небольшое окно. Во время наблюдений дополнительно зажигали искусственный свет, который выключали после окончания ухода за рыбой. Продолжительность опыта составила 30 суток (13.04.- 13.05.2015 г.). Рыб кормили финским форелевым кормом рецепта «Ройял», содержащим 40% сырого протеина и 30% сырого жира. Размер гранул – 5 мм. В течение первых 10 суток выращивания корм задавали вручную, один раз сутки, в количестве 20 г, при этом визуально наблюдали за поедаемостью. На протяжении последующих 20 суток был включен автоматический кормораздатчик, подвешенный над ванной с осетрами и управляемый шведским пультом «Эвос», выдававшим по 20г корма дважды в сутки, с интервалом между кормлениями 12 час., то есть в сумме 40 г/сут. корма. Периодически в емкости с осетрами осуществляли гидрохимический анализ воды, используя набор немецких реактивов JBL, включавший следующие тесты: pH, карбонатная жесткость KH,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4 - \text{NH}_3 - \text{N}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ , и Fe. К сожалению, отсутствовал тест на  $\text{O}_2$ , но вода в системе была холодной, что способствовало ее насыщению кислородом, биомасса рыбы невелика (не более 10 кг) и, кроме того, капельный биофильтр одновременно являлся аэратором, так как возвышался над уровнем воды в бассейне на высоту 65 см. Для определения массы подопытных рыб, их взвешивали с интервалом 10 сут., используя весы марки NR1000S, с точностью до 0,1г. На этих же весах отвешивали задаваемый корм. Также измеряли абсолютную длину (TL) с использованием мерной рулетки. На основании проведенных измерений рассчитывали средние показатели массы и длины тела рыб, а также ошибку среднего. На основании этих показателей вычисляли среднесуточный абсолютный прирост (отношение разности средних масс к интервалу между взвешиваниями, г/сут.), биомассу рыб (кг); норму загрузки емкости с осетрами ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ), а также кормовой коэффициент (КК).

На протяжении первых 10 суток опыта наблюдали за тем, питается ли осетр при средней температуре воды  $6,5^\circ\text{C}$ . При этом задавали  $1,0 \text{ \%}/\text{сут.}$  корма от биомассы рыбы. Этот корм активно поедался без остатка. Для сравнения небольшое количество гранул подбрасывали и стерляди, но последняя не питалась. На протяжении последующих двух десятидневных периодов норму кормления осетров увеличили до 1,4 и  $1,1\%/\text{сут.}$  соответственно. Температура воды в системе постепенно повышалась по мере весеннего потепления и достигла средних значений  $8,0^\circ\text{C}$  (вторая десятидневка) и  $8,5^\circ\text{C}$  (последние 10 суток опыта). Таким образом, среднее количество задаваемого корма на протяжении опыта составило  $1,2\%$  в сутки от биомассы рыбы. Результаты выращивания отражены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, у осетра наблюдался устойчивый весовой рост: ср. масса рыб за время опыта увеличилась на 33,9%, тогда как в длину они практически не росли (некоторые колебания, по-видимому, обусловлены погрешностью измерений живых рыб). Показатель средней массы тела, ошибка средней на протяжении опыта возрастала, что свидетельствует о неравномерности темпа роста отдельных особей в выборке. Средний показатель прироста на протяжении опыта составил  $2,5 \text{ г}/\text{сут.}$ , а средние затраты корма не превысили 1,13 кг на прирост 1 кг рыбы. Следует отметить, что показатель КК по мере роста

рыб постепенно нарастал, что, возможно, связано с постепенным увеличением нормы загрузки бассейна на фоне постепенного повышения температуры воды.

Таблица 1. Рыбоводно-биологические показатели годовиков ленского осетра при пониженных температурах воды (ниже +10°C)

Дата измерения	Ср. масса рыб (г)	Ср. абс. длина (см)	Биомасса рыб (кг)	Ср.суточн. абсолют. прирост (г/сут.)	Норма загрузки (кг/м <sup>3</sup> )	КК
13.04.2015	221 + 13,4	39,7 + 3,70	1,987	—	7,7	—
23.04	243 + 46,4	38,4 + 2,12	2,189	2,2	8,5	1,0
3.05	273 + 55,6	38,8 + 2,09	2,455	3,0	9,6	1,12
13.05	296 + 62,0	39,0 + 2,25	2,660	2,3	10,2	1,26

В целом условия выращивания на протяжении опыта были удовлетворительными, что подтверждается данными анализа воды, представленными в табл.2.

Таблица 2. Гидрохимические показатели в бассейне с осетрами

Показатель	Значение		ПДК (Сб.нормативно-технолог.документации,1986.)
	30.04.2015	13.05.2015	
pH	6,5	6,5	6,5 – 7,5
NH <sub>4</sub> -NH <sub>3</sub> -N, мг/л	0,05	0,05	4,0
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л	0,05	0,05	0,2
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	1,0	1,0	до 60
КН, °d	2,0	2,0	-
NH <sub>3</sub> , %	0,1	0	-
NH <sub>3</sub> , мг/л	0	0	-
CO <sub>2</sub> , мг/л	21	32	-
Fe, мг/л	0,6	0,6	-

Загрязнения по азоту были далеки от ПДК, установленных нормативами УЗВ. В то же время в воде наблюдалось относительно высокое содержание CO<sub>2</sub>, постепенно нараставшее к концу опыта от 21 до 32 мг/л. Как показали дополнительные измерения, высокое содержание углекислого газа наблюдалось уже в водопроводной воде подпитки (например, 3.05.2015: при КН = 2 °d и pH = 6,5, а CO<sub>2</sub> = 21 мг/л), то есть концентрация углекислого газа в емкости с осетрами и в подпиточной воде была одинаковой. В то же время к концу опыта pH воды в системе понизился до 6,0, что вызвало повышение концентрации CO<sub>2</sub> до 32 мг/л (в водопроводной воде значение CO<sub>2</sub> по-прежнему не превышало 21 мг/л). По-видимому, повышение температуры воды в системе активизировало дыхание рыб и бактерий биофильтра, а также вызвало более интенсивное разложение органики, сопровождавшееся выделением CO<sub>2</sub>.

Обращает также внимание несколько повышенное содержание железа в воде – 0,6 мг/л, что обусловлено коррозией водопроводной системы.

Кормление сеголеток осетровых рыб в прудах зимой было рекомендовано еще 1972 г. (Мильштейн, Сливка, 1972) [1]. Однако речь скорее шла не о выращивании, а о сохранении массы рыб, чтобы повысить их выживаемость во время зимнего периода. Эти исследования в дальнейшем получили развитие. Так, например, С.О. Некрасова и др. [1] провели опыт по

изучению кормления сеголеток севрюги массой 40г в осенне-зимний период. Суточные рационы при температуре ниже 12°C определяли по поедаемости корма за 15 мин. При режиме повышения температуры от 2 до 9°C норма кормления составила 0,6% от биомассы в сутки. Среди рыб в опыте наблюдались не питавшиеся особи, составлявшие 14% от всей выборки. Проведенные исследования подтвердили необходимость кормления сеголеток в зимний период, что повышает выживаемость годовиков на 17,5%. Как видно из результатов проведенной работы, кормление в зимний период рассматривается как способ, повышающий выживаемость зимующей севрюги, поэтому рацион в 0,6%/сут. может рассматриваться как поддерживающий, то есть речь идет об активном выращивании севрюги. В условиях нашего опыта годовики ленского осетра получали в среднем 1,2% в сутки – в два раза больше корма, чем в опыте с севрюгой, и активно росли.

Представляется также интересным сравнить рыбоводно-биологические показатели, полученные в нашем опыте при температуре воды 6,5 – 8°C, с таковыми, отмеченными для сеголеток и годовиков ленского осетра при выращивании в прудах в конце осеннего и начале весеннего периодов при более высоких температурах воды (табл.3).

Таблица 3. Рыбоводно - биологические показатели сеголетков и годовиков ленского осетра в прудах Саксонии (Ивойлов, не опубликованные данные)

Период выращивания	t воды (°C)	Средние		Ср. сут. абсолют. прирост (г/сут.)	Кол-во рыб в пруду (шт.)	Кол-во задаваемого корма (% в сут.)	КК
		m рыб (г)	TL (см)				
1.09 - 30.09.99	20	153,0	36,0	-	сеголетки 2800	1,2 <sup>*</sup> )	0,95
	16	200,0	38,0	2,35			
22.04 - 17.05.99	14	145,2	36,0	-	годовики 6590	1,7 <sup>**</sup> )	-
	17	222,2	40,3	3,10			
21.05 - 5.06.99	17	180,0	33,0	-	годовики 11152	1,5 <sup>**</sup> )	1,04
	22	205,0	39,0	1,67			

Примечание. \* корм Coppens Int. Troco Standard (форелевый), гранула 2 мм, сырой протеин – 46%, сырой жир – 16%; \*\*) корм Milkivit – K 18 (карповый), гранула 3 мм, сырой протеин – 36%, жир – 18%

Как видно из сравнения показателей среднесуточного абсолютного прироста в нашем опыте (табл.1) с таковыми в табл. 3, они близки и составляют 2,2 – 3,0 и 1,67 - 3,10 г/сут. соответственно. Хотя в первом случае температура воды не превышала 6,5–8 °C, а во втором была намного выше и достигала 14–20°C. Та же тенденция подобия прослеживается и при сравнении КК: в опыте этот показатель достиг значения 1,0-1,26, а в прудах – 0,95-1,04. Это говорит о том, что годовики ленского осетра при пониженных температурах (менее 10°C) растут и потребляют корм так же эффективно, как при существенно более высоких температурах воды в прудах.

По-видимому, среди осетровых есть и другие холодоустойчивые виды, как, например, сахалинский осетр: при его содержании на Охотском рыбоводном заводе он питался при температуре 6–7°C [2].

В заключение хочется упомянуть, что при выращивании сибирского осетра в прудовых хозяйствах Восточной Германии его прекращают кормить при +5°C [3], а в прямочных бассейнах хозяйства Kreba-Fisch GmbH, например, в зимний период осетр этого вида растет даже лучше, чем летом (личное сообщение г-на D. Muehle).

Как видно из данных табл. 2, значения основных параметров, связанных содержанием в воде соединений азота, находились в норме.

Не ясно было, как расценивать концентрацию CO<sub>2</sub>, равную, например, 21 мг/л, много это или мало. Дело в том, что проблема диоксида углерода в аквакультуре довольно новая и рассматривается, в частности, в статье Knösche [4]. В ней автор приводит ряд примеров негативного воздействия CO<sub>2</sub> на рыб разных видов. Так, например, 20 мг/л может

рассматриваться как критическая концентрация для карпа, а при 20-50 мг/л сильно снижается темп роста угря в УЗВ. Отмечается, что повреждающее действие  $\text{CO}_2$  зависит от рН и жесткости воды (в мягкой воде двуокись углерода влияет на рыб более угнетающе). По мнению автора, в настоящее время для  $\text{CO}_2$  трудно установить четкие границы ПДК. В качестве приблизительного значения концентрации выше 25-30 мг/л, по-видимому, могут рассматриваться как повреждающие. Установлено, что повышенное содержание  $\text{CO}_2$  в воде затрудняет у рыб поглощение кислорода и тем оказывает на них негативное воздействие [5].

Помимо  $\text{CO}_2$ , мы также обратили внимание на несколько повышенную концентрацию железа в нашей водопроводной подпиточной воде, которая достигла 0,6 мг/л. ПДК для питьевой воды, например, в Германии, составляет 0,2 мг/л, в России – 0,3 мг/л [5]. Однако для рыбоводства эта концентрация (0,6 мг/л) опасности не представляет, так как ПДК общего железа в воде, используемой с рыбоводной целью, составляет 1-2 мг/л [6].

Наши исследования позволили сделать выводы, что годовики ленского осетра активно питаются при температуре воды 6,5-8,0 °С, при норме кормления 1,2% в сутки и кормовом коэффициенте 1,13.

Среднесуточный абсолютный прирост подопытных рыб составил 2,5 г/сут. и был близок к среднему показателю (2,4 г/сут.), отмеченному у сеголеток и годовиков близкой размерной группы, выращенных в прудах при температуре воды 14-22°С.

Концентрация двуокиси углерода в воде, составляющая 21 мг/л при карбонатной жесткости, равной 2,0 °d и рН = 6,5, не является повреждающей для годовиков ленского осетра.

#### Л и т е р а т у р а

1. Некрасова С.О., Яковлева А.П., Дегтярев А.Н., и др. Анализ Рыбоводно биологических параметров сеголеток севрюги в условиях низких температур//Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития (Астрахань 13-15 марта, 2006).
2. Хрисанфов В.Е., Микодина Е.В. Сахалинский осетр, *Acipenser mikadoi*, как новый объект аквакультуры: возможности и перспективы//Вопросы рыбоводства 2013. –Т.13. – №3(51) . – С.560-567.
3. Ивойлов А.А. Пятилетний опыт выращивания сибирского осетра в прудовом хозяйстве «Петерсхайн» (Саксония)//Научно-техн. бюллетень лаб. Ихтиологии ИНЭНКО 2006. – Вып. 11. – С.18-28.
4. Knoesche R. 2006. Kohlendioxid – ein Problem der modernen Aquakultur//Fischer und Teichwirt/-Band 10. – S.369-371. 2012.
5. Сандер М. Техническое оснащение аквариумов.- Астрель, 2004. – 256с.
6. <http://www.cnshb.ru/AKDiL/0033a/base/k0090006.shtm>. – Железо.

УДК 577.4:591.524.12

Доктор биол. наук П.Е. ГАРЛОВ  
(СПбГАУ, garlov@mail.ru)

### РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ БИОТЕХНИКОЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА РЫБ НА ОСНОВЕ НЕЙРОЭНДОКРИНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Нейросекреторная система рыб, нейроэндокринная регуляция размножения рыб, принципы управления размножением рыб

Полносистемные исследования нейроэндокринной регуляции размножения рыб начались с наблюдения о явно стрессорном состоянии организма у них в процессе нереста [1]. Это состояние особенно выражено у крупнотельных проходных форм, характеризующихся высокой материально-энергетической напряженностью размножения (рис. 1).