

Аквакультура

УДК 639.3.043:639.371.2

О целесообразности специального предзимнего кормления самок осетровых рыб в промышленных условиях

*М.А. Щербина¹, И.В. Бурлаченко², А.В. Мышкин¹, К.В. Суховер², А.С. Сафронов²,
О.А. Бондаренко¹, В.С. Григорьев³*

¹ Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), п. Рыбное, Московская обл.

² Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

³ Ассоциация производителей русской пеньки, г. Москва

E-mail: melilotusss@mail.ru

В настоящее время содержание и подготовка к нересту производителей осетровых рыб в установках с замкнутым водоснабжением предусматривают относительно короткий (10–14 суток) период снижения температуры на фоне прекращения кормления и последующую зимовку без кормления до нереста. При таком подходе не учитывается специфика пищевых потребностей производителей, обусловленная сезонными особенностями их метаболизма, в том числе, генеративного обмена. В экспериментальных работах, выполненных в аквариальных условиях и в осетровом хозяйстве промышленного типа, получено подтверждение целесообразности дополнения технологии содержания производителей осетровых рыб в УЗВ новым этапом — предзимним кормлением самок. Его сутью является замена традиционно используемого короткого периода снижения температуры воды до зимовальных значений более продолжительным периодом «осеннего нагула» с понижением температуры воды в течение 30–35 суток при сохранении кормления. На 54 самках аксайского бестера и 49 самках сибирского осетра было показано, что предзимнее кормление самок (по сравнению с голодающими рыбами) способствует улучшению процессов созревания ооцитов, о чем свидетельствует увеличение их диаметра и более эффективное снижение коэффициента их поляризации (в 1,5–3,0 раза). Кормление не только положительно сказывается на качестве подготовки самок к нересту, но и позволяет обеспечить получение большего количества икры. При этом оплодотворение икры, полученной от питавшихся самок, повышается на 10–17%, развитие эмбрионов — на 10–20%. Результаты опытов в производственных условиях, продемонстрировавшие увеличение продукции икры (более чем на 35%) у питавшихся в предзимний период самок сибирского осетра, убедительно подтвердили целесообразность их кормления в период понижающейся температуры. Также было показано отсутствие существенных различий в период «осеннего нагула» во влиянии на самок высокоэнергетичных кормов и предлагаемых специализированных кормов с пониженным содержанием белка и липидов.

Ключевые слова: осетровые рыбы, кормление, осенний нагул, преднерестовое содержание, репродуктивное качество самок, установка замкнутого водоснабжения.

ВВЕДЕНИЕ

Осетровые рыбы на протяжении многих десятилетий остаются объектом многочисленных исследований. Технологии прижизненного получения икры от осетровых рыб и многократного использования производителей давно нашли широкое применение [Бурцев, 1969 а, б; Подушка, 1986; Бурцев и др., 1999; Мельченков и др., 2010; Филиппова и др., 2015]. Тем не менее, в индустриальном рыбоводстве и особенно при содержании осетровых рыб в установках с замкнутым циклом водоснабжения (далее — УЗВ), сохраняют актуальность вопросы качества получаемой икры как используемой для целей репродукции, так и икры пищевого назначения. Эти вопросы обусловлены сильнейшим влиянием, которое оказывают на рыб индустриальные условия. По нашим данным [Сафронов и др., 2007, 2016], сроки первого созревания производителей осетровых в условиях УЗВ по сравнению с тепловодными и прудовыми хозяйствами в V, VI зонах рыбоводства сокращаются на 40%, а межнерестовый интервал на 50%. Помимо сокращения сроков созревания, технологии аквакультуры осетровых способствовали исчезновению четкой сезонной приуроченности нереста. Если в природной среде обитания нерестовый сезон проходит весной и не превышает 1–1,5 месяцев, то в условиях аквакультуры готовые к нересту производители встречаются с октября по апрель [Кривцов, Козовкова, 2002; Мельченков и др., 2010]. В условиях УЗВ процесс созревания половых продуктов у производителей осетровых носит круглогодичный характер [Сафронов и др., 2016]. Столь значимые изменения сроков и сезонности созревания производителей осетровых рыб в индустриальных условиях становятся возможными за счёт поддержания благоприятного температурного и кислородного режимов содержания рыб, а также постоянной обеспеченности достаточно калорийной пищей и интенсивного кормления.

В рыбной практике для кормления производителей осетровых рыб, в большинстве случаев, используют концентрированные однотипные комбикорма, содержащие до 50–52% белка. Преимущественное использование имеют корма импортного производ-

ства, а также отечественные комбикорма типа лососёвых либо пастообразные, производимые из разнообразного местного сырья. Нередко высокобелковые и богатые жирами комбикорма вызывают дистрофию, неблагоприятные сдвиги в составе крови, патологические изменения скелета, ожирение внутренних органов, а также необратимые изменения в воспроизводительной системе осетровых рыб [Кривцов, Козовкова, 1977]. По данным В.Ф. Кривцова [2002] созревание самок осетровых зачастую тормозится при их ожирении, которое может быть обусловлено чрезмерным кормлением на определённых этапах выращивания. Кроме того, у рыб, достигших половой зрелости в подобных условиях, часто имеет место десинхронизация и нарушение половых циклов, наблюдается снижение оплодотворяемости яйцеклеток и нарушение процесса развития икры, в результате чего увеличиваются частота и варианты уродств, а так же отмечается массовая гибель предличинок [Загребина, 2007; Сафронов и др., 2007 и др.]. Наиболее остро вопросы качества питания и его режима встают в индустриальных хозяйствах на основе УЗВ с их сложностями в поддержании оптимальных условий гидрохимического и температурного режимов.

По нашему мнению, традиционная практика содержания и кормления в данном случае, не учитывает специфики пищевых потребностей производителей осетровых рыб, обусловленных сезонными особенностями их метаболизма и, в частности, генеративного обмена. Между тем, в эволюционно сложившейся адаптации воспроизводительной системы осетровых рыб, обитающих в географических условиях России, генеративный обмен тесно связан с сезонной динамикой естественного температурного режима и, соответственно, режима и качества питания [Айзенштадт, 1977; Детлаф и др., 1981]. Осенью в природных условиях при понижении температуры активность питания осетровых рыб снижается, также сокращается количество доступной им пищи и меняется её качественный состав. На этом этапе рыбам требуются хорошо сбалансированные пищевые источники с пониженным содержанием белка, богатые энергией, а также незаменимыми и биологически активными

факторами питания, а, кроме того, иное, чем в ростовой период, соотношение белка и энергии. При дальнейшем понижении температуры у производителей наблюдаются резкое торможение и последующая остановка роста при практически полном зимнем прекращении питания. В то же время при осеннем похолодании и далее во время зимы в организме рыб происходит перераспределение накопленных запасов в пользу половых желёз и развивающихся яйцеклеток. Этот период наиболее активного трофолазматического роста ооцитов. Нерест осетровых рыб проходит после голодной зимовки при достаточно низких температурах.

С этих позиций именно проблема состава и питательности репродукционных кормов для осетровых рыб является наименее разработанной и наиболее сложной. Существующее положение обусловлено не только их видовым разнообразием и длительностью созревания, но и скудостью отечественной экспериментальной базы для проведения подобных исследований и, в частности, дефицитом производителей, требуемых для проведения подобных работ. Технология кормления по этим же причинам разработана недостаточно. Сюда можно отнести систему нормирования и режимы кормления, в частности, сроки его начала и окончания, а также длительность технологических пауз в период повышенных летних или пониженных зимних температур.

Всё это дало основание полагать, что назрела необходимость пересмотра технологии преднерестового содержания производителей осетровых рыб (прежде всего самок) в условиях индустриальных хозяйств перед искусственной зимовкой и последующим нерестом. Идея этой работы состояла в создании для самок более благоприятных условий, чем обычно практикуется в хозяйствах индустриального типа в подобной ситуации [Мельченков и др., 2010]. Их сущность — замена голодания в период снижающихся температур, предшествующих зимовке, ограниченным питанием специализированными комбикормами. Таким образом, предполагалась имитация осеннего питания, которая должна была способствовать нормализации обмена веществ в период трофолазматического роста ооцитов, проходящего

в природных условиях в преддверии наступления зимы и последующей зимовки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В целях решения поставленной задачи в лаборатории физиологии и кормления рыб ВНИИПРХ на основе разработок, выполненных ранее для карповых рыб [Щербина, Гамыгин, 2006; Щербина и др., 2016], была создана рецептура репродукционных комбикормов для самок осетровых рыб серии «Осетровые Репродукционные, специализированные для Самок» (далее — ОРС). По сравнению с обычными репродукционными комбикормами эти корма предусмотрены только для использования в период технологического снижения температуры воды при содержании производителей перед зимовкой и последующим нерестом. Существенной особенностью экспериментальных кормов этой серии явилось заметное снижение содержания в них белка и частично липидов. Были испытаны несколько модификаций корма. Отличия между ними были связаны с изменениями состава компонентов. Также в экспериментах использовали голландский коммерческий комбикорм осетровой рецептуры Sorpens Repro (далее — Repro).

Химический состав использованных комбикормов приведён в табл. 1.

Экспериментальные работы с производителями были начаты в 2015 г. в условиях аквариального комплекса ФГБНУ «ВНИРО», где в период 2015–2017 гг. было проведено три серии опытов. Использовали самок аксайской породы бестера F₃ (возвратный гибрид белуга × стерлядь × стерлядь) — относительно некрупного представителя осетровых рыб. Опыты с рыбами малого размера были важны и интересны для нас ещё по той причине, что проведение экспериментов с крупными экземплярами всегда осложнялось множеством серьёзных трудностей, главной из которых, была необходимость иметь в наличии большое количество самок, однотипно физиологически подготовленных к нересту. В то же время в условиях аквариального комплекса ВНИРО имелась возможность формирования требуемых групп самок в течение всего года.

Результаты, полученные на самках бестера, в 2016–2017 гг. были дополнены исследова-

Таблица 1. Химический состав использованных комбикормов

Корм	Содержание питательных веществ (% сухого вещества)				Энергия, МДж/кг
	сырой протеин	сырой жир	углеводы	зола	
ОРС-3	37,5	12,5	40,5	9,5	20,2
ОРС-4–1	37,1	10,5	48,1	4,3	20,5
ОРС-4–2	29,1	8,0	58,2	4,7	19,4
ОРС-5	35,8	11,5	46,8	5,9	20,4
Correns Repro	48,0	15,0	1,3*	8,5	20,8

*Только клетчатка. Состав корма Repro приведён в соответствии с прописью фирмы Correns [Correns, 2019].

Таблица 2. Схема и условия проведения

Год и серии опытов	Место проведения	Объекты исследований	Количество самок в группах, экз.	Предзимнее кормление		
				продолжительность, сут.	вид корма	
Серия 09.06.– 13.07.2015	аквариальная ВНИРО	бестер аксай- ский	экспериментальная	13	35	ОРС-3
			контрольная	12	–	–
Серия 29.07.– 02.09.2016	аквариальная ВНИРО	бестер аксай- ский	экспериментальная	6	35	ОРС-4–1
			контрольная	6	–	–
Серия 03.05.– 03.07.2016	Алексинский осетровый завод	осётр сибир- ский	экспериментальная 1	10	30	ОРС-4–2
			экспериментальная 2	10	30	Repro
			контрольная	7	–	–
Серия 21.02.– 28.03.2017	аквариальная ВНИРО	бестер аксай- ский	экспериментальная	9	35	ОРС-3
			контрольная	8	–	–
Серия 18.07.– 08.09.2017	Алексинский осетровый завод	осётр сибир- ский	экспериментальная 1	12	30	ОРС-5
			экспериментальная 2	8	30	Repro

Примечание: «–» — рыб не кормили.

ниями на более крупных представителях осетровых, а именно на самках сибирского осетра. Эти опыты проводили в условиях промышленного Алексинского осетрового завода, расположенного в Тульской области.

Общие сведения о схеме и условиях проведения экспериментов в аквариальных и производственных условиях представлены в табл. 2.

В связи с тем, что при проведении опытов использовали производителей двух видов осетровых, имеющих существенные различия по массе, а также ряд методических различий, связанных, в основном, с производственными условиями, статья разделена на 2 части, в которых отражена специфика опытов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Опыты с самками бестера

В опытах использовали самок, близких по массе, находившихся на IV стадии зрелости гонад. Готовность самок к нересту определяли по шкале зрелости половых желёз В.В. Трусова [1964] с применением метода биопсии и неинвазивного экспресс-метода УЗИ-диагностики [Казанский и др., 1978; Чебанов, Галич, 2010]. Рыб отбирали по результатам определения диаметра ооцитов и расчёта коэффициента поляризации ядра ооцита (КП). Согласно используемой технологии, рыбы, коэффициент поляризации ооцитов которых составляет ме-

нее 18%, считаются подготовленными к искусственной зимовке и нересту.

Следует отметить, что на момент начала экспериментов коэффициенты поляризации ооцитов в экспериментальных вариантах были несколько выше, чем в контрольных для обеспечения синхронизации зимовки и нереста обеих групп. Это обстоятельство обусловлено необходимостью более длительной подготовки экспериментальных групп к зимовке за счёт кормления. Попытки выровнять группы по коэффициенту поляризации приводили либо к перезреванию самок в группе с предзимним кормлением, либо к отставанию в развитии ооцитов у самок контрольной группы из-за большого значения коэффициента поляризации.

Для оценки репродуктивного качества самок использовали изменения значений коэффициента поляризации ооцитов, количество икринок в 1 г икры, рабочую плодовитость, оплодотворяемость икры, оценивали также долю развивающихся эмбрионов и наличие или отсутствие у них уродств.

Рыб содержали в двух системах УЗВ, состоящих из бассейнов, объёмом 3 м³, при плотности посадки 12 кг/м³. Наблюдения за гидрохимическим режимом, в частности, содержанием в воде нитритов и аммонийного азота показали, что все гидрохимические параметры находились в оптимальном диапазоне и не превышали ПДК [Нормативы качества ..., 2011].

С первого дня экспериментов группы подопытных производителей переводили на кормление специализированными кормами серии ОРС на фоне ступенчатого снижения температуры воды. Нормы кормления также снижали в соответствии с температурой воды и активностью рыб. Затем при температуре воды ниже 7 °С, когда рыбы прекращали питаться, начинался этап зимовки. Продолжительность периода предзимнего кормления составляла

35 суток. Нормы кормления, опробованные в опыте, приведены в табл. 3.

Кормление рыб контрольных групп с первого дня экспериментов прекращали. Их перевод на зимовку (снижение температуры) проводили в соответствии с обычной технологией в течение 14 дней. Продолжительность зимовки подопытных и контрольных групп составляла 55 суток.

На рис. 1 отражены изменения температурного режима содержания экспериментальных и контрольных групп, а также продолжительность и рационы кормления самок, получавших корма.

Основные показатели, характеризующие состояние самок, полученную от них икру и потомство в экспериментальных и контрольных группах, приведены в табл. 4.

Анализируя данные табл. 4, можно видеть, что масса самок за период опытов практически не изменилась. Сохранение её на неизменном уровне у рыб, не получавших корма, с одной стороны, свидетельствует об отсутствии явных признаков голодания, с другой — оно вполне может затушевываться накоплением в тканях воды, что нормально для периода голодания. Соответствующих химических определений тканей производителей мы не проводили, т. к. они не входили в задачи работы. В то же время питание рыб комбикормами отразилось (что естественно, и чего мы добивались) на состоянии зрелости ооцитов.

У самок из подопытных групп всех трёх серий экспериментов диаметр ооцитов увеличился в среднем на 23%, в контрольных группах — на 12%. Особый интерес представляют данные об изменениях коэффициентов поляризации ооцитов (КП). После кормления и зимовки у питавшихся самок они снизились более заметно по сравнению с контролем, составив, в среднем, 6,8 и 8,8%, соответственно. Следует отметить, что в начале опыта коэффици-

Таблица 3. Нормы кормления самок бестера перед зимовкой в период снижающейся температуры воды

Показатель	Температура, °С				
	21	18–16	14–12	12–8	7–6
Нормы кормления, % от массы тела	0,8	0,6	0,4	0,2	–

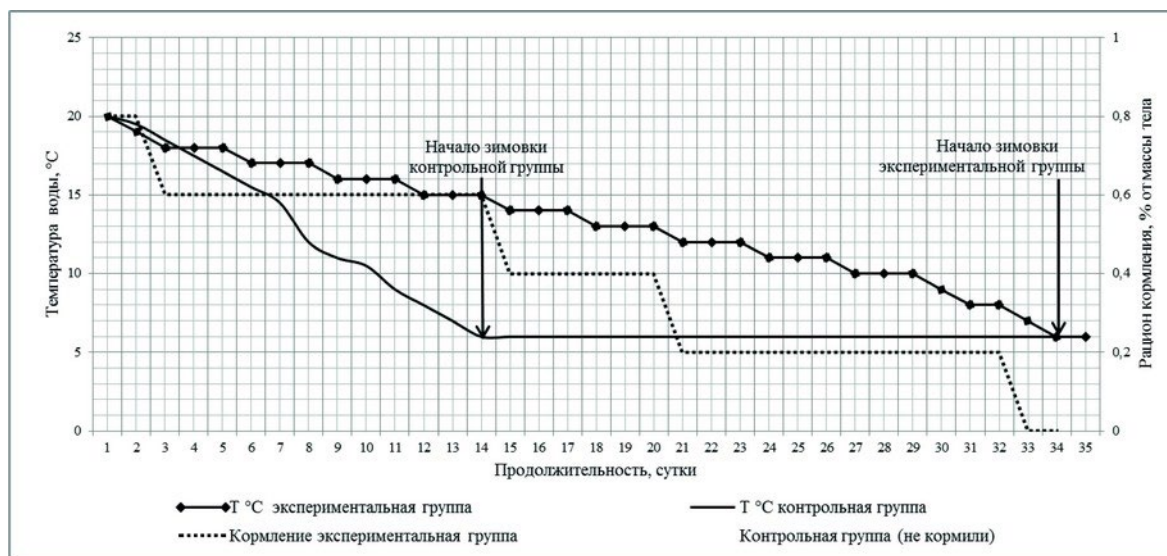


Рис. 1. Температурный режим предзимнего содержания и кормления самок аксайского бестера в условиях аквариальных опытов

Таблица 4. Характеристика ооцитов и рыбоводных показателей самок аксайского бестера на различных этапах эксперимента

Вариант корма / опыта	Характеристика самок				Характеристика ооцитов								Характеристика икры				
	масса, кг		доля отнерстившихся, %	%	Диаметр, мм				Коэффициент поляризации, %				рабочая плодовитость, тыс. шт.	количество икринок в 1 г	оплодотворение, %	развитие эмбрионов, %	уродства, %
	начало опыта	после кормления			после зимовки	начало опыта	после кормления	после зимовки	изменения, % ¹	начало опыта	после кормления	после зимовки					
Серия 2015 г.: 09.06. –13.07.15																	
ОРС-3	2,4±0,1	2,4±0,1	2,3±0,1	83,3	2,1±0,1	2,6±0,2	2,6±0,1	>24	19,4±0,3	10,6±0,6	6,9±0,7	<64	40733	76	83,7	67	0
Без кормления (контроль)	2,4±0,1	-	2,2±0,1	70	2,2±0,1	-	2,5±0,2	>14	14,0±1,4	-	8,2±0,7	<41	31559	87	73,3	57	0
Серия 2016 г.: 29.07. –02.09.2016																	
ОРС-4-1	2,5±0,2	2,7±0,2	2,6±0,2	83,3	2,2±0,2	2,4±0,6	2,6±0,5	>18	17,2±0,3	12,7±1,4	6,6±0,8	<62	31294	87	97,0	35	4
Без кормления (контроль)	2,5±0,3	-	2,5±0,2	70	2,2±0,2	-	2,6±0,2	>18	14,3±1,5	-	9,8±1,1	<32	33195	86	81,0	18	16
Серия 2017 г.: 21.02. –28.03.17																	
ОРС-4-2	3,2±1,4	3,2±0,2	3,2±0,2	100	1,9±0,2	2,2±0,3	2,4±0,3	>26	24,0±0,8	16,0±0,8	7,0±0,5	<71	59190	103	38,0	60	7
Без кормления (контроль)	3,2±1,1	-	3,2±0,9	87	2,4±0,07	-	2,5±0,6	>4	10,5±1,2	-	8,5±0,8	<20	38575	81	21,0	38	5

¹ Изменения по отношению к той же величине в начале опыта.

енты поляризации ооцитов у самок из экспериментальных групп были почти в два раза выше, чем в контрольных группах (в среднем 20,2 и 12,9%, соответственно). Согласно литературным данным [Чебанов, Галич, 2011] оптимальные значения этого показателя находятся в диапазоне 5–10%. Несмотря на то, что по величине КП самки из подопытных и контрольных групп находились в оптимальном диапазоне, более низкие значения коэффициентов у питавшихся самок свидетельствовали об их лучшей подготовке к нересту.

Подтверждением этого положительно-го эффекта во всех сериях опытов явилось большее количество самок, отнерестившихся в группах, получавших корм перед зимовкой.

Оценка показателей плодовитости и качества полученной икры (табл. 4) также подтвердили выявленную тенденцию. Причём, на показатель плодовитости самок влияние предзимнего кормления оказалось более существенным. У самок, получавших корм, плодовитость была выше на 27%. Это при том, что преднерестовая масса самок экспериментальной и контрольной групп была сходной. Следует отметить, что процесс кормления оказал положительное влияние и на оплодотворяемость икры. Во всех сериях опытов у рыб, получавших корм, она была выше, по сравнению с самками контрольной группы, в среднем на 28%.

Несомненный интерес для практического рыбоводства представляют данные по развитию эмбрионов. По трём сериям опытов при одинаковых условиях инкубации, доля развивающихся эмбрионов была на 42% выше в икре, полученной от самок с предзимним кормлением.

Следует отметить, что во второй и в третьей сериях как в контрольном, так и в опытном вариантах были зафиксированы отклонения в развитии эмбрионов. Эти отклонения выражались в нарушениях развития головного и хвостового отделов личинок. В то же время согласно литературным данным [Детлаф и др., 1981] аномальное развитие зародышей может быть обусловлено не только недостаточно благоприятными условиями инкубации и низким качеством икры, но и быть результатом проникновения в яйца избыточного количества

сперматозоидов — так называемой «полиспермии» икры, что вполне возможно при использованном полусухом способе оплодотворения. Тем не менее, в икре, полученной от питавшихся в предзимний период самок, доля эмбрионов с аномалиями в развитии (в среднем по двум сериям экспериментов) была ниже на 40%.

Принимая во внимание сходные условия содержания рыб во всех трёх сериях, а так же очень близкие (почти одинаковые) значения массы рыб во всех периодах эксперимента, для большей наглядности мы усреднили результаты всех серий опытов и представили их по отношению к аналогичным показателям контрольных вариантов. При этом усреднённые значения показателей контрольного варианта были приняты за 100% (рис. 2).

Данные, представленные на рис. 2, более рельефно демонстрируют эффект предзимнего кормления. Увеличение диаметра ооцитов у питавшихся в этот период самок, наряду с выраженным снижением значений коэффициента поляризации, свидетельствует о более значимом накоплении в них питательных веществ и повышении качества процессов созревания ооцитов на завершающих стадиях гаметогенеза. Следствием этого явилось увеличение доли отнерестившихся самок и количества получаемой от них икры. Положительная динамика изменения продукционных характеристик самок составила от 10 (количество отнерестившихся самок) до 40% (развитие эмбрионов), что позволило заметно повысить продуктивность системы выращивания в целом. Особо следует отметить положительное влияние предзимнего кормления на количество и качество потомства. Это позволяет рекомендовать использование данного технологического элемента в системах УЗВ как при получении посадочного материала для товарных хозяйств, так и в организациях по получению молоди осетровых, предназначенной для пополнения природных популяций.

Опыты с самками сибирского осетра

Опыты с крупными рыбами — самками сибирского осетра были проведены сотрудниками ВНИИПРХ в течение 2016 и 2017 гг. Основной интерес при выполнении этой части работы заключался в возможности внесения

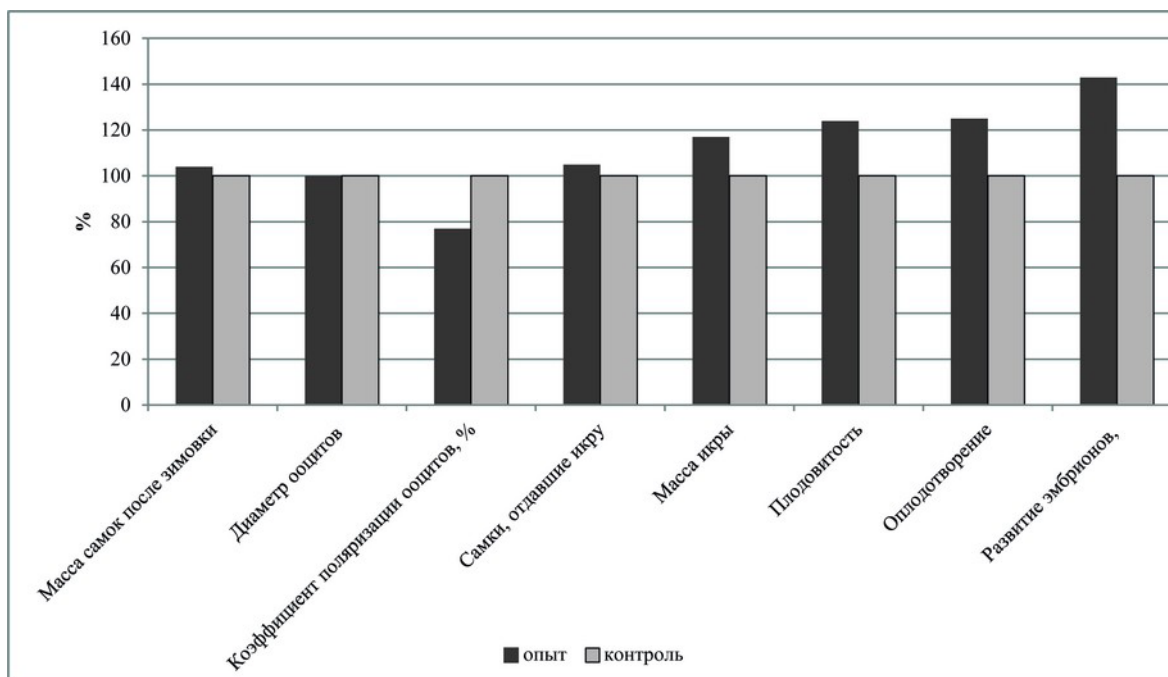


Рис. 2. Влияние предзимнего кормления на продуктивные показатели самок аксайского бестера, % к контролю

изменения в технологию многократного получения потомства у осетровых рыб [Мельченков и др., 2010], реализуемую в производственных условиях. В соответствии с технологией после нереста производителям обеспечивают активное восстановительное кормление и последующую «искусственную зимовку», которая предшествует уже новому нересту. Однако в результате нововведений производители осетровых рыб лишились одного из важных сезонных периодов — осеннего нагула при снижающейся температуре. В то же время он имеет для самок немаловажное значение в накоплении и утилизации резервов питательных веществ и энергии на последующих жизненных этапах. Это дало основание для попытки использования краткосрочной «технологической» паузы (снижения температуры воды до зимовальной) в качестве имитации, хотя бы в искажённом и сокращённом виде «осеннего нагула», что позволило бы обеспечить осеннее питание, необходимое для нормализации обмена веществ в период трофоплазматического роста ооцитов в преддверии наступления зимы и последующего нереста.

Эксперименты были начаты в 2016 году на Алексинском осетровом заводе, где были предоставлены 3 одинаковых бетонных бассейна,

30 половозрелых самок и 5 самцов сибирского осетра.

Первоначальная схема проведения экспериментов предполагала следующее: 2 бассейна — для испытания специализированного комбикорма ОРС-3 и один бассейн — контроль — полное голодание рыб. Однако, возможные риски потери части рыболовной продукции (икры) из-за изменения технологии и применения неизвестного для хозяйства корма, не позволили администрации в полной мере принять наши условия проведения опытов. В этой связи в 2016 г. по просьбе руководства хозяйства один экспериментальный вариант был заменён комбикормом Рерго голландской фирмы Соррепс. Условия хозяйства не могли быть отклонены ещё и потому, что, согласно прописи фирмы, корм Рерго, предназначенный для кормления маточного стада, должен обеспечивать оптимальное развитие половых продуктов, высокое качество икры, а также высокую выживаемость мальков и поддержание общего здоровья рыб. Мы согласились с этими доводами потому, что в этом случае появлялась возможность сравнительного испытания коммерческого корма, богатого белком, жиром, витаминами, и экспериментального корма с пониженным содержанием основных элементов питания (табл. 1).

В дальнейшем, в опытах 2017 г. использовали специализированный комбикорм ОРС-5. Его основное отличие от ОРС-3, применявшегося в 2016 г., состояло в исключении, возможно, токсичного сырья, каковыми являются кровяная мука, пшеничный глютен и витазар. Главная особенность корма ОРС-5 — присутствие конопляного жмыха, оказывающего аттрактивный эффект. Кроме того, в корм было введено конопляное масло — редкий в составе растительного сырья источник высоконасыщенных жирных кислот, в том числе незаменимой γ -линоленовой кислоты. Ранее, в 2016 г. эти добавки показали хороший аттрактивный эффект на самках бестера — рыбы очень охотно поедали корм, даже при низкой температуре воды.

Методика проведения опытов и оценки состояния самок была близкой с условиями опытов ВНИРО и неизменной в течение двух лет. Имевшиеся отличия были связаны с невозможностью получения ряда показателей в производственных условиях, в частности по

развитию икры, наличию уродств эмбрионов и ряду других.

Самок сибирского осетра, отобранных на IV стадии зрелости с коэффициентом поляризации ооцитов в диапазоне 17–21%, рассаживали в бассейны площадью 5 м² и глубиной 1,5 м при плотности посадки 22 кг/м³. Самцов содержали отдельно. Перед наступлением «предзимнего» периода летнее кормление подопытных рыб прекращали. Рыб переводили на сниженный рацион (0,2% от массы тела) экспериментальных кормов серии ОРС или корма Рерго. В 2016 г. в качестве контроля была использована группа самок, кормление которой прекратили одновременно с началом снижения температуры воды. Снижение температуры воды до «зимовочной» проводили начиная с 19–18 °С шагом по одному или двум градусам (последнее через 1–2 дня) в течение 30 суток вплоть до 7–6 °С. Зимовка продолжалась 1 месяц, и далее 1 месяц температура воды поднималась до нерестовых значений.

Таблица 5. Рыбоводные показатели самок сибирского осетра после проведения экспериментов по предзимнему кормлению

Вариант корма/опыта	Характеристика самок			Характеристика ооцитов						Характеристика икры	
	количество, экз.	средняя масса, кг	отдали икру, экз.	диаметр, мм			коэффициент поляризации, %			общая масса полученной икры, кг	оплодотворение, %
				до зимовки	перед нерестом	изменения, % ¹	до зимовки	перед нерестом	изменения, % ²		
Серия 2016 г.: 03.05.–03.07.16 г.											
К/к ОРС-3	10	11,2	7	2,6±0,1	2,9±0,1	>11,5	19	11	<42	10,8±1,5	85,7
К/к Рерго	10	11,4	7	2,6±0,1	2,7±0,1	>3,8	17	8	<53	11,3±1,6	80,0
Без кормления (контроль)	9	11,9	7	2,4±0,1	2,8±0,1	>16,7	18	9	<50	8,0±1,5	80,5
Серия 2017 г.: 18.07. –08.09.17 г.											
К/к ОРС-5	12	11,2	8	2,95±0,1	3,0±0,1	>2,4	19	13	<32	8,3±0,1	95,0
К/к Рерго	8	11,8	4	2,91±0,1	3,0±0,1	>3,4	21	14	<33	4,7±0,2	60,0

¹ Увеличение по отношению к значению «до зимовки».

² Снижение по отношению к значению «до зимовки».

Характеристика рыбоводных показателей самок сибирского осетра после «предзимнего» кормления приведена в табл. 5.

Представленные в табл. 5 данные позволяют говорить, что в первый год исследований как испытуемые, так и контрольные рыбы были относительно хорошо подготовлены к зимовке. Это выражалось в близком количестве отнерестившихся самок. Судя по диаметру ооцитов, в вариантах с кормлением более активно этот процесс шёл у самок, питавшихся кормом ОРС-3. Об этом свидетельствуют увеличение диаметра ооцитов (около 12% против 4% в случае с Рерго) и уровень снижения поляризации, который достиг 42%. По этим же признакам почти с равной интенсивностью шло созревание ооцитов у контрольных голодавших рыб. В этом случае было несколько большее увеличение диаметра ооцитов (до 17%) и снижение коэффициента их поляризации (на 50%). В конечном итоге это нашло отражение в общем количестве полученной икры. Также следует отметить более высокий по сравнению с кормом Рерго процент оплодотворения икры у рыб, получавших корм ОРС-3 (на 5% в 2016 г.) и ОРС-5 (на 35% в 2017 г.).

В 2017 году по настоянию руководства хозяйства схема опытов была изменена. Был исключён контрольный вариант (без кормления), наблюдения проводили за рыбами, получавшими в одном варианте специализированный корм ОРС-5, во втором — корм Рерго. Следует также отметить, что в производственных условиях не удалось отобрать необходимого количества самок со значениями коэффициентов поляризации ооцитов, аналогичными 2016 г. В этой связи, в опытах 2017 г. на начальном этапе эксперимента коэффициенты поляризации ооцитов были выше, чем у самок, использованных годом ранее.

Как видно из данных, представленных в табл. 5, за период кормления диаметр ооцитов на корме ОРС-5 увеличился незначительно — на 2,4%, а на корме Рерго — на 3,4%. Коэффициенты поляризации ооцитов в обоих вариантах кормления не достигли 8–10% — оптимальных для нереста значений. Следствием этого явился тот факт, что на корме ОРС-5 удалось получить икру только от 67% самок, а на корме Рерго — от 50%.

Сравнивая результаты экспериментов двух лет, можно видеть, что во второй год исследований на корме серии ОРС увеличение диаметра икринок сократилось против предыдущего года в 5 раз, а в варианте с Рерго осталось почти без изменений. При этом снижение коэффициентов поляризации уменьшилось в обоих случаях почти одинаково на 32% (комбикорм ОРС-5) и на 33% (комбикорм Рерго). Таким образом, влияние обоих кормов на созревание ооцитов было достаточно сходным. Отсутствие контрольного варианта (без кормления) не позволило сделать однозначного предположения о причинах торможения (по сравнению с предыдущим годом) процессов созревания ооцитов у рыб, получавших корма. Вполне возможно, что это может быть связано с несоблюдением условий зимовки. Однако, наиболее вероятной причиной, на наш взгляд, является тот факт, что в 2017 г. для опытов были отобраны самки, имевшие слишком высокий коэффициент поляризации ооцитов. Продолжительность их предзимнего кормления в течение 30 дней оказалась недостаточной для достижения оптимальных значений (18%) для начала зимовки, и в дальнейшем 8–10% — после зимовки перед нерестом.

Таким образом, по ряду причин производственного характера, в условиях хозяйства, по сравнению с аквариальными опытами, мы получили менее заметный эффект влияния предзимнего кормления на биологические показатели самок осетра. В то же время, в производственных условиях нам представилась возможность оценить его воздействие на продукционные показатели рыб, использованных в экспериментах. В табл. 6 приведены сводные результаты за 2 года исследований, отражающие комплекс продукционных характеристик 49 самок сибирского осетра как голодавших в период подготовки к зимовке, так и получавших специализированные корма серии ОРС и коммерческий корм Рерго.

Можно видеть, что в случае сравнения питавшихся рыб с голодавшими (к сожалению, контрольный вариант только один) — питание сибирского осетра в предзимний период экспериментальным кормом ОРС-3 привело к увеличению общей массы полученной икры (в % по отношению к массе всей группы из 10 рыб),

Таблица 6. Сравнительная характеристика эффекта питания самок сибирского осетра различными кормами при их предзимнем содержании в УЗВ

Продукционные показатели	Вариант кормления/опыта				
	без кормления	2016 г.		2017 г.	
		к/к «ОРС-3»	к/к «Рерго»	к/к «ОРС-5»	к/к «Рерго»
Средняя масса самок	11,9	11,4	11,2	11,2	11,8
Доля самок, отдавших икру, % от общего количества самок	78	70	70	67	50
Общая масса самок, кг	107,4	111,7	114,1	138,5	99,0
Общая масса самок, отдавших икру, кг	80,6	76,9	71,5	89,5	49,5
Общая масса полученной икры, кг,	7,6	10,8	11,3	8,3	4,7
Относительная плодовитость, г/кг	99	140	158	93	95
Среднее количество икры на 1 самку, кг	1,09	1,54	1,61	1,14	1,18
Доля икры от общей массы самок, использованных в опытах, %	7,1	9,7	9,9	6,0	4,7

к корму ОРС-3 — на 25%, а к 7, отдавшим икру, на 1 кг их массы — на 29%.

Согласно табл. 6 осеннее питание в годы испытаний 2016–2017 гг. не привело к увеличению числа самок, отдавших икру, однако её количество, полученное от питавшихся рыб, было большим почти на 30% (из расчёта на массу рыб, отдавших икру, г/кг веса). В 2016 г. репродуктивный индекс в опыте составил 140–158 г/кг веса самок против 99 г/кг по традиционно используемой технологии зимования без кормления. В 2017 г. соответственно было получено 93–95 г/кг икры только в опыте без контроля, но с кормом Рерго.

Испытывавшийся одновременно в течение 2-х лет по желанию хозяйства, более концентрированный и дорогой репродукционный корм Рерго со значительно большим содержанием белка, дал увеличение выхода икры в сравнении с кормом ОРС-3 от одной самки на 4%. Однако при этом, рыболовные качества икры (оплодотворяемость и выход личинок) оказались несколько худшими.

Представленный в табл. 6 репродуктивный показатель, отражающий долю полученной икры от общей массы самок, использованных в опытах, является очень интересным с позиций оценки эффективности системы выращивания, главной целью которой является производство пищевой икры. По результатам 2016 г.

он наглядно демонстрирует преимущество кормления самок в период предзимнего снижения температуры, по сравнению с голоданием. Из данных таблицы чётко видно, что за счёт кормления в группах самок, используемых для получения икры, можно обеспечить увеличение её выхода на 37–39%. При этом различия в доле икры, полученной от самок, питавшихся высокоэнергетичным кормом Рерго (48% белка и 15% жира) и специализированным кормом с пониженным содержанием белка и жира (соответственно, 37,5% и 12%) составили всего два процента. В 2017 г. по показателю доли икры, получаемой от общего количества использованных самок, корм серии ОРС показал существенное преимущество.

Подводя итог, следует отметить, что в производственных условиях на сибирском осетре мы не смогли получить чётко выраженного повторения особенностей созревания ооцитов, отмеченных ранее в экспериментальных условиях на бестере. В то же время на производстве нам удалось продемонстрировать наиболее значимый для хозяйства эффект от применения этого типа кормления самок — увеличение почти до 40% выхода икры по сравнению с самками, не получавшими корм в предзимний период. Кроме того, следует отметить необходимость более чёткого контроля коэффициента поляризации ооцитов при переводе самок

с этапа «летнего» нагула на этап «предзимнего кормления» и последующую зимовку до нереста. Желательно, чтобы коэффициенты поляризации ооцитов на этих этапах не превышали 17–19, 14–16, и 8–10%, соответственно. В случае задержек в динамике снижения коэффициентов поляризации ооцитов необходима задержка перевода таких самок на последующие этапы подготовки к нересту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая результаты экспериментов, выполненных в течение трёх лет, мы получили практическое подтверждение теоретического обоснования целесообразности дополнения технологии выращивания производителей осетровых рыб в УЗВ, новым этапом — предзимним кормлением самок. Сутью данного этапа является замена традиционно используемого короткого периода снижения температуры воды до зимовальных значений более продолжительным периодом осеннего нагула с понижением температуры воды в течение 30–35 суток при сохранении кормления. На 54 самках аксайского бестера и 49 самках сибирского осетра было показано, что предзимнее кормление (по сравнению с голодающими рыбами) способствует улучшению процессов созревания ооцитов, о чем свидетельствует увеличение их диаметра (до 10%), и более быстрому снижению коэффициента их поляризации (в 1,5–3 раза). Кормление не только положительно сказывается на качестве подготовки самок к нересту, но и позволяет обеспечить получение большего количества икры. При этом оплодотворение икры питавшихся самок повышается на 10–17%, развитие эмбрионов — на 10–20%. Это обстоятельство может рассматриваться как существенная возможность улучшения количественных и качественных характеристик производителей осетровых при их использовании для получения посадочного материала для товарных хозяйств или молоди, предназначенной для целей искусственного воспроизводства. Результаты опытов в производственных условиях, продемонстрировавшие увеличение продукции икры (на 35% и более) самок сибирского осетра, питавшихся в предзимний период, убедительно подтвердили целесообразность их кормления

в период понижения температуры перед зимовкой. Также было показано отсутствие различий в использовании высокоэнергетического корма (комбикорма Рерго) и разработанного нами специализированного корма с пониженным содержанием белка и липидов. Данный факт явился отражением эффективной адаптации осетровых рыб к снижению энергетической обеспеченности естественной пищи, с которой они сталкиваются в природных условиях в период осеннего обеднения кормовой базы. Эта особенность, подтверждённая в ходе экспериментов, может представлять существенный интерес для практического осетроводства как возможность снижения общих затрат при производстве рыболовной и пищевой икры.

ЛИТЕРАТУРА

- Айзенштадт Т.Б.* 1977. Рост ооцитов и вителлогенез // Современные проблемы оогенеза. М. С. 5–50.
- Бурцев И.А.* 1969 а. Способ получения икры от самок рыб. А. с. № 244793 СССР. Опубликовано 28. Ч. 1969. Бюллетень 18. С. 42–43.
- Бурцев И.А.* 1969 б. Получение потомства от межродового гибрида белуги со стерлядью // Генетика, селекция и гибридизация рыб. М.: Наука. С. 232–242.
- Бурцев И.А., Николаев А.И., Сафронов А.С., Крылова В.Д., Филиппова О.П.* 1999. Методические указания по прижизненному получению икры у осетровых рыб. М.: ВНИРО. 10 с.
- Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И.* 1981. Развитие осетровых рыб. Созревание яиц, оплодотворение, развитие зародышей и предличинок. М.: Наука. 224 с.
- Загребина О.Н.* 2007. Оптимизация условий эмбрионального и постэмбрионального развития русского осетра на рыболовных заводах нижней Волги. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М.: ВНИИПРХ. 23 с.
- Казанский Б.Н., Феклов Ю.А., Подушка С.Б., Молодцов А.Н.* 1978. Экспресс-метод определения степени зрелости гонад у производителей осетровых // Рыбное хозяйство. № 2. С. 24–27.
- Кривцов В.Ф.* 2002. Повышение выживаемости молоди осетровых рыб на первых этапах онтогенеза. // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. Вып. 78. С. 56–66.
- Кривцов В.Ф., Козовкова Н.А.* 1977. Промышленные маточные стада осетровых рыб // Первый конгресс ихтиологов России. Тез. докл. М.: ВНИРО. С. 282–283.
- Кривцов В.Ф., Козовкова Н.А.* 2002. Особенности выращивания племенного материала осетро-

- вых рыб // Сб. науч. р. ВНИИПРХ. Вып. 78. С. 51–56.
- Мельченков Е.А., Петрова Т.Г., Сычёв Г.А., Козовкова Н.А., Канидьева Т.А., Калмыкова В.В. 2010. Методы, обеспечивающие высокие продукционные характеристики производителей, жизнестойкость их потомства в условиях индустриальных хозяйств // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. Вып. 85. С. 33–39.
- Нормативы качества воды водных объектов рыб-рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. 2011. М.: Изд-во ВНИРО. 257 с.
- Подушка С.Б. 1986. Способ получения икры от самок осетровых рыб. А. с. № 1412035 СССР.
- Сафронов А.С., Николаев А.И., Филиппова О.П., Дудин К.В. 2007. К вопросу об управлении процессом созревания осетровых рыб // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Мат. 2-й науч. конф. с участием стран СНГ (Петрозаводск, 11–14 сент. 2007 г.). Петрозаводск: Изд-во Карельск. науч. центра РАН. С. 134–135.
- Сафронов А.С., Бурлаченко И.В., Дудин К.В., Суховер К.В. 2016. Особенности формирования ремонтно-маточного стада осетровых рыб в индустриальных рыбоводных комплексах с использованием замкнутых систем // Сб. мат. межд. конф. «Современное состояние и перспективы развития аквакультуры в Прикаспийском регионе», Махачкала, 6–8 октября 2016 г. Махачкала: Изд-во ИПЭ РД «Эко-пресс». С. 128–133.
- Трусов В.Э. 1964. Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желёз осетра // Труды ВНИРО. Т. 56. С. 69–79.
- Филиппова О.П., Пьянова С.В., Зуевский С.Е. 2015. Влияние биотехнологии многократного прижизненного получения икры от гибридов осетровых рыб на их оогенез в условиях замкнутого цикла выращивания (УЗВ) // Известия ТИНРО. Том 181. С. 191–203.
- Чебанов М.С., Галич Е.В. 2010. Ультразвуковая диагностика осетровых рыб. Краснодар: Просвещение-Юг. 135 с.
- Чебанов М.С., Галич Е.В. 2011. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. // Технические доклады ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре. № 558. Анкара, ФАО. 297 с.
- Щербина М.А., Гамыгин Е.А. 2006. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. Монография. М.: Изд-во ВНИРО. 360 с.
- Щербина М.А., Катасонов В.Я., Жидков И.А., Деметьев В.Н., Салькова И.А., Бондаренко О.А. 2016. Специализированные репродукционные комбикорма для самок карповых рыб. Сообщение 2. Репродукционный комбикорм для самок карпа, специализированный для осеннего периода в год, предшествующий нересту // Рыбное хозяйство. № 1. С. 35–39.
- Coppens. Accessible via: https://static.alltechcoppens.com/assets/Downloads/Product-brochures/TROUT_2018_RU-25-Repro.pdf?mtime=20180611093008. 18.05.2019

Поступила в редакцию 03.06.2019 г.
Принята после рецензии 24.06.2019 г.

Aquaculture

The expediency of special prewinter feeding of sturgeon females in industrial conditions

M.A. Shcherbina¹, I.V. Burlachenko², A.V. Myshkin¹, K.V. Sukhover², A.S. Safronov², O.A. Bondarenko¹, V.S. Grigoriev³

¹ Freshwater fisheries branch for of FSBSI «VNIRO» («VNIIPRH»), v. Rybnoe, Moscow reg.

² Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow

³ Russian Hemp Manufacturers Association, Moscow

The technology of keeping and preparing for spawning of sturgeon producers in installations with a closed water supply provides for a relatively short (10–14 days) period of temperature reduction amid feeding cessation and subsequent wintering before spawning. This approach does not take into account the specificity of the nutritional needs of producers, due to the seasonal characteristics of their metabolism, including generative exchange. In experimental work carried out in aquarium conditions and in sturgeon farming of the industrial type, confirmation was obtained of the advisability of supplementing the technology of keeping sturgeon producers in the RAS, with a new stage — prewinter feeding of females. Its essence is the replacement of the traditionally used short period of reducing the water temperature to wintering values, a longer period of “autumn feeding” with a decrease in water temperature for 30–35 days while maintaining feeding. At 54 females of the Aksai bester and 49 females of the Siberian sturgeon, it was shown that pre-winter feeding of females (compared to starving fish) helps to improve the maturation of oocytes, as evidenced by an increase in their diameter and a more effective decrease in their polarization ratio (1.5–3 times). Feeding not only has a positive effect on the quality of preparation of females for spawning, but also makes it possible to ensure the production of more eggs. At the same time, the fertilization of eggs obtained from females fed increases by 10–17%, the development of embryos by 10–20%. The results of experiments under production conditions, which demonstrated an increase in the production of caviar (by more than 35%) in Siberian sturgeon females that fed in the pre-winter period, convincingly confirmed the feasibility of feeding them in a period of decreasing temperature. It was also shown that there were no significant differences in the period of the “autumn feeding” in the effect on females of high-energy feeds and the proposed specialized feeds with a reduced content of protein and lipids.

Keywords: sturgeon fish, feeding, autumn feeding, prespawning, reproductive quality of females, installation of a closed water supply.

REFERENCES

- Ajzenshtadt T.B.* 1977. Rost ootsitov i vitellogenez [Oocyte growth and vitellogenesis] // *Sovremennye problemy oogeneza*. M. S. 5–50.
- Burtsev I.A.* 1969 a. Sposob polucheniya ikry ot samok ryb [A method for producing caviar from female fish]. A. s. № 244793 SSSR.
- Burtsev I.A.* 1969 b. Poluchenie potomstva ot mezhrodovogo gibrida belugi so sterlyad'yu [Obtaining offspring from the intergeneric hybrid of beluga with sterlet] // *Genetika, selektsiya i gibrizatsiya ryb*. M.: Nauka. S. 232–242.
- Burtsev I.A., Nikolaev A.I., Safronov A.C., Krylova V.D., Filippova O.P.* 1999. Metodicheskie

- ukazaniya po prizhiznennomu polucheniyu ikry u osetrovyykh ryb [Guidelines for the production of caviar in sturgeon in vivo]. M.: VNIRO. 10 s.
- Detlaf T.A., Ginzburg A.S., Shmal'gauzen O. I.* 1981. Razvitiye osetrovyykh ryb. Sozrevaniye yaits, oplodotvorenije, razvitiye zarodyshej i predlichinok. [Development of sturgeon. The maturation of eggs, fertilization, the development of embryos and prelarvae] M.: Nauka. 224 s.
- Zagrebin O.N.* 2007. Optimizatsiya uslovij embrional'nogo i postembrional'nogo razvitiya ruskogo osetra na rybovodnykh zavodakh nizhnej Volgi [Optimization of conditions for the embryonic and postembryonic development of the Russian sturgeon at fish farms in the lower Volga]. Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. M.: VNIIPRKH. 23 s.
- Kazanskiy B.N., Feklov Yu. A., Podushka S.B., Molodtsov A.N.* 1978. Ekspress-metod opredeleniya stepeni zrelosti gonad u proizvoditelej osetrovyykh [Express method for determining the degree of gonad maturity of sturgeon producers] // Rybnoe khozyajstvo. № 2. S. 24–27.
- Krivtsov V.F.* 2002. Povyshenie vyzhivaemosti molodi osetrovyykh ryb na pervyykh etapakh ontogeneza [Improving the survival rate of sturgeon fry in the early stages of ontogenesis]. // Sb. nauch. tr. VNIIPRKH. Vyp. 78. S. 56–66.
- Krivtsov V.F., Kozovkova N.A.* 1977. Promyshlennye matochnye stada osetrovyykh ryb [Industrial broodstock of sturgeon fishes] // Pervyj kongress ikhtiologov Rossii. Tez. dokl. M.: VNIRO. S. 282–283.
- Krivtsov V.F., Kozovkova N.A.* 2002. Osobennosti vyrashchivaniya plemennogo materiala osetrovyykh ryb [Features of the cultivation of sturgeon breeding material] // Sb. nauch. r. VNIIPRKH. Vyp. 78. S. 51–56.
- Mel'chenkov E. A., Petrova T.G., Sychev G.A., Kozovkova N.A., Kanid'eva T. A., Kalmykova V.V.* 2010. Metody, obespechivayushchie vysokie produktsionnye kharakteristiki proizvoditelej, zhiznestojkost' ikh potomstva v usloviyakh industrial'nykh khozyajstv [Methods that provide high production characteristics of producers, viability of their offspring in conditions industrial farms]. // Sb. nauch. tr. VNIIPRKH. Vyp. 85. S. 33–39.
- Normativy kachestva vody vodnykh ob'ektov ryb rybokhozyajstvennogo znacheniya, v tom chisle normativov predel'no dopustimyykh kontsentratsij vrednykh veshchestv v vodakh vodnykh ob'ektov rybokhozyajstvennogo znacheniya* [The water quality standards for water bodies of fish of fishery importance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in waters of water bodies of fishery value]. 2011. M.: Izd-vo VNIRO. 257 s.
- Podushka S.B.* 1986. Sposob polucheniya ikry ot samok osetrovyykh ryb [Method for obtaining caviar from sturgeon females]. A. s. № 1412035 SSSR.
- Safronov A.S., Nikolaev A., Filippova O.P., Dudin K.V.* 2007. K voprosu ob upravlenii protsessom sozrevaniya osetrovyykh ryb [On the issue of managing the process of sturgeon ripening] // Sovremennye problemy fiziologii i biokhimii vodnykh organizmov. Mat. 2-oy nauch. konf. s uchastiem stran SNG (Petrozavodsk, 11–14 sent. 2007 g.). Petrozavodsk: izd-vo Karel'sk. nauch. tsentra RAN. S. 134–135.
- Safronov A.S., Burlachenko I.V., Dudin K.V., Sukhover K.V.* 2016. Osobennosti formirovaniya remontno-matocnogo stada osetrovyykh ryb v industrial'nykh rybovodnykh kompleksakh s ispol'zovaniem zamknutykh sistem [Features of the formation of stock-breeding stock of sturgeon in industrial fish-breeding complexes using closed systems] // Sb. mat. mezhd. konf. «Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya akvakul'tury v Prikaspijskom regione», Makhachkala 6–8 oktyabrya 2016 g. Makhachkala: Izd-vo IPE RD «Eko-press». S. 128–133.
- Trusov V.Z.* 1964. Nekotorye osobennosti sozrevaniya i shkala zrelosti polovykh zhelez osetra [Some features of ripening and the maturity scale of the sex glands of sturgeon] // Trudy VNIRO. T. 56. S. 69–79.
- Filippova O.P., P'yanova S. V., Zuevskij S.E.* 2015. Vliyanie biotekhnologii mnogokratnogo prizhiznennogo polucheniya ikry ot gibridov osetrovyykh ryb na ikh oogenez v usloviyakh zamknutogo tsikla vyrashchivaniya (UZV) [The effect of biotechnology on multiple lifetime production of caviar from sturgeon hybrids on their oogenesis under the conditions of a closed growing cycle (RAS)] // Izvestiya TINRO. Tom 181. S. 191–203.
- Chebanov M.S., Galich E.V.* 2010. Ul'trazvukovaya diagnostika osetrovyykh ryb [Ultrasound diagnosis of sturgeon]. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug. 135 s.
- Chebanov M.S., Galich E.V.* 2011. Rukovodstvo po iskusstvennomu vosproizvodstvu osetrovyykh ryb [Guide to artificial reproduction of sturgeon]. // Tekhnicheskie doklady FAO po rybnomu khozyajstvu i akvakul'ture. № 558. Ankara, FAO. 297 s.
- Shcherbina M.A., Gamygin E.A.* 2006. Kormlenie ryb v presnovodnoj akvakul'ture [Feeding of fish in freshwater aquaculture]. Monografiya. M.: Izd-vo VNIRO. 360 s.
- Shcherbina M. A., Katasonov V. YA., Zhidkov I.A., Dement'ev V. N., Sal'kova I. A., Bondarenko O.A.* 2016. Spetsializirovannyye reproduktsionnye kombikorma dlya samok karpovykh ryb. Soobshchenie 2. Reproduktsionnyy kombikorm

dlya samok karpa, spetsializirovannyj dlya osennego perioda v god, predshestvuyushchij nerestu [Specialized reproduction feed for females of carp fish. Report 2. Reproduction feed for female carp, specialized for the autumn period in the year preceding the spawning] // Rybnoe khozyajstvo. № 1. S. 35–39.

Coppens. Accessible via: https://static.alltechcoppens.com/assets/Downloads/Product-brochures/TROUT_2018_RU-25-Repro.pdf?mtime=20180611093008. 18.05.2019

TABLE CAPTIONS

Table 1. The chemical composition of the used feed.

Table 2. Scheme and conditions for conducting experiments.

Table 3. Feeding rates of bester females before wintering during the period of decreasing water temperature.

Table 4. Characteristics of oocytes and fish-breeding indices of Aksai Bester females at various stages of the experiment.

Table 5. Fish-breeding indices of Siberian sturgeon females after pre-winter feeding experiments.

Table 6. Comparative characteristics of the effect of feeding the Siberian sturgeon females with various feeds at their prewinter content in the RAS.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Temperature regime of pre-winter housing and feeding of Aksai Bester females in aquarium experiments.

Fig. 2. The effect of pre-winter feeding on the productive performance of females of the Aksai Bester, % of control.