

Ключевые слова:

севрюга, шип,
температура воды,
зимовка производителей,
инкубация икры

Keywords:

sevryuga, thorn,
water temperature,
wintering of producers,
incubation of caviar

Зависимость продолжительности эмбрионального периода развития севрюги (*Acipenser stellatus* Pallas, 1771) и шипа (*Acipenser nudiiventris* Lovetsky, 1828) от температурного режима зимовки производителей

DOI 10.37663/0131-6184-2021-4-68-75

Д-р с.-х. наук

Э.В. Бубунец – начальник отдела рыбохозяйственной экспертизы сооружений и технологий, оказывающих воздействие на водные биоресурсы и среду их обитания, ФГБУ «ЦУРЭН»; канд. с.-х. наук **А.В. Лабенец** – старший научный сотрудник, заведующий лабораторией воспроизводства и селекции рыб Всероссийского научно-исследовательского института интегрированного рыбоводства (ВНИИР - филиал ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста); д-р с.-х. наук, профессор **А.В. Жигин** – главный научный сотрудник отдела аквакультуры беспозвоночных, ФГБНУ «ВНИРО»; профессор кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»

@ ed_fish_69@mail.ru;
avlabenets@mail.ru;
azhigin@gmail.com

DEPENDENCE OF THE DURATION OF THE EMBRYONIC PERIOD OF DEVELOPMENT OF THE SEVRYUGA (*ACIPENSER STELLATUS* PALLAS, 1771) AND THE THORN (*ACIPENSER NUDIIVENTRIS* LOVETSKY, 1828) ON THE TEMPERATURE REGIME OF WINTERING OF PRODUCERS

Doctor of Agricultural Sciences **E.V. Bubunets** – Head of the Department of Fisheries Expertise of structures and technologies that affect aquatic biological resources and their habitat, FSBI "TSUREN"; Candidate of Agricultural Sciences **A.V. Labenets** – Senior Researcher, Head laboratory of Fish Reproduction and Breeding of the All-Russian Research Institute of Integrated Fish Farming (VNIIR-a branch of the L. K. Ernst FGBNU FITZ VIH); Doctor of Agricultural Sciences, Professor **A.V. Zhigin** – Chief Researcher of the Department of Invertebrate Aquaculture, VNIRO Federal State Budgetary Research University; Professor of the Department of Aquaculture and Beekeeping, K. A. Timiryazev Russian State Agricultural Academy

The temperature conditions and the results of wintering of producers, incubation of caviar of sevryuga and thorn in farms on waste warm waters are considered. The studied indicators are compared with similar data obtained when keeping producers from natural populations in the lower reaches of the Volga River. In the considered species, with a shortened and comfortable "warm" wintering (for sevryuga at 5-11, thorn – 3-15°C), an increase in the duration of incubation up to a day or more was recorded in comparison with individuals from natural populations. The temperature regulations of wintering for producers, incubation and maintenance of free embryos are proposed.

ВВЕДЕНИЕ

Перспективы дальнейшего существования осетровых в антропогенно измененной естественной среде сейчас могут быть, по меньшей мере, поставлены под обоснованное сомнение. Поэтому совершенствование технологии их

полноциклического культивирования, ключевым элементом которого является искусственное воспроизводство, приобретает особое значение. Оно позволяет решить двудеиную задачу – обеспечить сохранение этих рыб, как уникального элемента природного

биоразнообразия, одновременно способствуя развитию производства коммерчески высоколиквидной продукции [20; 22].

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°C [18]. С возрастом температурный оптимум становится шире, поэтому влияние термического фактора на рост наиболее сильно проявляется на ранних стадиях развития [1].

Управление температурным фактором позволяет воздействовать на жизненные функции культивируемых гидробионтов и, что особенно важно, на их репродуктивные циклы. При этом в современных условиях интенсификации рыбоводства особую роль приобретает получение качественных половых продуктов и, как следствие, жизнестойкого посадочного материала. Зимовка – значимый этап, как в жизни рыб в состоянии естественной свободы, так и в технологическом цикле рыбоводных предприятий, т.к. предшествует нересту.

На холоде живые организмы впадают в состояние покоя (анабиоза). Температуру, при которой это происходит, называют «условный биологический ноль». Для разных видов рыб эта температура различна: так, для криофильных (лососи, сиги) она близка к 0°C, для термофильных (карап, растительные, канальный сом) – составляет 10-14°C. Осетровые занимают промежуточное положение [11].

Как отмечала А.Ф. Карпевич (1998), весенне-нерестующие рыбы в природном ареале размножаются после длительной зимы, когда интенсивность физиологических процессов или минимальна (дыхание) или подавлена (пищеварение) и поступлений пищевого материала извне нет, расход на дыхание осуществляется за счёт внутренних резервов. Объем расхода резерва и потери массы тела определяют жизнеспособность гидробионтов в конце холодного периода и допустимость его длительности. Чем дольше зима, тем меньше объем белка, липидов и гликогена передается в ооциты для развития эмбрионов. Поэтому, порогом для гидробионтов является не сама низкая температура, а длительность пребывания их в температурных условиях ниже толерантных. Следовательно, продолжительность содержания маточного и ремонтного стада в условиях низких и критических температур не беспредельна [10].

О необходимых продолжительности и уровне температурного режима во время зимовки производителей осетровых существует ряд мнений. Так, М.С. Чебанов и Е.В.

Рассмотрены температурные условия и результаты зимовки производителей, инкубации икры севрюги и шипа в хозяйствах на отработанных теплых водах. Изученные показатели сопоставлены с аналогичными данными, полученными при содержании производителей из естественных популяций в низовьях реки Волга. У рассмотренных видов, при укороченной и комфортной «теплой» зимовке (для севрюги при 5-11, шипа – 3-15°C), зафиксировано увеличение продолжительности инкубации до суток и более по сравнению с особями из естественных популяций. Предложены температурные регламенты зимовки для производителей, инкубации и выдерживания свободных эмбрионов.

Галич (2013) зимовку определяют, как содержание рыб при низкой температуре (2-6°C) в течение 2-3 месяцев. Оптимальный температурный интервал в это время составляет 4-5°C, при этом, авторы допускают кратковременное повышение температуры воды до 7°C и понижение – до 2°C [19].

В рекомендациях по работе с производителями осетровых, в цехах длительного выдерживания рыбы (ЦДВР) с регулируемой температурой воды показана возможность пролонгации периода зимовки. Для увеличения продолжительности загрузки и эффективности использования инкубационно-выростных мощностей, на осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ), в зависимости от стадии развития гонад самок, гаметогенез производителей сдвигали при температуре воды 3-4°C на 1,5 месяца, при 2-3°C – на 2 и 3 месяца [15].



Рисунок 1. Э.В. Бубунец (ФГБУ «ЦУРЭН») демонстрирует производителя севрюги (ЦВР Пермской ГЭС)

Figure 1. E.V. Bubunets (FSBI "TSUREN") demonstrates the producer of sevryuga (TSVR Perm HPP)

Осетровым рыбам свойственна большая эвритермность. Причём это характерно и для ранних этапов онтогенеза. В зависимости от этапа выращивания оптимальная температура меняется. Для развития икры осетровых рыб, по данным Н.Г. Никольской и Л.А. Сытиной (1978), она укладывается в диапазон от 10 до 22°C. Допустимые значения температуры, указанные различными авторами для нереста и развивающейся икры разных видов осетровых, значительно разнятся. Так, для белуги (*Huso huso*) они составляют 8-15°C, для севрюги (*Acipenser stellatus*) – 16-25°C [6; 12]. Шип (*Acipenser nudiiventris*) и русский осётр (*Acipenser gueldenstaedtii*) по термоустойчивости на ранних стадиях развития занимают промежуточное положение между белугой и севрюгой – 15-23°C [12]. На примере амурского осетра (*Acipenser schrencki*) установлено, что оптимальная температура инкубации икры одомашненных особей выше, чем икры от диких производителей того же вида [25].

При этом различны не только средние оптимальные температуры, но и диапазоны чувствительности на ранних стадиях развития отдельных видов осетровых. В качестве верхней сублетальной, для развития икры белуги, рассматривается температура 20-21°C, для шипа – 22,5°C, русского осетра – 27°C севрюги – 29-30°C [7], для сахалинского осетра (*Acipenser medirostris*) – 17-18°C [24]. Рост температуры выше приведенных значений вызывает увеличение числа аномальных эмбрионов и их гибель. Нижний диапазон допустимых значений температуры воды для белуги (*Huso huso*) составляет 4-7°C [5]. Имеются данные, что эмбрионы калуги (*H. dauricus*) гибли в течение суток при температуре 2-8°C, а при повышении

температуры воды до 5-8°C вылупление личинок не превышало 70% [26].

Если информацию по температурным условиям зимовки особей из природных популяций легко можно найти в специальной литературе, то данных по зимовке анадромных осетровых в индустриальных хозяйствах крайне мало, хотя ранее часть информации нами фрагментарно публиковалась [3; 21].

Цель проведенной работы – определение температурных границ и длительности периода зимовки производителей севрюги и шипа в хозяйствах тепловодной аквакультуры, исключающих нарушения их генеративной функции.

В этой связи было необходимо проанализировать результаты зимовки производителей севрюги и шипа в рыбоводных хозяйствах, базирующихся на сбросных теплых водах электростанций, и сравнить их с температурным режимом низовьев р. Волга. Рассматривая различные периоды выдерживания производителей осетровых в зимовалах, оценивали зависимость результатов инкубации икры и периода выдерживания свободных эмбрионов до начала активного питания от температурных условий зимовки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сбор исходных данных проводили в индустриальных тепловодных рыбоводных хозяйствах Московской области (Шатурская производственно-экспериментальная тепловодная садковая линия (ШПЭТСЛ)) и Пермского края (Цех выращивания рыбы (ЦВР) Пермской ГРЭС) с 2001 по 2013 годы. Для производителей из естественных популяций взяты усреднённые ретроспективные данные (1964-1968 гг.) по гидрологическому посту в районе г. Астрахань [15]. Изучались температура воды в периоды зимовки производителей, инкубации ооцитов, выдерживания предличинок, а также производители, оплодотворённая икра и предличинки севрюги (*Acipenser stellatus*) (рис. 1, 2) и шипа (*A. nudiiventris*) (рис. 3, 4). Инкубация оплодотворённой икры проводилась в аппаратах «Осётр», выдерживание предличинок в пластиковых бассейнах ИЦА-2 и ЛПЛ [4; 23]. Температура воды в аппаратах при закладке икры соответствовала таковой в бассейнах при созревании производителей. Для сведения к минимуму влияния внешних факторов, загрузку аппаратов оплодотворённой икрой и регулировку проточности осуществляли по единой отработанной технологической схеме, не нарушая нормативных требований. Зависящие от продолжительности и диапазона температур во время зимовки величины представлены в градусах Цельсия (°C), градусо-днях (°C/д) и градусо-часах (°C/ч).

Так как наступление температур, характерных для зимнего периода, на рыбоводных хозяйствах начинается в разные сроки и отличается по годам, продолжительность зимовки производителей рассчитана с 1 ноября предыдущего года до начала их вывода на нерестовые



Рисунок 2. Самец севрюги (ЦВР Пермской ГЭС)

Figure 2. Male sevruga (TSVR of the Perm HPP)

Таблица 1. Условия зимовки производителей в промышленных хозяйствах и в р. Волга / **Table 1.** Wintering conditions of producers in industrial farms and in the Volga River

Показатель	Севрюга		Шип		р. Волга		
	С1	С2	Ш1	Ш2	В Ш	В С	
Период зимовки	°С/д	902	1592	1523	1162	841	1012,9
	M±m, °С	7,8±0,7	7,5±0,6	8,8±1,0	7,5±0,8	3,9	4,5
	Lim, °С	5,0-10,6	5,0-12,1	5,2-19,0	3,0-14,5	1,0-16,5	1,0-18,8
Кол-во °С/д	≤ 3,9°С	0	0	0	42	149	149
	4,0-8,0°С	556	1271	747	560	285	285
	≥ 8,1°С	346	321	776	560	407	579

температуры воды. Производителей севрюги после бонитировки (25 декабря) из бетонных бассейнов переводили в пластиковые, с возможностью поддержания постоянного температурного режима на уровне 5-8°С. Отобранных для получения половых продуктов самок и самцов шипа переводили в бассейны, оборудованные терморегуляцией за 2-3 недели непосредственно перед началом прогрева воды до нерестовых значений. Помимо этого, зимний диапазон разбит на три температурных интервала: < 3,9°С; 4,0-8,0°С; ≥ 8,1°С.

Ранее были установлены отличия температурного режима в хозяйствах по ряду критериев, в том числе по условиям зимнего содержания производителей в диапазоне К-1 (0,0-7,9°С) [3]. Проведение нерестовых кампаний старались планировать в соответствии с биологическими потребностями вида, показателями поляризации ооцитов и загруженностью инкубационно-выростных цехов хозяйств. Для удобства изложения материала производители из предприятий аквакультуры, с учётом результатов биопсийных проб, разделены на группы: шип – Ш1, Ш2; севрюга – С1, С2, в которых учтены условия и продолжительность зимовки.

В тепловодных хозяйствах график получения половых продуктов для шипа рассчитывали со второй декады апреля и первой декады мая, для севрюги – с середины марта и первой декады июня. Производителей инъецировали комбинированным методом: доза предварительной инъекции карпового гипофиза – 0,4-0,6 мг/кг массы особи, разрешающей - 2,0-3,0 мкг/кг препарата «Сурфагон» [2; 13]. Во время инкубации и выдерживания предличинок, по возможности, осуществляли плавное повышение температуры воды в пределах биологической потребности вида.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Продолжительность и условия зимовки. У производителей шипа, при продолжительности зимовки от 5 (Ш2) до 6 (Ш1) месяцев, крайние значения температуры составили 3,0-19,0°С, при средних значениях 7,5-8,8°С. Доля суммы набранного тепла в диапазоне ≤ 3,9°С зафиксирована только в группе Ш 2 (3,6%), в интервале 4,0-8,0°С она составила примерно 50%, ≥ 8,1°С-48-51% от общей за зимовку. Тем-



Рисунок 3. Бонитировка производителей шипа (ШПЭТСЛ)

Figure 3. Bonitization of spike producers (SHPETSL)

пературные скачки выше 8°С фиксировались как в начале, так и на завершающих этапах зимовок (рис. 5; табл. 1).

У севрюги, самого теплолюбивого вида, период зимовки составил 3,9 (С1) и 7,1 (С2) месяца. Температурные значения укладывались в диапазон от 5,0 до 12,1°С, при средних значениях 7,5-7,8°С. Температуры ниже 4,0°С отсутствовали. Доля количества накопленного за зимовку тепла в диапазоне температур 4,0-8,0°С составила 61,6-79,8%, при температуре ≥ 8,1°С – 20,2-38,4%. Максимальные значения фиксировались на начальных этапах зимовок (рис. 5; табл. 1).

Для оценки условий зимовки производителей, находящихся в состоянии естественной свободы, рассмотрим термический режим р. Волга после зарегулирования ее стока в том же интервале – с 1 ноября до наступления нерестовых температур – у *A. nudiventris* – 16,0°С (вариант В Ш) и *A. stellatus* – 18,0°С (вариант В С). При расчётах за основу взят принцип работ с озимым осетром [15]. Для вычислений использовали фактический термический режим, с усреднёнными по декадам данными, и минимальным значением температуры воды 1°С (табл. 1; рис. 6).

При средней температуре 3,9°C за 7,2 месяца зимовки температура воды у производителей шипа в естественной среде варьировала от 1,0 до 16,5°C (группа В Ш). С учётом того, что более 3-х месяцев температура воды держится в районе 1,0°C, доля суммы набранного тепла в диапазоне до 4°C составляет 17,7%, от 4,0 до 8,0°C – 33,9%, выше 8,0°C – 48,4%. На протяжении последующих двух недель температуры растут, верхний предел достигает 18,8°C, средняя за зимовку – 4,5°C (группа В С). Доля суммы набранного тепла до 4°C снижается до 14,7%, при 4-8°C до 28,1%, а выше 8°C – возрастает до 57,2% (табл. 1).

В р. Волга период с температурами 1,0°C длился на протяжении 182 дней. С 1 ноября до наступления нерестовых температур для шипа (16,5°C) проходит 210-220 дней (7,1-7,3 мес.), для севрюги (18,8°C) 220-230 дней (7,3-7,6 мес.).

Толерантность производителей осетровых к условиям низких температур и пищевой депривации в целом весьма высока. Например,

проведённые в прошлом столетии работы показали, что производители русского осетра в режиме зимовки и пищевой депривации находились до 9 месяцев. В таких условиях средняя за зимовку температура составила 2,2-2,4°C, доля суммы набранного тепла в диапазоне до 4°C составила 68,7-71,3%, при 4-8°C – 28,7-31,3% [15].

Несмотря на очевидные различия в продолжительности и условиях зимовки (рис. 5), использование некоторых усовершенствований технологии воспроизводства [2; 13; 14] позволило получить от производителей севрюги и шипа из рыбоводных хозяйств доброкачественные половые продукты, и в большинстве случаев вырастить сеголетков удовлетворительного рыбоводного качества.

Продолжительность периода инкубации. Анализ существующей литературы [8; 17; 19] показал наличие только фрагментарных сведений либо их отсутствие по ряду температурных показателей и даже видам осетровых. Поэтому, при оценке продолжительности зародышевого развития от оплодотворения до стадии единичного вылупления, за норму для *A. stellatus* были приняты данные Т.А. Детлаф с соавторами [8], а для *A. nudiventris* – данные «Сборника инструкций» [16].

Как отмечалось, в одной и той же партии икры, от осеменения до определённой стадии, зародыши развиваются не вполне синхронно, сроки перехода от стадии к стадии варьируют в пределах 10% продолжительности периода развития [8]. Приведённые в таблице 2 данные получены нами по первым 10-20 предличинкам, освободившимся из оболочек.

За период инкубации температура воды в аппаратах с икрой шипа варьировала от 15 до 20°C, севрюги – от 15 до 19,5°C. По данным А.Ф. Карпевич, весенне-нерестующие бореальные рыбы после зимовки обладают малым энергозапасом, а развитие гамет протекает при низких температурах (8-12°C). В связи с этим автор отмечает, что теплоёмкость эмбриогенеза составляет примерно 50-100°C/д [10]. Полученные результаты проведённых исследований в целом соответствуют указанному диапазону. Кроме этого, на тепловодных хозяйствах получены результаты, отличающиеся большей продолжительностью инкубации (> 10% времени



Рисунок 4. Э.В. Бубунец (ФГБУ «ЦУРЭН») демонстрирует производителя шипа (ШПЭТСЛ)

Figure 4. E.V. Bubunets (FSBI "TSUREN") demonstrates the manufacturer of the spike (SHPETSLS)

Таблица 2. Термический режим инкубации / **Table 2.** Thermal mode of incubation

Группа	Температура воды за период инкубации, °C		Продолжительность инкубации			
	M±m	Lim	Факт	Норма	Факт	Норма
			°C/д	°C/ч	°C/д	°C/ч
Севрюга						
C1	16,25±0,89	15,0-17,0	Отход на 17 стадии	83,3	1999	
C2	18,11±1,15	16,5-19,5	83,8	2010	70,9	1702
Шип						
Ш1	18,50±1,94	17,0-20,0	Отход на 19 стадии	67,1	1610	
Ш2	16,22±1,39	15,0-18,4	89,9	2157	70,3	1687

от нормативной для природных популяций): для шипа (Ш 2 – 27,9%), севрюги (С 2 – 18,1%).

Фактический материал по зимнему содержанию производителей шипа базируется на данных двух нерестовых компаний. В группе (Ш 1) при средней температуре 18,5°C продолжительность инкубации теоретически должна была составить 67,1°C/д. Несмотря на зимовку в комфортных условиях, за 174 дня сумма тепла в зимний период составила 1523°C/д, но произошла остановка в развитии эмбрионов на 19 стадии. Вероятным здесь является влияние таких факторов как наличие высоких температур на завершающем этапе зимовки, а также – инкубация за пределами верхних границ толерантности. М.С. Чебанов и Е.В. Галич (2013) также отмечают, что длительное пребывание рыбы за границами оптимального интервала температур (4-5°C) приводит к ухудшению её физиологического состояния и, как следствие, к снижению качества половых продуктов [19].

В группе Ш 2, при средней температуре инкубации 16,2°C, температурный диапазон в зимний период содержания производителей был более узким (от 3 до 14,5°C) и короче по продолжительности – 154 суток. Сумма тепла до начала нерестовых мероприятий составила 1162°C/д. В данном случае было выявлено отклонение продолжительности инкубации в сторону увеличения более чем на сутки, по сравнению с данными «Сборника инструкций» [16].

Полноценных данных по севрюге до настоящего времени также имеется ограниченное количество. При средней температуре инкубации 16,3°C теоретически продолжительность должна была составить 83,3°C/д (С 1), однако произошла остановка в развитии эмбрионов на 17 стадии. Как вероятные причины здесь могут рассматриваться – короткая длительность

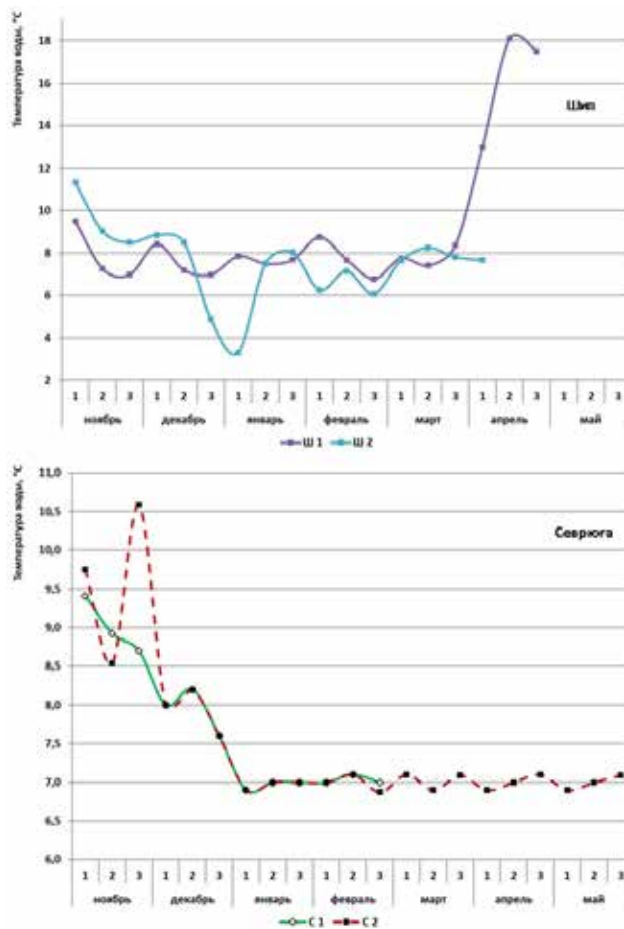


Рисунок 5. Динамика температуры воды в промышленных хозяйствах в период зимовки производителей

Figure 5. Dynamics of water temperature in industrial farms during the wintering period of producers

Таблица 3. Рекомендуемые температурные условия зимовки для производителей севрюги и шипа / **Table 3.** Recommended wintering temperature conditions for producers of sevruga and thorn

Показатель		Вид рыб	
		Севрюга	Шип
Температура воды, °C	Пределы колебаний	5-8	4-7
	Среднее значение	6,5	5,5
Продолжительность, месяцы		4,5-6,5	4,0-5,5

Таблица 4. Температурные режимы, рекомендуемые при инкубации икры и выдерживании предличинок севрюги и шипа / **Table 4.** Temperature regimes recommended for incubation of caviar and keeping of pre-larvae of sevruga and thorn

Технологический этап	Температура воды	Вид рыб	
		Севрюга	Шип
Инкубация икры	начальная	16°C	15°C
	конечная	19°C	18°C
Выдерживание предличинок	начальная	19°C	18°C
	конечная	22°C	21°C

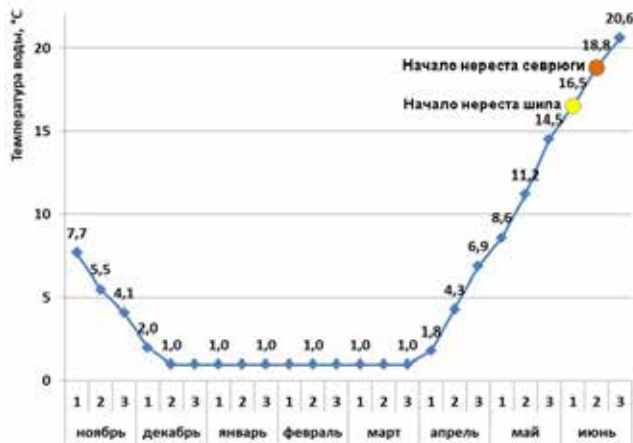


Рисунок 6. Динамика температуры воды в низовьях реки Волга

Figure 6. Dynamics of water temperature in the lower reaches of the Volga River

зимовки, а также инкубация икры на нижней границе видового температурного оптимума. При более высокой средней температуре инкубации (18,1°C) и продолжительной зимовке (212 сут.) получены более удовлетворительные результаты. Однако здесь, как и в группе Ш 2, выявлено отклонение в сторону увеличения продолжительности инкубации от значений, приводимых Т.А. Детлаф с соавторами [8], на 18 часов.

Кратко резюмируя результаты инкубации можно отметить, что у рассмотренных видов, при укороченной и комфортной («тёплой») зимовке (севрюга 5-11, шип 3-15°C), было зафиксировано увеличение продолжительности инкубации на 18 ч. и более чем на сутки, соответственно, по сравнению с данными, характерными особей из естественных популяций.

По мнению А.Ф. Карпевич, чем дольше и суше зима, тем меньше питательных веществ аккумулируется в ооцитах, тем скорее должно идти развитие эмбрионов, чтобы перейти на экзогенное питание [10]. Полученные в условиях промышленных хозяйств с достаточно тёплой зимой, данные позволяют предположить, что в ооцитах, вероятно, сохраняется достаточное количество питательных веществ и это ведёт к увеличению продолжительности инкубационного периода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях установок с замкнутым водоиспользованием (УЗВ), промышленных и комбинированных хозяйств, обладающих возможностью направленного воздействия на жизненные функции содержащихся гидробионтов и, что особенно важно, на их репродуктивные циклы, имеется возможность в ускоренном режиме формировать репродуктивные стада, получать потомство в требуемые сроки (независимо от времени года) и, как следствие, круглогодично осуществлять получение и реализацию рыбо-

продукции в режиме многоциклического (полициклического) выращивания [9]. Все это в полной мере относится и к таким анадромным видам осетровых рыб как севрюга и шип.

ВЫВОДЫ

1. Ретроспективный анализ доступных источников позволяет предположить, что производители рассмотренных видов осетровых, при средней температуре воды до нереста 3,9-4,5°C, способны находиться в режиме пищевой депривации до 7 (шип) - 8 (севрюга) месяцев.

2. Одними из важнейших факторов успешного искусственного воспроизводства являются зимовка самок шипа и севрюги в более мягких («комфортных»), по сравнению с другим осетровыми, условиях, а также соблюдение оптимального для видов температурного режима во время инкубации.

3. В условиях промышленных хозяйств, с достаточно высокими температурами воды зимой, в ооцитах, вероятно, сохраняется достаточное количество питательных веществ, что ведёт к увеличению продолжительности инкубационного периода.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

В тепловодных хозяйствах, после проведения бонитировки и перевода производителей в зимовальный комплекс, при инкубации икры и выдерживании предличинок целесообразно рекомендовать следующие параметры температурного режима для рассмотренных видов осетровых (табл. 3, 4).

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бессонов Н.М. Рыбохозяйственная гидрохимия. / Н.М. Бессонов, Ю.А. Привезенцев – М.: Агропромиздат, 1987. – 159 с.
1. Bessonov N.M. Fisheries hydrochemistry. / N.M. Bessonov, J.A. Privezentsev – M.: Agropromizdat, 1987. – 159 p.
2. Бубунец Э.В. Инновационная модель комбинированного стимулирования овуляции у осетровых рыб и цитометрические особенности продуцируемых ооцитов / Э.В. Бубунец, А.О. Ревякин, А.В. Лабунец // Биомедицина. – 2014. – №4. – С. 65-69.
2. Bubunets E.V. Innovative model of combined stimulation of ovulation in sturgeon and cytometric features produced by oocytes / E.V. Bubunets, A. Revyakin, A.V. Labunets // Biomedicine. - 2014. - No. 4. - Pp. 65-69.
3. Бубунец Э.В. К вопросу об оценке температурных условий при культивировании осетровых в тепловодных хозяйствах // Рыбное хозяйство – 2017. – № 2. – С. 75-79.
3. Bubunets E.V. On the issue of assessing temperature conditions during the cultivation of sturgeon in warm-water farms // Fish farming-2017. - No. 2. - Pp. 75-79.
4. Бубунец Э.В. Рыбохозяйственные характеристики маточно стада шипа, выращенного в промышленных условиях / М., Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – №2 – С. 72-74.
4. Bubunets E. V. Fishery characteristics broodstock thorn grown in industrial conditions / M., Bulletin of the Russian Academy of agricultural Sciences. – 2010. – №2 – Pp. 72-74.
5. Гершанович А.Д. Экология и физиология молоди осетровых / А.Д. Гершанович, В.А. Пегасов, М.И. Шатуновский. – М., 1987. – 215 с.
5. Gershanovich A.D. the Ecology and physiology of juvenile sturgeon / A.D. Gershanovich, V.A. Pegasi, M.I. Shatunovsky. – M., 1987. – 215 p.

6. Гинзбург А.С. Развитие осетровых рыб. Созревание яиц, оплодотворение и эмбриогенез / А.С. Гинзбург, Т.А. Детлаф. – М.: Наука, 1969. – 134 с.
6. Ginzburg A.C. Development of sturgeon fish. Egg maturation, fertilization and embryogenesis / S.A. Ginzburg, T.A. Detlaf. - M.: Nauka, 1969 - 134 p.
7. Голованов В.К. Температурный оптимум и температурные границы жизнедеятельности осетровых видов рыб // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы 4-ой междунар. науч.-практ. конференции. – М.: ВНИРО, 2006. – С. 21-24.
7. Golovanov V.K. Temperature optimum and temperature limits of vital activity of sturgeon fish species / V.K. Golovanov // Aquaculture of sturgeon fish: achievements and prospects of development. Materials of the 4th International Scientific and Practical Conference. Conferences. - M.: VNIRO, 2006. – Pp. 21-24.
8. Детлаф Т.А. Развитие осетровых рыб. (Созревание яиц, оплодотворение, развитие зародышей и предличинок) / Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург, О.И. Шмальгаузен. – М., 1981. – 224с.
8. Detlef T.A. Development of sturgeons. (The egg maturation, fertilization, embryo development and predicing) / T.A. Detlef, A.S. Ginzburg, O.I. Schmalhausen. – M., 1981. – 224 p.
9. Жигин А.В. Замкнутые системы в аквакультуре // М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 664 с.
9. Zhigin A.V. Closed system aquaculture // M.: publishing house of the Russian state agrarian University-Moscow agricultural Academy named after im. K.A. Timiryazev, 2011. – 664 p.
10. Карпевич А.Ф. Избранные труды: в 2-х томах. Акклиматизация гидробионтов и научные основы аквакультуры. – М., 1998. – Т 2. – 870 с.
10. Karpevich A.F. Selected works: in 2 volumes. Acclimatization of hydrobionts and scientific foundations of aquaculture. - M., 1998. - Т 2. – 870 p.
11. Князев И.В. О температуре условного биологического нуля молоди некоторых видов рыб // Ихтиологические исследования на внутренних водоёмах: Матер. междунар. науч. конф. – Саранск, 2007. – С. 83-85.
11. Knyazev I.V. On the temperature of the conditional biological zero of juveniles of some fish species // Ichthyological studies on inland water bodies: Mater. international Scientific Conference-Saransk, 2007. - Pp. 83-85.
12. Никольская Н.Г. Сравнительный анализ действия постоянных температур на эмбриональное развитие осетровых / Н.Г. Никольская, Л.А. Сытина // Вопросы ихтиологии. – 1978. – Т.18. Вып.1 (108). – С.101-106.
12. Nikolskaya N.G. Comparative analysis of the effect of constant temperatures on the embryonic development of sturgeons / N.G. Nikolskaya, L.A. Sytina // Questions of ichthyology. - 1978. - Vol. 18. Issue 1 (108). - Pp. 101-106.
13. Патент № 2500101 Российская Федерация, МПК А01К 61/00 (2006.01). Способ воспроизводства осетровых рыб: № 2012139088/13: заявл. 13.09.2012; опубл. 10.12.2013 / Э.В. Бубунец, А.В. Лабенец, А.В. Жигин; – 7с.
13. Patent No. 2500101 Russian Federation, IPC A01K 61/00 (2006.01). The method of reproduction of sturgeon fishes: No. 2012139088/13: Appl. 13.09.2012: publ. 10.12.2013 / Bubunets E.V., A.V. Lubenec, A.V. Zhigin; – 7 C.
14. 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 / Э.В. Бубунец, А.Г. Новосадов, А.В. Жигин, А.В. Лабенец. – 9 с.
14. Patent No. 2708156 Russian Federation, IPC A01K 61/00 (2006.01). A device for determining the status of oocytes and stage of maturity of the gonads from sturgeon and carp fish: No. 2019105326: Appl. 08.06.2018: publ. 04.12.2019 / Bubunets E.V. Novoselov A.G., A.V. Zhigin, A.V. Labunets; – 9.
15. Рекомендации по работе с производителями осетровых, мигрантами разного типа, по непрерывному графику в цехах с регулируемой температурой воды / Сост. д-р биол. наук Б.Н. Казанский, А.Н. Молодцов. – М., 1974. – 48 с.
15. Recommendations for working with sturgeon producers, migrants of various types, on a continuous schedule in workshops with controlled water temperature / Comp. doctor of biological Sciences B.N. Kazansky, A.N. Molodtsov. - M., 1974. - 48 p.
16. Сборник инструкций и нормативно-методических указаний по промышленному разведению осетровых рыб в Каспийском и Азовском бассейнах. – М., 1986. – 273 с.
16. Collection of instructions and regulatory and methodological guidelines for the industrial breeding of sturgeon fish in the Caspian and Azov basins. - M., 1986 - 273 p.
17. Технологии и нормативы по товарному осетроводству в VI рыболовной зоне / Под ред. Н.В. Судаковой. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 100 с.
17. Technologies and standards for commercial sturgeon breeding in the VI fish breeding zone in / Edited by N.V. Sudakova. - M.: VNIRO publishing house, 2006. - 100 p.
18. Уитон Ф. Техническое обеспечение аквакультуры // М.: Агропромиздат, 1985. – 528 с.
18. Wheaton F. Technical support of aquaculture // / Moscow: Agropromizdat, 1985. - 528 p.
19. Чебанов М.С. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб / М.С. Чебанов, Е.В. Галич. – Анкара: ФАО, 2013. – 325 с.
19. Chebanov M.S. Manual on artificial reproduction of sturgeon fish / M.S. Chebanov, E.V. Galich. - Ankara: FAO, 2013 - 325 p.
20. Bubunets E.V. Anadromous sturgeons in Russian aquaculture: two sides of a problem / E.V. Bubunets, A.V. Labenets // Harmonizing the relationships between Human Activities and Nature: the Case of Sturgeons. 6th International Symposium on Sturgeon (October 25-31, 2009. Wuhan, Hubei Province, China). Book of Abstracts. Oral Presentations. – Pp. 265-266.
21. Bubunets E.V. The Effect of Thermal Overwintering Conditions of Spawners on Duration of Egg Incubation and Holding of Yolk Sac Larva in Sturgeons / E.V. Bubunets, A.V. Zhigin, A.V. Labenets // Russian Agricultural Sciences, 2021. – Vol. 47. – No. 1. – Pp. 84-89.
22. Bubunets E.V. The problem of sturgeon cultivation Acipenser stellatus aspect of conservation genetics / E.V. Bubunets, E.I. Shishanova // Harmonizing the relationships between Human Activities and Nature: the Case of Sturgeons. 6th International Symposium on Sturgeon (October 25-31, 2009 Wuhan, Hubei Province, China). Book of Abstracts Posters. –Pp. 221-222.
23. Shishanova E.I. Domestication of stellate sturgeon (Acipenser stellatus Pallas) in warm-water farm / E.I. Shishanova, E.V. Bubunets, J.A. Kavtarov // Diversification in Inland Finfish Aquaculture. May 16 – 18, 2011. Abstract book. Pisek, Czech Republic. Published: University of South Bohemia in Český Budějovice, Faculty of Fisheries and Protection of Waters, Zbůžň 728/II, 389 25 Vodňany Czech Republic. 2011. – P. 115.
24. Van Eenennaam J.P. Effect of incubation temperature on green sturgeon embryos, Acipenser medirostris / J.P. Van Eenennaam, J. Linares-Casenave, X. Dong, S.I. Doroshov // Environ. Biol. Fish. – 2005. – Vol.72. – № 2. – P. 145-154.
25. Wang B. Сравнительное исследование икры, спермы и эмбрионального развития диких и домашних амурских осетров / B. Wang, Q. Qu, L. Qiu et al. // Journal of Dalian Fish. University. – 2003. – V. 18. – № 4. – Pp. 246-251.
25. Wang B. Comparative study of caviar, sperm and embryonic development of wild and domestic Amur sturgeons / B. Wang, Q. Qu, L. Qiu et al. // Journal of Dalian fish. University. – 2003. – V. 18. - No. 4. - Pp. 246-251.
26. Yin J. Толерантность эмбрионов калуги на разных стадиях развития и низкой температуре / J. Yin, Y. Kuang, Y. Chang et al. // Yingyong shengtai xuebao. Chin. J. Appl. Ecol. – 2006. – 17. – № 4. – Pp. 703-708.
26. Yin J. Tolerance of Kaluga embryos at different stages of development and low temperature / J. Yin, Yu. Kuang, Yu. Chang et al. // Yinong shentai xuebao. Chin. J. Appl. Ecol. – 2006. – 17. – № 4. – Pp. 703-708.