

Рыбоводство

УДК 597.423:639.331.4

DOI: 10.31857/S2500262720060137

**ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЗИМОВКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ
И ВЫДЕРЖИВАНИЯ ПРЕДЛИЧИНОК ОСЕТРОВЫХ РЫБ****Э.В. Бубунец¹, А.В. Жигин², доктора сельскохозяйственных наук,
А.В. Лабенец³, кандидат сельскохозяйственных наук**¹Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации, 125009, Москва, Большой Кисловский пер., 10, стр. 1²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 107140, Москва, Верхняя Красносельская ул., 17³Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбководства, 142460, Московская область, Ногинский район, пос. им. Воровского, ул. Сергеева, 24
E-mail: azhigin@gmail.com

Цель исследований – определить температурные границы и длительность периода зимовки производителей белуги и русского осетра в хозяйствах аквакультуры, исключаяющие нарушения их генеративной функции. Рассмотрены и оценены температурные условия и результаты зимовки производителей, инкубации икры и выдерживания предличинок белуги и русского осетра в хозяйстве на сбросных теплых водах электростанции. Изученные показатели сопоставлены с аналогичными данными, полученными при содержании производителей из естественных популяций в низовьях реки Волга. Установлено, что при средней температуре воды 2,2-2,4 °С производители исследованных видов способны находиться в режиме пищевой депривации до 9 месяцев. У рассмотренных видов при укороченной и комфортной «теплой» зимовке (для белуги при 2-7, русского осетра – 4-11 °С) зафиксировано увеличение продолжительности инкубации до суток и более по сравнению с особями из естественных популяций. При более жестких условиях зимовки производителей получена максимально близкая к условной норме продолжительность инкубации икры и выдерживания предличинок. Проводить зимовку производителей белуги следует при средней температуре воды 3 °С на протяжении 4-6 месяцев, инкубацию икры при плавном повышении температуры воды от 11 до 14 °С, выдерживание предличинок в диапазоне от 14 до 18 °С. Зимовка производителей русского осетра должна проходить при средней температуре воды 4 °С на протяжении 4,5-6,5 месяцев, инкубация икры при плавном повышении температуры воды от 13 до 16 °С, выдерживание предличинок – от 16 до 20 °С.

**THE IMPACT OF THERMAL CONDITIONS OF WINTERING
OF SPAWNERS ON DURATION OF SPAWN INCUBATION AND EXPOSITION
OF YOLK SAC LARVA OF STURGEON FISH****Bubunets E.V.¹, Zhigin A.V.², Labenets A.V.³**¹Central Department for Fishery Regulations and Norms the Department of fisheries examination of the structures and technologies that have an impact on aquatic bioresources and their habitats, 125009, Moscow, Bolshoy Kislovskij per., 10, p. 1.²Federal state budgetary scientific institution «VNRO», 107140, Moscow, ul. V. Krasnoselskaya, 17³Federal State Budgetary scientific Institution of All-Russian Research Institute of Irrigation Fish Farming, 142460, Moskovskaya oblast, Noginskij rajon, p. im. Vorovskogo, ul. Sergeeva, 24
E-mail: azhigin@gmail.com

The goal of this research is the determination of temperature bounds and wintering duration of spawners of great sturgeon and Russian sturgeon in the aquaculture farms excluding distortion of their reproduction function. Temperature conditions and results of wintering of spawners, incubation of spawn and exposition of yolk sac larva of great sturgeon and Russian sturgeon at the farm in the warm discharge water of powerstation have been considered and evaluated. Investigated parameters have been compared with analogical data obtained from stocking of spawners from natural populations in the Lower Volga. It has been established that spawners of studied species can live to 9 months with average temperature 2,2-2,4 °C under conditions and food deprivation. Both of studied species have exhibited the increase of incubation duration to 24 h and more in comparison with individuals from nature population under conditions of shortened and comfort “warm” wintering. The closest to conventional norm incubation duration of spawn and exposition of yolk sac larva has been obtained under harsher conditions of wintering of spawners. Wintering of spawners of great sturgeon should be proceed under the following conditions: average water temperature 3 °C, duration 3-6 months. Incubation of spawn should be proceed while gradual increasing of water temperature from 11 to 14 °C, exposition of yolk sac larva – from 14 to 18 °C. Preferable conditions of wintering of spawners of Russian sturgeon include average water temperature 4°C and duration 4,5-6,5 months. Preferable conditions of incubation of spawn include gradual increasing of water temperature from 13 to 16 °C, exposition of yolk sac larva – from 16 to 20 °C.

Ключевые слова: белуга, русский осетр, температура воды, зимовка производителей, инкубация икры, выдерживание предличинок**Key words:** great sturgeon, Russian sturgeon, water temperature, wintering of spawners, incubation of spawn, exposition of yolk sac larva

Рыбы являются пойкилотермными животными, и температура их тела зависит от температуры окружающей среды. В этой связи влияние температурного фактора на уровень физиологической активности гидробионтов имеет первостепенное значение. Повышение или понижение температуры в допустимых пределах вызывает соответствующие сдвиги в жизнедеятельности гидробионтов, при этом многие рыбы обладают способностью различать градиенты температур менее 1 °С [1]. С возрастом температурный оптимум становится шире, поэтому влияние этого показателя на рост наиболее сильно проявляется на ранних стадиях развития [2].

Осетровым рыбам свойственна большая эвритермность, характерная и для ранних этапов онтогенеза. В зависимости от вида и этапа выращивания оптимальная температура меняется. В частности для развития икры белуги она составляет 8-15 °С, для русского осетра – 15-23 °С [3, 4]. Различны не только средние оптимальные температуры, но и диапазоны чувствительности допустимых значений на ранних стадиях развития разных видов осетровых. Верхней сублетальной для развития икры белуги является температура 20-21 °С, для русского осетра – 27 °С [5]. Нижний диапазон допустимых значений температуры воды для белуги составляет 4-7 °С [6].

Известно, что естественные запасы осетровых находятся в депрессивном состоянии, и их промышленный вылов в нашей стране полностью запрещен. В этой связи легальное получение товарной продукции возможно только в условиях аквакультуры и наиболее эффективно осуществляется в хозяйствах индустриального типа на теплых сбросных водах энергетических объектов в садках и бассейнах. При этом температурные условия, в которых содержатся маточные стада осетровых рыб, существенно отличаются от естественных, что, безусловно, влияет на генеративные функции производителей, и это влияние требует глубокого изучения. Актуальность проведенных исследований определялась отсутствием информации о температурных условиях зимовки анадромных осетровых в индустриальных хозяйствах и ее анализа [7, 8].

Цель исследований – определить температурные границы и длительность периода зимовки производителей белуги и русского осетра в хозяйствах аквакультуры, исключающие нарушения их генеративной функции.

Представлялось необходимым проанализировать результаты зимовки при различной продолжительности выдерживания производителей в зимовальных сооружениях, установить зависимость результатов инкубации икры и выдерживания свободных эмбрионов до начала активного питания от температурных условий зимовки, сопоставив их с данными по содержанию производителей в естественных температурных условиях в низовьях реки Волга.

Методика. Сбор исходных данных проводили в тепловодном рыболовном хозяйстве Московской области. Последние сопоставлялись с результатами работы цехов длительного выдерживания производителей (ЦДВР) из естественных популяций на основе усредненных ретроспективных данных по гидрологическому посту в районе г. Астрахань [9].

Анализовалась температура воды в период зимовки производителей, инкубации оплодотворенных ооцитов и выдерживания предличинки. Изучались развивающаяся икра и предличинки белуги (*Huso huso*) и русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*). Продол-

жительность зимовки производителей рассчитана с 1 ноября предыдущего года до начала их вывода на нерестовые температуры воды. Отобранных для получения половых продуктов самок и самцов белуги и русского осетра предварительно (за 2-3 недели) переводили в бассейны, оборудованные терморегуляцией. Зимний диапазон температур был разбит на три интервала: < 3,9 °С; 4,0-8,0 °С; ≥ 8,1 °С.

Ранее были показаны отличия температурного режима в осетровых хозяйствах по ряду критериев, в том числе по зимнему содержанию производителей в диапазоне К-1 (0,0-7,9 °С) [7]. Для удобства изложения материала согласно результатам отобранных биопсийных проб, исследуемые производители с учетом условий и длительности зимовки в индустриальном хозяйстве были разделены на группы: белуга – Б 1, Б 2 и Б 3; русский осетр – Р 1, Р 2 и Р 3. По литературным данным, производители русского осетра из природной популяции после зимовки с первой декады апреля содержались при постоянной температуре 3-4 °С (группа Р 4) и при 2-3 °С (группа Р 5) [9].

Для стимуляции созревания половых продуктов производителей инъецировали комбинированным методом: доза предварительной инъекции карпового гипофиза 0,4-0,6 мг/кг массы особи, разрешающей – 2,0-3,0 мг/кг препарата «Сурфагон» [10, 11]. Одну группу самок русского осетра (Р 3) с показателем поляризации икры 10-12% инъецировали дробно суспензией карпового гипофиза из расчета 6,0 мг/кг.

Для оценки условий зимовки производителей, находящихся в состоянии естественной свободы, рассматривали термический режим реки Волга после зарегулирования ее стока в том же временном интервале с 1 ноября до наступления нерестовых температур у *H. huso* 8,0 °С (группа А 1) и *A. gueldenstaedtii* – 14,0 °С (группа А 2).

Температурные условия выражены в °С, градусо-днях (°С/д) и градусо-часах (°С/ч).

Результаты и их обсуждение. Продолжительность зимовки у самого холодолюбивого из рассматриваемых видов – белуги – варьировала от 4,2 (Б 1) до 5,3 (Б 3) месяца при колебании температуры от 2,0 до 7,0 °С и средних значениях 3,2-3,9 °С. Доля суммы накопленного тепла в диапазоне ниже 4 °С составила от 21,9 до 80,1%. В группах Б 2 и Б 3 эти показатели находились в диапазоне 4,0-8,0 °С и 19,9-78,1% от общей за зимовку (табл. 1).

Временной интервал зимнего содержания русского осетра был более узким и составил 5,0-5,3 месяца при лимитах температур 1,2-11,0 °С и средних значениях 3,1-6,3 °С. Доля суммы накопленного тепла при температуре ниже 4 °С составила 36,4-84,1% (Р 3, Р 2), от 4 до 8 °С – 15,9-71,2% (Р 2, Р 1), ≥ 8,1 °С – 28,8% (Р 1) Температура выше 8 °С отмечена в группе Р 1 как в начале, так и на завершающем этапе зимнего содержания.

При среднем значении 2,4 °С за 6 месяцев зимовки температура воды, в которой содержались производители белуги из естественной среды, варьировала от 1,0 до 8,6 °С (группа А 1). С учетом того, что более 6 месяцев температура воды держалась в районе 1,0 °С, доля суммы набранного тепла в диапазоне до 4 °С составляет 33,7%, от 4,0 до 8,0 °С – 64,4%, выше 8,0 °С – 1,9%. На протяжении последующих 30 дней температуры растут, верхний предел достигает 14,5 °С, среднее значение за зимовку производителей русского осетра – 3,7 °С (группа А 2). Доля суммы набранного тепла до 4 °С снижается до 18,8%, при 4-8 °С составляет 36,0%, а выше 8 °С возрастает до 45,2% (табл. 1).

Табл. 1. Условия зимовки производителей в индустриальных хозяйствах и в реке Волга

Группа	Продолжительность и температурные условия зимовки				Количество °С/д за зимовку с температурами		
	сут	°С/д	$\bar{X} \pm S\bar{x}$, °С	lim, °С	≤ 3,9 °С	4,0-8,0 °С	≥ 8,1 °С
Белуга (в индустриальном хозяйстве)							
Б 1	127	490	3,8±0,3	2,0-7,0	117	373	0
Б 2	143	557	3,9±0,4	2,0-7,0	122	435	0
Б 3	158	502	3,2±0,2	2,0-4,8	402	100	0
Русский осетр (в индустриальном хозяйстве)							
Р 1	158	991	6,3±0,7	4,0-11,0	0	706	285
Р 2	152	477	3,1±0,3	2,0-4,8	401	76	0
Р 3	159	541	3,4±0,4	1,2-8,0	197	344	0
Белуга и русский осетр (в естественных условиях р. Волга)							
А 1	182	442,6	2,4	1,0-8,6	149	285	8,6
А 2	212	791,5	3,7	1,0-14,5	149	285	357,5
Русский осетр (в ЦДВР)							
Р 4	227	464,9	2,0±0,2	1,0-7,7	291,9	173	0
Р 5	273	513,9	1,9±0,1	1,0-7,7	340,9	173	0

В реке Волга период с температурами 1,0 °С длился на протяжении 182 дней. С 1 ноября до наступления нерестовых температур для белуги проходит 180-185 дней (6,0-6,2 месяца), для русского осетра – 210-215 дней (7,0-7,2 месяца). Проведенные ранее исследования показали, что при содержании осетровых рыб в ЦДВР, в зависимости от температуры, можно смещать половые циклы на 1,5 и 3,0 месяца. Следовательно, производители русского осетра в режиме зимовки и пищевой депривации находились 7,5 (Р 4) и 9,0 (Р 5) месяцев. В таких условиях средняя за зимовку температура составляет 2,2-2,4 °С, что более характерно для группы А 1, где доля суммы набранного тепла в диапазоне до 4 °С составила 68,7-71,3%, при 4-8 °С – 28,7-31,3%.

Несмотря на различия в продолжительности и условиях зимовки, благодаря применению инновационного устройства для определения состояния ооцитов и стадии зрелости гонад [12], комбинированного метода гормонального стимулирования [10, 11], от производителей нами были получены половые продукты вполне удовлетворительного рыбоводного качества и выращены стандартные сеголетки.

Анализ доступной литературы [8, 13, 14] показал наличие только фрагментарных сведений либо их отсутствие по ряду температурных показателей и даже видам осетровых. Поэтому при оценке продолжительности эмбрионального развития от оплодотворения до стадии единичного вылупления нами за норму для *A. gueldenstaedtii* приняты данные Т.А. Детлаф с соавторами [13], для *H. huso* – Л.В. Игумновой [15].

Известно, что в одной и той же партии икры эмбрионы развиваются не вполне синхронно, а сроки перехода от стадии к стадии варьируют в пределах 10% продолжительности периода развития [13]. Приведенные в таблице 2 данные получены нами по первым 10-20

предличинкам, освободившимся из оболочек.

За период инкубации температура воды в аппаратах с икрой белуги варьировала от 12,0 до 16,5 °С, русского осетра – от 13,0 до 16,5 °С. По данным А.Ф. Карпевич [16], весенне-нерестующие бореальные рыбы после зимовки обладают малым энергозапасом, а развитие гамет протекает при низких температурах (8-12 °С). В связи с этим, теплоемкость эмбриогенеза составляет примерно 50-100 °С/д. Результаты проведенных нами исследований в целом соответствуют указанному диапазону при некоторых незначительных отклонениях в сторону увеличения у белуги до 9% (Б 2), русского осетра – до 12% (Р 1).

В тепловодных хозяйствах получены результаты, отличающиеся большей длительностью инкубации икры (> 10% времени от нормативной для природных популяций): для белуги (Б 1 – 15,6%, Б 2 – 19,4%), русского осетра (Р 1 – 20,0%).

Фактические данные по инкубированию икры белуги при 15,4 °С (Б 3) сравнимы по продолжительности с данными, приведенными Л.В. Игумновой [15], тогда как при средней температуре инкубации 13,6 °С (Б 1 и Б 2) развитие шло на сутки дольше. При более суровых условиях зимовки, когда 134 дня температура воды опускалась ниже 4 °С, у самок белуги (группа Б 3) была получена максимально близкая к условной норме продолжительность инкубации. При противоположных «комфортных» условиях зимовки самок белуги (Б 1, Б 2), когда в течение 90-100 суток температура воды укладывалась в диапазон 4-8 °С, инкубация длилась на 30 часов дольше нормы.

В группе Р 1 зафиксировано увеличение продолжительности инкубации икры русского осетра до 30 часов. При одинаковой средней температуре инкубации (~15 °С), но дробной инъекции суспензии карпового гипофиза (группа Р 3) продолжительность зародышевого развития была на 20 часов меньше, чем по имеющимся данным Т.А. Детлаф с соавторами [13], а также меньше на 25 часов, чем при комбинированных инъекциях в группе Р 2 и 50 часов в группе Р 1.

При введении комбинированной инъекции производителей русского осетра (группы Р 1 и Р 2), одинаковой средней температуре инкубации (~15 °С) и сходной продолжительности зимовки (150 суток), установлено,

Табл. 2. Термический режим инкубации

Группа	Температура воды за инкубацию, °С		Продолжительность инкубации			
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	lim	Факт		Норма	
			°С/д	°С/ч	°С/д	°С/ч
Белуга						
Б 1	13,56±0,97	13,0-14,5	104,5	2509	90,4	2170
Б 2	13,61±1,12	12,0-14,5	108,3	2600	90,7	2178
Б 3	15,35±1,41	12,0-16,5	78,7	1888	76,8	1842
Русский осетр						
Р 1	14,94±1,54	13,0-16,0	112,1	2689	93,4	2241
Р 2	15,02±1,03	14,0-16,5	97,0	2328	93,9	2253
Р 3	14,86±1,25	14,0-16,0	80,5	1932	92,9	2229

Табл. 3. Термический режим выдерживания предличинки

Группа	Температура воды при выдерживании, °С		Период выдерживания			
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	lim	Факт		Норма	
			°С/д	°С/ч	°С/д	°С/ч
Белуга						
Б 1	16,73±1,57	15,0-19,5	251,9	6056	171,2	4109
Б 2	17,38±1,82	14,0-20,0	197,9	4745	169,7	4073
Б 3	16,11±1,36	14,5-17,5	172,4	4140	173,1	4154
Русский осетр						
Р 1	18,38±1,79	16,0-20,5	151,2	3639	170,2	4085
Р 2	15,79±1,64	13,0-17,5	232,4	5574	177,8	4267
Р 3	17,28±1,72	14,0-18,5	233,6	5392	168,7	4049

что при более «комфортной» зимовке длительность инкубации больше, чем при «холодном» температурном диапазоне в зимний период. Так, в группе Р 1 температурный диапазон в зимний период варьировал в пределах от 4 °С и выше, сумма общего тепла составила 991 °С/д, а инкубация продолжалась 2689 °С/ч. В группе Р 2 температура воды была ниже 4 °С 134 дня, общая сумма тепла составила 477 °С/д, инкубация продолжалась 2328 °С/ч. В группе Р 3 сумма тепла за зимовку составила 541 °С/д, однако длительность инкубации составила 1932 °С/ч, что на 396 °С/ч меньше, чем в группе Р 2, и 757 °С/ч в группе Р 1 (табл. 1, 2). У производителей русского осетра при сходной длительности зимовки максимально близкая к норме продолжительность инкубации получена в группе Р 2 при максимальном интервале температуры воды < 4 °С.

Таким образом, в большинстве случаев при укороченной и комфортной («теплой») зимовке (для белуги 2-7, русского осетра 4-11 °С) зафиксировано увеличение продолжительности инкубации до суток и более от данных, приводимых для особей из естественных популяций. При более низких температурах этот параметр находится в пределах, характерных для особей из природных популяций.

Полученные данные по группам Р 2, Р 3, Б 3, А 1 и А 2 со всей определенностью подтверждают вывод А.Ф. Карпевич [16] о том, что чем дольше и суровее зима, тем меньше питательных веществ аккумулируется в ооцитах, и тем скорее должно идти развитие эмбрионов, чтобы перейти на экзогенное питание. В условиях тепловодных хозяйств с достаточно теплой зимой, в ооцитах, вероятно, сохраняется достаточное количество питательных веществ, что ведет к увеличению продолжительности инкубационного периода.

Предличиночный период, как этап онтогенеза, начинается с момента выхода зародыша из оболочек и завершается переходом предличинки на активное экзогенное питание. В это время происходит смена зародышевых адаптаций на дефинитивные, формируется ряд признаков, имеющих систематическое значение и характеризующих взрослых рыб разных видов [13]. При оценке продолжительности предличиночного периода от вылупления эмбриона до начала экзогенного питания в существующих условиях рыбоводных хозяйств за норму нами приняты интерполированные данные К.Д. Краснодембской [17].

Температура воды за период выдерживания предли-

Табл. 4. Рекомендуемые температурные режимы для осетровых рыб при зимовке, инкубации икры и выдерживании предличинки

Показатель	Вид		
	Белуга	Русский осетр	
Зимовка Температура воды, °С	lim	2-4	3-5
	\bar{X}	3	4
Продолжительность, мес		4-6	4,5-6,5
	Инкубация, °С	начальная	11
конечная		14	16
Выдерживание, °С	начальная	14	16
	конечная	18	20

чинки белуги варьировала от 14,0 до 20,0 °С при средних значениях 16,1-17,3 °С; у русского осетра – от 13,0 до 18,5 (15,8-18,4) °С (табл. 3). Значения, превышающие 10% условной нормы продолжительности периода выдерживания особей из природных популяций, отмечены для белуги (Б 1 – 47,2%, Б 2 – 16,7%), русского осетра (Р 2 – 30,7%, Р 3 – 38,5%).

В тепловодном хозяйстве у русского осетра (группа Р 1), получены наиболее близкие к норме результаты. При оптимальных для вида температурах время перехода на внешнее питание совпало с нормой, тогда как более низкие значения температуры воды (группы Р 2 и Р 3) ведут к увеличению продолжительности предличиночного периода. Плавный подъем температуры воды (без перепадов и резких колебаний) от 14,5 до 17,5 °С при содержании группы Б 3 обеспечил близкий к оптимальному температурный режим выдерживания.

Вылупившиеся предличинки, полученные от самок группы Б 1, были размещены в бассейнах с температурой 17,0 °С, однако на этапе «роения» температура воды резко снизилась до 14,0 °С. Через двое суток произошло восстановление температурного режима. Вероятно, повышенные температуры в начале инкубации и последующий резкий перепад температур вызвали запаздывание перехода на активное питание на 4,8 суток. Увеличение длительности периода выдерживания (более 1,5 суток) отмечено и в группе Б 2. Основная причина – продолжительный период неадекватных специфике вида температур 16,0-17,5 °С в начале предличиночного этапа.

Рассматривая температурные условия и продолжительность периода от вылупления зародыша до начала экзогенного питания, следует отметить, что наиболее близкие к норме для природных популяций результаты получены в тепловодном хозяйстве у русского осетра в группе Р 1 и белуги в группе Б 3. В этих группах отмечено наибольшее совпадение с нормой продолжительности предличиночного периода. Кроме того, можно обосновано предположить, что на продолжительность предличиночного периода оказывают влияние условия зимовки производителей и предшествующие условия инкубации икры. Однако ограниченный характер имеющихся до настоящего времени данных позволяет говорить лишь о наличии некоторой тенденции влияния данных факторов.

В тепловодных хозяйствах после проведения бонитировки и перевода производителей в зимовальный

комплекс, при инкубации икры и выдерживании предличинки целесообразно рекомендовать следующие параметры температурного режима (табл. 4).

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что производители изученных видов осетровых при средней температуре воды 2,2-2,4 °С способны находиться в режиме пищевой депривации до 9,0 месяцев. При более суровых условиях зимовки производителей в индустриальных тепловодных хозяйствах получена максимально близкая к норме продолжительность инкубации икры. В случае «комфортных» условий укороченной зимовки (белуги при 2-7, русского осетра при 4-11 °С) инкубация длилась до 30 часов дольше нормы.

Литература

1. Уитон Ф. *Техническое обеспечение аквакультуры*. – М.: Агропромиздат, 1985. – 528 с.
2. Бессонов Н.М., Привезенцев Ю.А. *Рыбохозяйственная гидрохимия*. – М.: Агропромиздат, 1987. – 159 с.
3. Никольская Н.Г., Сытина Л.А. *Сравнительный анализ действия постоянных температур на эмбриональное развитие осетровых // Вопросы ихтиологии*. – 1978. – Т. 18. – Вып. 1 (108). – С.101-106.
4. Гинзбург А.С., Детлаф Т.А. *Развитие осетровых рыб. Созревание яиц, оплодотворение и эмбриогенез*. – М.: Наука, 1969. – 134 с.
5. Голованов В.К. *Температурный оптимум и температурные границы жизнедеятельности осетровых видов рыб // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы 4-ой международной научно-практической конференции*. – М.: ВНИРО, – 2006 – С. 21-24.
6. Гершанович А.Д., Пегасов В.А., Шатуновский М.И. *Экология и физиология молоди осетровых*. – М.: Агропромиздат, 1987. – 215 с.
7. Бубунец Э.В. *К вопросу об оценке температурных условий при культивировании осетровых в тепловодных хозяйствах // Рыбное хозяйство – 2017*. – № 2. – С. 75-79.
8. Чебанов М.С., Галич Е.В. *Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб*. – Анкара: ФАО, 2013. – 325 с.
9. Казанский Б.Н., Молодцов А.Н. *Рекомендации по работе с производителями осетровых, мигрантами разного типа, по непрерывному графику в цехах с регулируемой температурой воды*. – М., 1974. – 48 с.
10. Бубунец Э.В., Ревякин А.О., Лабенец А.В. *Инновационная модель комбинированного стимулирования овуляции у осетровых рыб и цитометрические особенности продуцируемых ооцитов // Биомедицина*. – 2014. – №4. – С. 65-69.
11. Патент № 2500101 Российская Федерация, МПК А01К 61/00 (2006.01). *Способ воспроизводства осетровых рыб: № 2012139088/13: заявл. 13.09.2012: опубл. 10.12.2013 / Бубунец Э.В., Лабенец А.В., Жигин А.В.* – 7 с.
12. Патент № 2708156 Российская Федерация, МПК А01К 61/00 (2006.01). *Устройство для определения состояния ооцитов и стадии зрелости гонад у осетрообразных и карповых рыб: № 2019105326: заявл. 08.06.2018: опубл. 04.12.2019 / Бубунец Э.В., Новосадов А.Г., Жигин А.В., Лабенец А.В.* – 9 с.
13. Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И. *Развитие осетровых рыб. (Созревание яиц, оплодотворение, развитие зародышей и предличинки)*. – М.: Наука, 1981. – 224 с.
14. *Технологии и нормативы по товарному осетроводству в VI рыболовной зоне / Под ред. Н.В. Судаковой*. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 100 с.
15. Игумнова Л.В. *Рекомендации по биотехнике заводского разведения белуги*. – М.: Главрыбвод МРХ СССР, 1975. – 27 с.
16. Карпевич А.Ф. *Избранные труды: в 2-х томах. Аклиматизация гидробионтов и научные основы аквакультуры*. – М.: ВНИРО, 1998. – Т 2. – 870 с.
17. Краснодембская К.Д. *Методические рекомендации по проведению этапа перевода на экзогенное питание предличинки осетровых на рыболовных заводах*. – СПб., 1994. – 36 с.

Поступила в редакцию 17.08.20

После доработки 09.09.20

Принята к публикации 14.09.20