

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ ГИДРОБИОНТОВ

PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF HYDROCOLE

Научная статья

УДК 639.3.09

<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2021-4-115-125>

Влияние растворов пероксида водорода на рост микромицетов сем. Saprolegniaceae на яйцевых оболочках эмбрионов белуги (*Huso huso*) и на показатели ее эмбрионального развития в период инкубации

Виктория Владимировна Барина¹✉, Анна Александровна Бахарева²,
Маргарита Евгеньевна Перунова³, Ралина Расимовна Тангатарова⁴

^{1,3,4} Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии,
Астрахань, Россия, batina87@bk.ru✉

² Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Россия

Аннотация. Приведены данные экспериментальных работ по оценке степени влияния растворов пероксида водорода разных концентраций (0,05; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40 %) на рост микромицетов сем. Saprolegniaceae на яйцевых оболочках эмбрионов белуги (*Huso huso*) и ход ее эмбрионального развития. В условиях все большей интенсификации аквакультуры острой проблемой остается дефицит разрешенных лекарственных препаратов для борьбы с распространенным в рыбоводстве заболеванием – сапролегниозом. Данное заболевание вызывают виды разных родов, самыми распространенными из которых являются *Achlya* и *Saprolegnia*, относящиеся к царству Chromista (Stramenopila), отделу Oomycota, классу Oomycetes, порядку Saprolegniales, семейству Saprolegniaceae. Оценка степени влияния экспериментальных растворов пероксида водорода на эмбриональное развитие белуги и уровень заражения эмбрионов сапролегниевыми микромицетами проводили по рыбоводно-биологическим показателям: количеству оплодотворенных ооцитов, количеству выживших эмбрионов и вылупившихся предличинок, количеству эмбрионов, зараженных микромицетами сем. Saprolegniaceae, и аномально развивающихся особей. Также был проведен гистологический анализ развивающихся эмбрионов на разных стадиях развития. Экспериментальные работы проводили в производственных условиях в инкубационном аппарате типа «Осетр». Были сформированы опытные группы в соответствии с концентрациями экспериментальных растворов. В результате проведенных исследований сделан вывод об эффективности использования 0,05 %-го раствора пероксида водорода с экспозицией 10 мин. Данный раствор подавлял рост микромицетов сем. Saprolegniaceae, не оказывая негативного влияния на ход эмбрионального развития. Остальные экспериментальные растворы в большинстве случаев оказывали негативное влияние на эмбриональное развитие белуги (*Huso huso*), вызывая увеличение смертности и повышение уровня заражения сапролегниями.

Ключевые слова: белуга (*Huso huso*), эмбрион, сапролегниевые микромицеты, пероксид водорода, выживаемость эмбрионов, аномалии, заражение эмбрионов, предличинки

Для цитирования: Барина В. В., Бахарева А. А., Перунова М. Е., Тангатарова Р. Р. Влияние растворов пероксида водорода на рост микромицетов сем. Saprolegniaceae на яйцевых оболочках эмбрионов белуги (*Huso huso*) и на показатели ее эмбрионального развития в период инкубации // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. № 4. С. 115–125. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2021-4-115-125>.

Effect of hydrogen peroxide solutions on growth of micromycetes Saprolegniaceae on egg membranes of beluga (*Huso huso*) embryos and on indicators of its embryonic development during incubation

Victoria V. Barinova¹✉, Anna A. Bakhareva², Margarita E. Perunova³,
Ralina R. Tangatarova⁴

^{1,3,4}Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Astrakhan, Russia, batina87@bk.ru✉

²Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russia

Abstract. The article describes the data of the experimental works on assessing the influence of hydrogen peroxide solutions (0.05, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40%) in different concentrations on the growth of the micromycetes Saprolegniaceae on egg membranes of beluga embryos and its embryonic development. In conditions of increasing intensification of aquacultures there is an acute problem regarding to the shortage of approved drugs for treating a common disease in fish farming - saprolegniosis. This disease is caused by species of different genus, the most common of which are the genus *Achlya* and *Saprolegnia* belonging to the biological kingdom Chromista (Stramenopila), the Oomycota phylum, the Oomycetes class, the Saprolegniales order, the Saprolegniaceae family. The impact of experimental hydrogen peroxide solutions on the beluga embryonic development and infection with saprolegnial micromycetes was assessed by fish-breeding biological indicators: the number of inseminated oocytes, number of survived embryos and hatched prelarvae, number of embryos infected with the micromycetes Saprolegniaceae and abnormally developing fish. Histological analysis of embryos at different stages of development was also carried out. The experimental works were carried out under production conditions in an incubation apparatus of "Sturgeon" type. The experimental groups were formed in accordance with the experimental solutions' concentrations. Upon the result of the studies it has been inferred that using a 0.05% hydrogen peroxide solution with a 10-minute-exposure proves effective. This solution suppressed growth of micromycetes Saprolegniaceae without any negative impact on the embryonic development. Other experimental solutions had a negative impact on beluga (*Huso huso*) embryonic development of in most cases, causing the increased mortality and, as a consequence, the increased infection rate.

Keywords: beluga (*Huso huso*), embryo, saprolegnium micromycetes, hydrogen peroxide, survival of the embryos, abnormalities, infection of the embryos, prelarvae

For citation: Barinova V. V., Bakhareva A. A., Perunova M. E., Tangatarova R. R. Effect of hydrogen peroxide solutions on growth of micromycetes Saprolegniaceae on egg membranes of beluga (*Huso huso*) embryos and on indicators of its embryonic development during incubation. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2021;4:115-125. (In Russ.) <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2021-4-115-125>.

Введение

Исследования в области охраны здоровья объектов аквакультуры на сегодняшний день весьма актуальны, т. к. список лекарственных препаратов для применения в аквакультуре ограничен, а его расширение позволит интенсифицировать производственные процессы, получая продукцию высокого качества.

Осетроводство было и остается одним из важных направлений как искусственного воспроизводства, так и товарной аквакультуры. Критическим этапом биотехнологии осетровых видов рыб является инкубация оплодотворенных ооцитов, длительность которой составляет всего 6–8 суток при температуре воды 13–17 °С (в зависимости от вида осетровых). Данные температуры являются оптимальными для развития микромицетов сем. *Saprolegniaceae*, относящихся к царству *Chromista* (*Stramenopila*), отделу *Oomycota*, классу *Oomycetes*,

порядку *Saprolegniales*. Количество зараженной икры в процессе инкубации может варьировать и составлять более 50 % [1], что приносит огромный экономический урон рыболовным хозяйствам. Большинство средств, используемых в аквакультуре для борьбы с сапролегниозом, в настоящее время не входят в государственный реестр лекарственных средств для ветеринарного применения.

Несмотря на обширный список химических веществ с фунгицидными свойствами, а также множество проведенных исследований [2–9] по применению этих веществ в аквакультуре, разрешенные препараты практически отсутствуют, что может быть связано с длительностью процесса их апробации и внедрения в рыболовную практику. Существует ряд лекарственных препаратов, использующихся в аквариумистике для лечения и профилактики сапролегниоза, но использование их в аквакультуре не разрешено, т. к. в большинстве случаев

они содержат органические красители. В связи с этим поиск новых фунгицидных или фунгистатических веществ в отношении сапролегниевых микромицетов, а также разработка методики обработки икры во время инкубации являются на сегодняшний день наиболее актуальными направлениями исследований в области аквакультуры.

Цель исследования состояла в оценке степени влияния растворов пероксида водорода разной концентрации на рост сапролегниевых микромицетов на яйцевых оболочках эмбрионов белуги (*Huso huso*) и на ход ее эмбрионального развития.

Методика исследований

Исследования проводили на базе научно-экспериментального комплекса аквакультуры «БИОС» Волжско-Каспийского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»)). Объектом исследований являлись оплодотворенные ооциты и развивающиеся эмбрионы белуги (*Huso huso*). Экспериментальные работы вели в период инкубации белуги

(*Huso huso*) в инкубационных аппаратах типа «Осетр» в условиях замкнутого водоснабжения ($pH = 8,1 \pm 0,5$; $t = 14,9 \pm 0,8$ °C) в течение семи суток. Обработку экспериментальными растворами осуществляли в два этапа, на 21–22 и 27–28 стадии развития [9, 10], методом кратковременных лечебных ванн [11].

Оценку степени воздействия растворов пероксида водорода на эмбриональное развитие белуги (*Huso huso*) проводили по следующим показателям: количество оплодотворенных ооцитов, количество выживших эмбрионов и вылупившихся предличинок [12], количество эмбрионов, зараженных микромицетами сем. Saprolegniaceae, и аномально развивающихся особей [3]. Показатели определяли с использованием микроскопа «Биомед МС-1 Стерео». Количество вылупившихся предличинок определяли весовым методом [12]. Результаты подвергали статистической обработке с использованием программы Microsoft Excel. Схема проводимых экспериментальных работ представлена в таблице.

Схема экспериментальных работ

Scheme of the experimental works

Вид	Химическое вещество	Концентрация раствора, %	Экспозиция, мин
Белуга (<i>Huso huso</i>)	Контроль	0	0,00
	Пероксид водорода	0,05	10,00
		0,10	10,00
		0,20	10,00
		0,30	10,00
		0,30	10,00
		0,40	10,00

*Контрольная группа с икрой, которая не подвергается обработке.

Для инкубирования и обработки эмбрионов белуги (*Huso huso*) были использованы 12 вкладышей аппарата «Осетр», соответствовавших опытным группам. В двух контрольных группах инкубируемые эмбрионы не обрабатывали экспериментальными растворами. Каждая опытная группа была в двух повторностях.

Для проведения исследований были использованы растворы пероксида водорода разных концентраций: от 0,05 до 0,40 %.

Пероксид водорода, являясь сильным окислителем, обладает бактерицидными свойствами. В Европе используется для обработки икры форели [8]. Эмбрионы белуги обрабатывали с одинаковой экспозицией – 10 мин. Растворы готовили путем разбавления маточного раствора до необходимой концентрации.

Гистологический анализ развивающихся эмбрионов проводили в лаборатории молекулярной генетики и физиологии Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»). Были отобраны пробы (по 10 эмбрионов в яйцевых оболочках в одной пробе) после оплодотворения на разных стадиях развития. Гистологические иссле-

дования проводили стандартными гистологическими методами [13]. При изготовлении гистологических препаратов использовали окраску гематоксилин-эозином и кислым фуксином с доокраской по Маллори. Просмотр препаратов проводился под микроскопом OLYMPUS BX40. Фотографии изготовили с помощью цифровой камеры-окуляра для микроскопа ДСМ500.

Результаты

Важным показателем для оценки степени влияния того или иного фактора на эмбриональное развитие является выживаемость эмбрионов. При анализе результатов следует учитывать, что выживаемость эмбрионов снижается в ходе развития, но обработка растворами химических веществ может спровоцировать их гибель, поэтому необходимо выбрать оптимальную концентрацию раствора, которая не будет провоцировать увеличение смертности в эмбриональный период развития. На рис. 1 показана динамика выживаемости эмбрионов белуги (*Huso huso*) в соответствии с экспериментальными группами.

Валюева В. В., Вакляева А. А., Ретинаева М. Е., Тамаратова Р. К. Effect of hydrogen peroxide solutions on growth of microfungi Saprolegniaceae on egg membranes of beluga (*Huso huso*) embryos and on indicators of its embryonic development during incubation

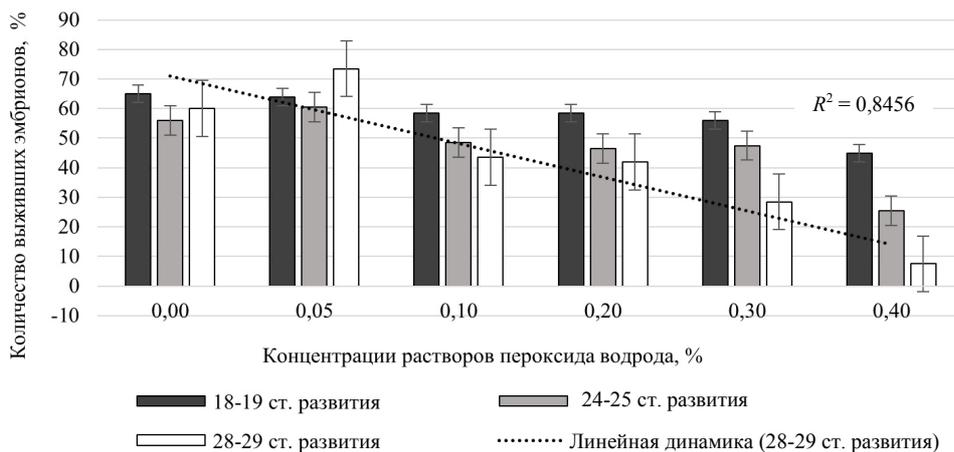


Рис. 1. Количество выживших эмбрионов белуги (*Huso huso*) на разных стадиях развития в контрольной и опытных группах

Fig. 1. The number of beluga (*Huso huso*) survived embryos at different stages of development in the control and experimental groups

Практически во всех опытных группах, кроме опытной группы с использованием 0,05 %, регистрировали снижение выживаемости от 18–19 к 28–29 стадиям развития. При этом на фоне значений выживаемости в контрольной группе (28–29 стадия развития – 60,00 ± 0,00 %) максимальная выживаемость эмбрионов отмечена в группе с применением 0,05 %-го раствора (28–29 стадия развития – 73,50 ± 2,50 %), минимальная – с 0,40 %-м раствором (28–29 стадия развития – 7,50 ± 0,50 %). Рассчитанный по показателям выживаемости эм-

брионов на 28–29 стадиях развития коэффициент аппроксимации (R^2) стремится к единице. Это подтверждает предположение о том, что повышение концентрации растворов пероксида водорода оказывает негативное влияние на выживаемость.

Обработка инкубируемой икры растворами химических веществ может влиять на количество аномально развивающихся эмбрионов. Количество аномально развивающихся эмбрионов белуги (*Huso huso*) в контрольной и опытной группах показаны на рис. 2.

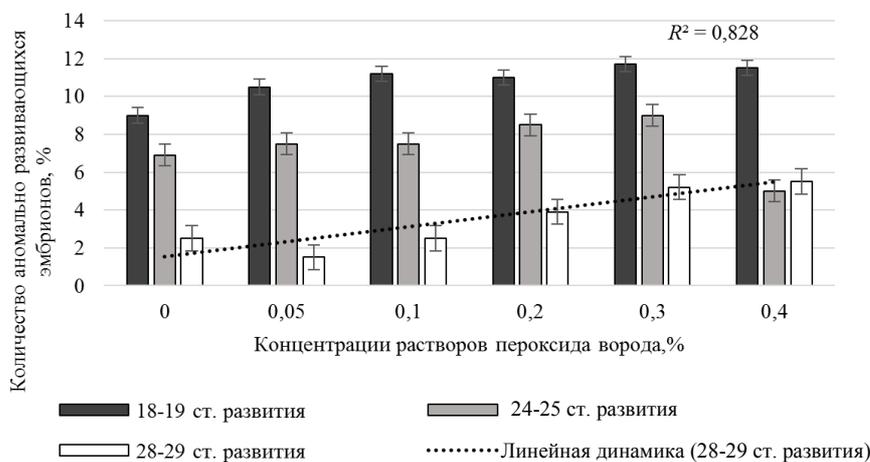


Рис. 2. Количество аномально развивающихся эмбрионов белуги (*Huso huso*) на разных стадиях развития в контрольной и опытных группах

Fig. 2. Number of abnormally developing embryos of beluga (*Huso huso*) at different stages of development in the control and experimental groups

На каждом этапе эмбрионального развития отмечены разные виды аномалий. Если на 18–19 стадии развития регистрируются нарушения, связанные с гастрულიей (формирование тела эмбриона при открытом бластопоре), на 28–29 стадиях отме-

чены морфологические изменения (искривление и укорочение тела эмбриона).

Минимальное количество аномально развивающихся эмбрионов на 28–29 стадии развития отмечено в опытных группах с применением 0,05 %-го

раствора пероксида водорода ($2,50 \pm 2,50 \%$), а максимальное – с $0,40 \%$ -м раствором ($5,50 \pm 1,90 \%$). Коэффициент аппроксимации (R^2), рассчитанный по показателю количества аномально развивающихся эмбрионов на 28–29 стадиях развития, стремится к единице, подтверждая предположение о том, что повышение концентрации растворов пероксида водорода приводит к увеличению количества аномально развивающихся эмбрионов.

Помимо вышеперечисленных аномалий при воздействии растворов химических веществ на яйцевые

оболочки эмбрионов белуги (*Huso huso*) были отмечены нарушения в их строении, которые подтверждаются результатами гистологического анализа.

Изменения в структуре оболочек эмбрионов белуги (*Huso huso*) были отмечены и в контрольной группе, которая не подвергалась воздействию экспериментальных растворов. У некоторых эмбрионов выявлено локальное разрушение студенистой оболочки, отслоение оболочек (рис. 3).

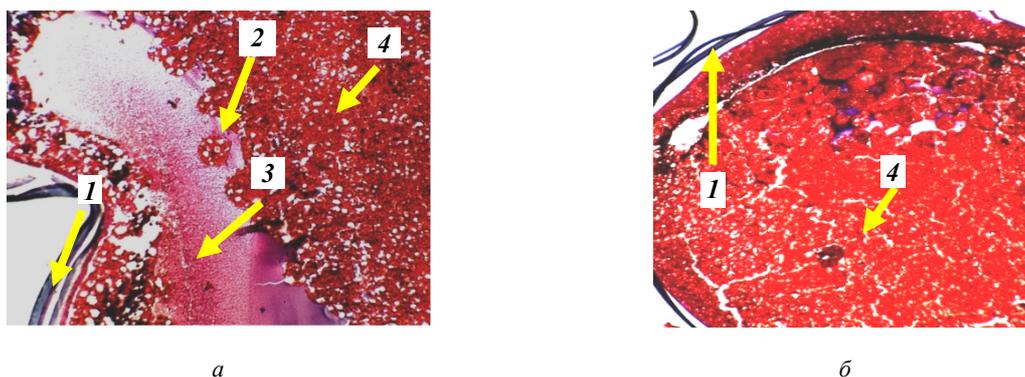


Рис. 3. Фрагменты оплодотворенной икры белуги (*Huso huso*) контрольной группы (окраска кислым фуксином с докраской по Маллори): а – 18–19 стадия развития (ув. 10×10); б – 28–29 стадия развития (ув. 4×10); 1 – расслоение оболочек, отслоение студенистой оболочки; 2 – зачаток хорды; 3 – целом*, вторичная полость тела); 4 – содержимое икры

Fig. 3. Fragments of fertilized beluga (*Huso huso*) eggs of the control group (staining with sour fuchsin with finishing paint after Mallory): а – 18–19 stages of development (magnification 10×10); б – 28–29 stage of development (mag. 4×10); 1 – flaking of shells, exfoliation of gelatinous shell; 2 – primordium of the notochord; 3 – coelome; 4 – roe content

В опытной группе с применением $0,05 \%$ -го раствора пероксида водорода отмечено отслоение оболочек, а также полости в содержимом икры

непосредственно под оболочками, заполненными веществом невыясненной природы (рис. 4).

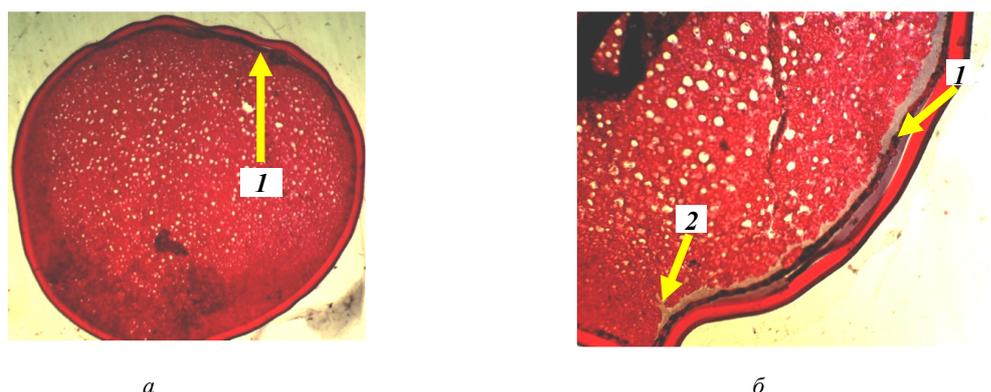


Рис. 4. Фрагменты оплодотворенной икры белуги (*Huso huso*), обработанной $0,05 \%$ -м раствором пероксида водорода (окраска кислым фуксином с докраской по Маллори): а – 18–19 стадия развития (ув. 4×10); б – 28–29 стадия развития (ув. 10×10); 1 – отслоение оболочек; 2 – полости в содержимом икры, заполненные веществом невыясненной природы

Fig. 4. Fragments of fertilized eggs of beluga (*Huso huso*) treated with 0.05% hydrogen peroxide solution (Staining with acid fuchsin with coloring after Mallory): а – 18–19 stage of development (mag. 4×10); б – 28–29 stage of development (mag. 10×10); 1 – shell exfoliation; 2 – cavities in the roe content filled with an unclear substance

*От греч. koiloma – углубление, полость.

У эмбрионов опытных групп с использованием 0,10 %-го раствора пероксида водорода отмечено

расслоение и отслоение оболочек, образование полостей в содержимом икры (рис. 5).

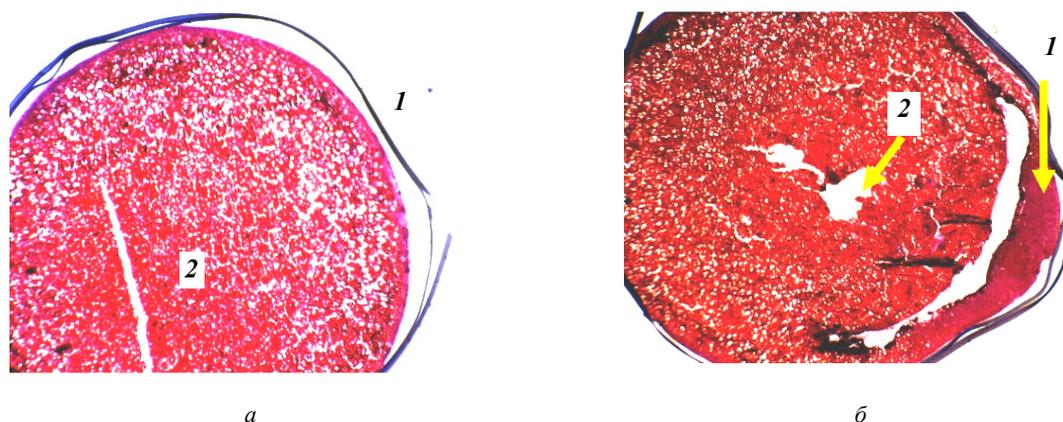


Рис. 5. Фрагменты оплодотворенной икры белуги (*Huso huso*), обработанной 0,10 %-м раствором пероксида водорода (окраска кислым фуксином с докраской по Маллори):
 а – 18–19 стадия развития (ув. 4×10); б – 28–29 стадия развития (ув. 4×10):
 1 – отслоение оболочки; 2 – полости в содержимом икры

Fig. 5. Fragments of fertilized beluga (*Huso huso*) roe treated with 0.10% hydrogen peroxide solution (stained with acid fuchsin with Mallory's finish):
 а – 18-19 stage of development (mag. 4×10); б – 28-29 stage of development (mag. 4×10):
 1 – shell exfoliation; 2 – cavities in the roe content

При обработке икры 0,20 %-м раствором пероксида водорода отмечено образование вакуолей, заполненных содержимым не выясненной природы,

разрывы и отслоение оболочек от формирующегося эмбриона (рис. 6).

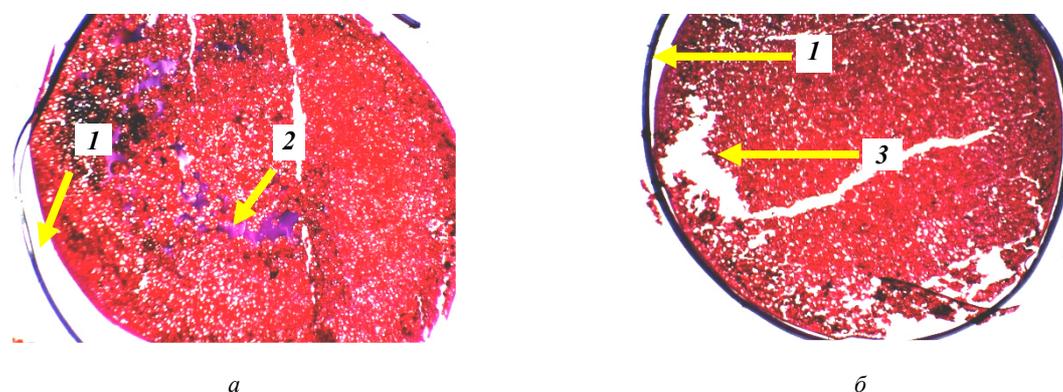


Рис. 6. Фрагменты оплодотворенной икры белуги (*Huso huso*), обработанной 0,20 %-м раствором пероксида водорода (окраска кислым фуксином с докраской по Маллори):
 а – 18–19 стадия развития (ув. 4×10); б – 28–29 стадия развития (ув. 4×10):
 1 – отслоившаяся оболочка; 2 – вакуоль с содержимым не выясненной природы;
 3 – полость в содержимом икры

Fig. 6. Fragments of fertilized beluga (*Huso huso*) roe treated with 0.20% hydrogen peroxide solution (acid fuchsin staining with Mallory's finish):
 а – 18-19 stage of development (mag. 4×10); б – 28-29 stage of development (mag. 4×10):
 1 – exfoliated shell; 2 – vacuole with unclear content; 3 – cavity in the roe content

В опытных группах с применением 0,30 %-го раствора пероксида водорода отмечено отслоение

оболочек от содержимого икры, расслоение студенистой оболочки и желточных оболочек (рис. 7).

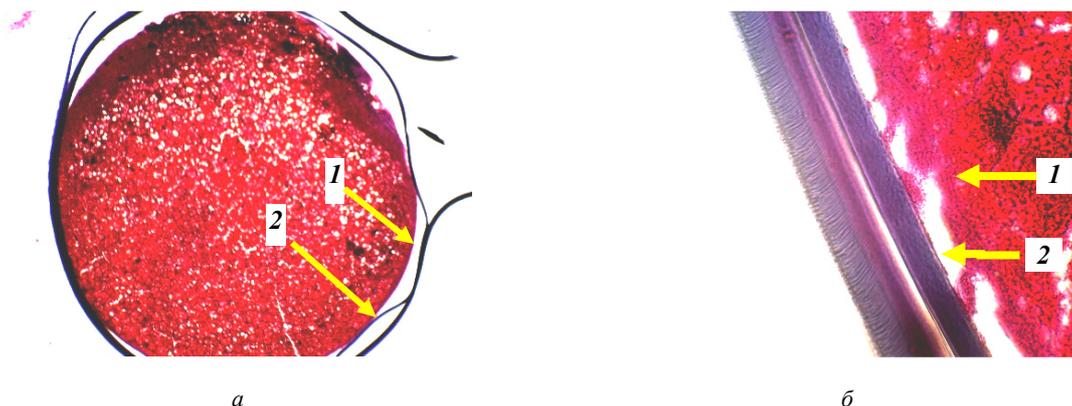


Рис. 7. Фрагменты оплодотворенной икры белуги (*Huso huso*), обработанной 0,30 %-м раствором пероксида водорода (окраска кислым фуксином с докраской по Маллори):
 а – 18–19 стадия развития (ув. 4×10); б – 28–29 стадия развития (ув. 40×10):
 1 – отслоение оболочки; 2 – расслоение желточных оболочек

Fig. 7. Fragments of fertilized beluga (*Huso huso*) roe treated with a 0.30% hydrogen peroxide solution (acid fuchsin staining with Mallory's finish):
 а – 18-19 stage of development (mag. 4×10); б – 28-29 stage of development (mag. 40×10):
 1 – shell exfoliation; 2 – delamination of the vitelline membranes

При обработке инкубируемой икры 0,4 %-м раствором пероксида водорода отмечены следующие аномалии: отслоение оболочек от содержи-

мо икры, их разрывы, расслоение студенистой и желточной оболочек, образование вакуолей с веществом невыясненной природы (рис. 8).

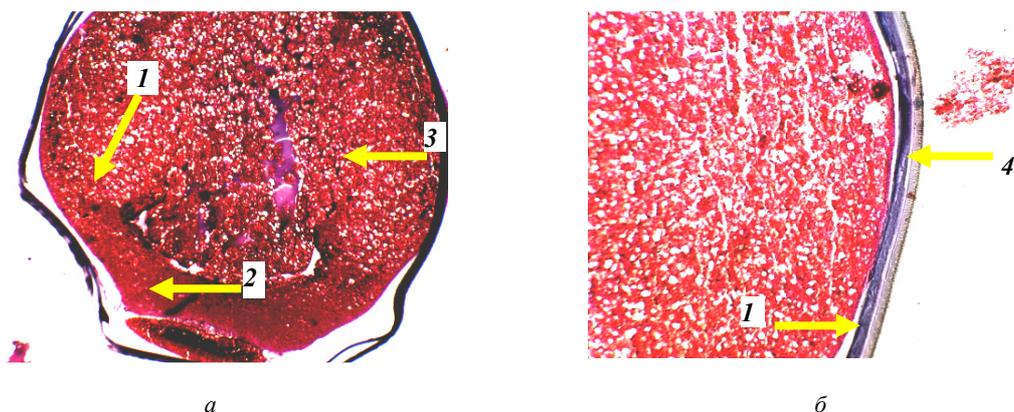


Рис. 8. Фрагменты оплодотворенной икры белуги (*Huso huso*), обработанной 0,40 %-м раствором пероксида водорода (окраска кислым фуксином с докраской по Маллори):
 а – 18-19 стадия развития (ув. 4×10); б – 28-29 стадия развития (ув. 10×10):
 1 – отслоение оболочки; 2 – разрывы оболочки;
 3 – вакуоль, заполненная содержимым невыясненной природы; 4 – расслоение оболочек

Fig. 8. Fragments of fertilized beluga (*Huso huso*) roe treated with 0.40% hydrogen peroxide solution (acid fuchsin staining with Mallory's finish): а – 18-19 stage of development (mag. 4×10); б - 28-29 stage of development (mag. 10×10): 1 – detachment of the shell; 2 – shell ruptures; 3 – vacuole filled with unclear contents; 4 – shell delamination

Основным показателем, характеризующим эффективность использования растворов пероксида водорода, является степень заражения эмбрионов.

Количество зараженных сапролегниевыми микроорганизмами эмбрионов представлено на рис. 9.

Барина В. В., Бахарева А. А., Перунова М. Е., Тангагарова Р. Р. Влияние растворов пероксида водорода на рост микромицетов сем. Saprolegniaceae на яйцевых оболочках эмбрионов белуги (*Huso huso*) и на показатели ее эмбрионального развития в период инкубации

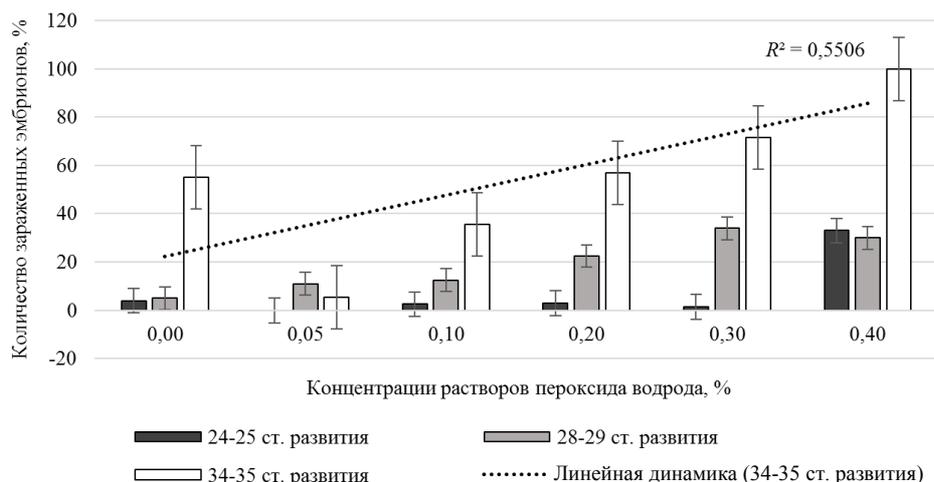


Рис. 9. Количество зараженных эмбрионов белуги (*Huso huso*) на разных стадиях развития в контрольной и опытных группах

Fig. 9. Number of infected beluga (*Huso huso*) embryos at different stages of development in the control and experimental groups

В результате обработки инкубируемой икры белуги растворами пероксида водорода заражение сапролегниевыми микромицетами удалось снизить в опытной группе с использованием 0,05 %-го раствора (на 34–35 стадиях развития – $5,50 \pm 3,50$ %). В опытной группе с применением 0,10 %-го раствора ($35,50 \pm 4,50$ %) также отмечено снижение заражения относительно значений в контрольной группе ($55,50 \pm 0,01$ %). Коэффициент аппроксимации (R^2), рассчитанный по показателю количества зараженных эмбрионов на 28–29 стадиях развития, не стремится к единице, следовательно, повышение концентрации растворов пероксида водорода не оказывает влияние на количество зараженных эмбрионов. Таким образом, повышение концентрации растворов для обработки эмбрионов белуги не приводит к снижению заражения, т. к.

высокие концентрации губительно действуют на развивающиеся эмбрионы, снижая выживаемость. Как следствие, в опытных группах увеличивалось количество мертвой икры, которая являлась легкодоступным субстратом для микромицетов, что приводило к увеличению заражения. Использование 0,05 %-го раствора пероксида водорода приводило к снижению заражения инкубируемых эмбрионов, т. к. данная концентрация не приводила к их гибели и являлась достаточной для подавления роста сапролегниевых микромицетов.

В результате инкубации эмбрионов белуги были получены предличинки. Их количество является показателем эффективности проведенных обработок растворами пероксида водорода. Количество полученных предличинок в контрольной и опытной группах показано на рис. 10.

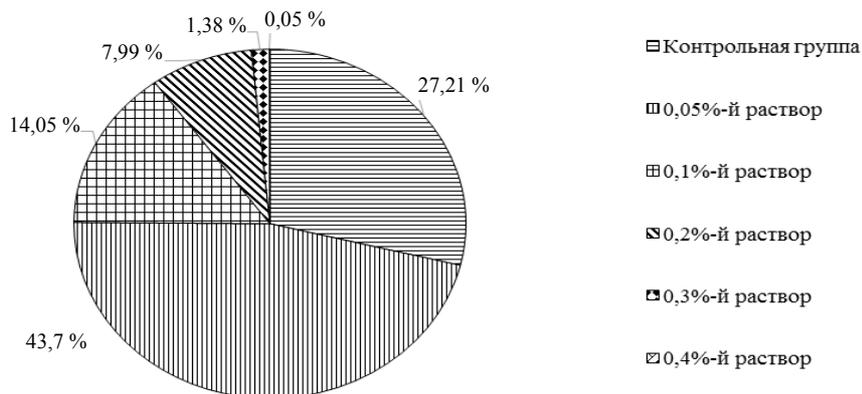


Рис. 10. Количество полученных предличинок белуги (*Huso huso*) в результате инкубации в контрольной и опытной группах

Fig. 10. Number of beluga (*Huso huso*) prelarvae obtained after incubation in the control and experimental groups

Максимальное количество предличинок было получено в опытной группе с использованием 0,05 %-го раствора пероксида водорода ($43,70 \pm 1,50$ %), что больше значений в контрольной группе ($27,20 \pm 1,90$ %). Минимальное количество свободных эмбрионов получено при применении 0,40 %-го раствора пероксида водорода ($0,05 \pm 1,80$ %).

Обсуждение

По результатам исследования установлено, что максимальное ингибирующее действие на рост микромицетов сем. Saprolegniaceae оказывает раствор пероксида водорода концентрацией 0,05 %. Этот вывод подтверждается экспериментальными данными.

Выживаемость эмбрионов в контрольной группе соответствовала нормативу (60 %) [14], тогда как в опытной с использованием 0,05 %-го раствора превышала значение нормативного показателя на 13,5 % и составила $73,50 \pm 2,50$ %.

Количество аномально развивающихся эмбрионов, согласно [10], при использовании качественного рыбоводного материала не должно превышать 14 %. Однако использование химических веществ при обработке инкубируемой икры может привести к увеличению аномалий у развивающихся эмбрионов. В ходе экспериментальных работ отмечено снижение количества аномалий во всех опытных группах от 18–19 к 28–29 стадии развития, а также смена качественного состава аномалий. Если на 18–19 стадии развития (период гаструляции) и на 24–25 стадии (период нейруляции) регистрировали формирование тела эмбриона при открытом бластопоре, то к 28–29 стадии развития основными видами аномалий стали морфологические (искривление и укорочение тела эмбриона). При этом с увеличением концентрации растворов

пероксида водорода количество аномалий возрастало, но не превышало 6 %, что говорит о хорошем качестве половых продуктов производителей. Минимальное количество аномалий регистрировали при использовании 0,05 %-го раствора пероксида водорода ($2,50 \pm 2,50$ %). Гистологический анализ показал, что изменения в оболочках были и в контрольной, и в опытных группах, но степень проявления данных повреждений увеличивалась с возрастанием концентрации растворов.

Заражение сапролегниевыми микромицетами может достигать более 50 % [15], а при отсутствии должных лечебно-профилактических мероприятий вызывает 100 % гибель эмбрионов [16]. При использовании 0,05 %-го раствора пероксида водорода заражение эмбрионов на 34–35 стадии развития (перед вылуплением предличинок) составило $5,50 \pm 3,50$ %, что значительно ниже значений в контрольной ($55,50 \pm 0,01$ %) и других опытных группах.

Максимальное количество предличинок белуги (*Huso huso*), полученных в результате инкубации, регистрировали в опытной группе с использованием 0,05 %-го раствора пероксида водорода ($43,70 \pm 1,50$ %), что является важным показателем эффективности использования данного химического вещества.

Заключение

В соответствии с полученными результатами можно сделать вывод: наиболее эффективным является 0,05 %-й раствор пероксида водорода с экспозицией 10 мин: данный раствор подавляет рост сапролегниевых микромицетов у эмбрионов белуги в ходе инкубации, при этом не оказывает негативно влияния на развитие и выживаемость эмбрионов.

Список источников

1. Флоринская А. А. Сапролегниевые грибы-возбудители заболеваний рыб и икры в хозяйствах Северо-Запада РСФСР, их систематика, экология и патогенное значение: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л.: Гос. науч.-исслед. ин-т озер. и реч. рыб. хоз-ва, 1969. 19 с.
2. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб / под ред. А. М. Наумова. М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1998. 310 с.
3. Акимова Н. В. Атлас нарушений в гаметогенезе и строении молоди осетровых. URL: <http://dspace.vniro.ru/handle/123456789/1918> (дата обращения: 20.10.2021).
4. Глаголева Т. П., Маликова Е. М. Влияние малахитовой зелени на состав крови у молоди балтийского лосося // Рыбное хозяйство. 1968. № 5. С. 15–18.
5. Задорожная Н. А. О чувствительности молоди осетровых рыб к некоторым лечебным препаратам // Проблемы развития пресноводной аквакультуры: Всерос. совещ. М.: Изд-во ВНИИПРХ, 1993. 40 с.
6. Казарникова А. В., Шестаковская Е. В. Основные заболевания осетровых рыб в аквакультуре. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 104 с.
7. Мусселиус В. А., Филиппова Н. Т. Испытание новых препаратов для борьбы с ихтиофтириозом в прудовых хозяйствах // Тр. ВНИИПРХ. М.: Пищ. пром-сть, 1969. Т. XVI. С. 288–300.
8. Нейш Г., Хьюз Г. Микозы рыб: пер. с англ. С. Р. Золотарева. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. 96 с.
9. Нечаева Т. А. Оценка эффективности применения Монклавита-1 с целью повышения сохранности инкубируемой икры радужной форели и защиты ее от сапролегниоза // Вопр. нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2009. № 4. С. 41–43.
10. Детаф Т. А., Гинзбург А. С. Зародышевое развитие осетровых рыб (севрюги, осетра и белуги) в связи с вопросами их разведения. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1954. 228 с.
11. Рахконен Р., Веннерстрем П., Ритамяки П., Канел Р. Здоровая рыба. Профилактика, диагностика и лечение болезней. Хельсинки: Нукураино, 2012. 180 с.
12. Сборник инструкций и нормативно-методических указаний по промышленному разведению осетровых рыб в Каспийском и Азовском бассейнах. М.: Изд-во ВНИРО, 1986. 271 с.
13. Ромейс Б. Микроскопическая техника. М.: Изд-во иностр. лит., 1954. 718 с.
14. О внесении изменений в Методику расчета объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов,

необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыбохозяйств, при осуществлении рыбоводства в целях аквакультуры (рыбоводства), утвержденную приказом Минсельхоза России от 30 января 2015 года № 25: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 25 августа 2015 г. № 377. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_188208/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdad518/ (дата обращения: 22.10.2020).

References

1. Florinskaia A. A. *Saprolegniye griby-vozbuditeli zabolovaniy ryb i ikry v khoziaistvakh Severo-Zapada RSFSR, ikh sistematika, ekologiya i patogennoe znachenie: avtoreferat dissertatsii ... kand. biol. nauk* [Saprolegnium fungi-causative agents of fish and caviar diseases in farms of North-West of USSR, their taxonomy, ecology and pathogenic significance: dissertation abstract on awarding the degree of candidate of biological sciences]. Leningrad, Gos. nauch.-issled. in-t ozernogo i rechnogo rybnogo khoz-va, 1969. 19 p.
2. *Sbornik instruktsii po bor'be s bolezniami ryb* [Collection of instructions to control of fish diseases]. Pod redaktsiei A. M. Naumova. Moscow, Otdel marketinga AMB-agro, 1998. 310 p.
3. Akimova N. V. *Atlas narushenii v gametogeneze i stroenii molodi osetrovyykh* [Atlas of violations in gametogenesis and structure of sturgeon juveniles]. Available at: <http://dspace.vniro.ru/handle/123456789/1918> (accessed: 20.10.2021).
4. Glagoleva T. P., Malikova E. M. Vliianie malakhitovoi zeleni na sostav krovi u molodi baltiiskogo lososia [Influence of malachite greens on blood composition in Baltic salmon juveniles]. *Rybnoe khoziaistvo*, 1968, no. 5, pp. 15-18.
5. Zadorozhnaia N. A. O chuvstvitel'nosti molodi osetrovyykh ryb k nekotorym lechebnym preparatam [On sensitivity of sturgeon juveniles to certain medicinal preparations]. *Problemy razvitiia presnovodnoi akvakul'tury: Vserossiiskoe soveshchanie*. Moscow, Izd-vo VNIIPRKh, 1993. 40 p.
6. Kazarnikova A. V., Shestakovskaia E. V. *Osnovnye zabolovaniia osetrovyykh ryb v akvakul'ture* [Main diseases of sturgeon fish in aquaculture]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2005. 104 p.
7. Musselius V. A., Filippova N. T. Ispytanie novyykh preparatov dlia bor'by s ichthyophthiriosis v prudovykh khoziaistvakh [Testing new drugs to combat ichthyophthiriosis in fish farms]. *Trudy VNIIPRKh*. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1969. Vol. XVI. Pp. 288-300.
8. Neish G. A., Hughes G. C. *Fungal Disease of Fishes*. New Jersey, T.F.H. Publication, Neptune City, 1980. (Russ. ed.: Neish G., Kh'iuz G. Mikozy ryb: perevod s angliiskogo S. R. Zolotareva. M.: Legkaia i pishch. prom-st', 1984. 96 s.)
9. Nechaeva T. A. Otsenka effektivnosti primeneniia Monklavita-1 s tsel'iu povysheniia sokhranosti inkubiruemoi ikry razuzhnoi foreli i zashchity ee ot saprolegnioza [Evaluating effectiveness of using Monclavit-1 to increase safety of incubated eggs of rainbow trout and protect it from saprolegniosis]. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniia v veterinarii*, 2009, no. 4, pp. 41-43.
10. Detlaf T. A., Ginzburg A. S. *Zarodyshevoe razvitiie osetrovyykh ryb (sevriugi, osetra i belugi) v svyazi s voprosami ikh razvedeniia* [Embryonic development of sturgeon fish (stellate sturgeon, sturgeon and beluga) in connection with issues of their breeding]. Moscow, Izd-vo Akademii nauk SSSR, 1954. 228 p.
11. Rakhkonen R., Vennerstrom P., Ritamiaki P., Kannel R. *Zdorovaia ryba. Profilaktika, diagnostika i lechenie boleznei* [Healthy fish. Prevention, diagnosis and treatment of diseases]. Khel'sinki, Nykypaino, 2012. 180 p.
12. *Sbornik instruktsii i normativno-metodicheskikh ukazanii po promyshlennomu razvedeniiu osetrovyykh ryb v Kaspiiskom i Azovskom basseinakh* [Collection of instructions and normative-methodical guidelines on industrial breeding of sturgeons in Caspian and Azov basins]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 1986. 271 p.
13. Romeis B. *Mikroskopicheskaya tekhnika* [Microscopic technique]. Moscow, Izd-vo inostr. lit., 1954. 718 p.
14. *O vnesenii izmenenii v Metodiku rascheta ob'ema dobychi (vylova) vodnykh biologicheskikh resursov, neobkhodimogo dlia obespecheniia sokhraneniia vodnykh biologicheskikh resursov i obespecheniia deiatel'nosti rybovodnykh khoziaistv, pri osushchestvlenii rybolovstva v tseliakh akvakul'tury (rybovodstva), utverzhdeniiu prikazom Minsel'khoza Rossii ot 30 ianvaria 2015 goda № 25: Prikaz Ministerstva sel'skogo khoziaistva Rossiiskoi Federatsii ot 25 avgusta 2015 g. № 377* [On amendments to the Methodology for calculating the volume of catch of aquatic biological resources necessary to ensure the conservation of aquatic biological resources and ensure the activities of fish farms, when fishing for aquaculture (fish farming), approved by order of the Ministry of Agriculture of Russia dated January 30, 2015 No. 25: Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of August 25, 2015 No. 377]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_188208/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdad518/ (accessed: 22.10.2020).
15. Lartseva L. V., Obukhova O. V., Altuf'ev Iu. V. *Saprolegniosis ikry tsennykh vidov ryb pri iskusstvennom razvedenii v del'te r. Volgi: taksonomiia, ekologiya, profilaktika i terapiia* [Saprolegniosis of eggs of valuable fish species during artificial breeding in Volga Delta: taxonomy, ecology, prevention and therapy]. Astrakhan', Sorokin Roman Vasil'evich, 2017. 98 p.
16. Vishtorskaia A. A., Romanova N. N., Golovin P. P. O srokakh vyvedeniia trifenilmetanovykh krasitelei posle obrabotki ryb [On terms of eliminating triphenylmethane dyes after fish processing]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2020, no. 3, pp. 94-100.

Информация об авторах / Information about the authors

Виктория Владимировна Баринова – начальник центра аквакультуры; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; Астрахань, ул. Савушкина, 1; batina87@bk.ru

Анна Александровна Бахарева – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; заведующий кафедрой аквакультуры и рыболовства; Астраханский государственный технический университет; Астрахань, ул. Татищева, 16; bahareva.anya@yandex.ru

Маргарита Евгеньевна Перунова – ведущий специалист лаборатории молекулярной генетики и физиологии; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; Астрахань, ул. Савушкина, 1; kaspnirh@vniro.ru

Ралина Расимовна Тангатарова – специалист сектора товарной аквакультуры; Волжско-Каспийский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии; Астрахань, ул. Савушкина, 1; kaspnirh@vniro.ru

Victoriya V. Barinova – Aquaculture Center Supervisor; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Astrakhan, Savushkina street, 1; batina87@bk.ru

Anna A. Bakhareva – Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Aquaculture and Fisheries; Astrakhan State Technical University; Astrakhan, Tatishcheva street, 16; bahareva.anya@yandex.ru

Margarita E. Perunova – Leading Specialist of Laboratories of Molecular Genetics and Physiology; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Astrakhan, Savushkina street, 1; kaspnirh@vniro.ru

Ralina R. Tangatarova – Specialist of Commercial Aquaculture Sectors; Volga-Caspian branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; Astrakhan, Savushkina street, 1; kaspnirh@vniro.ru



Варинова В. В., Бахарева А. А., Перунова М. Е., Тангатарова Р. Р. Effect of hydrogen peroxide solutions on growth of micromycetes *Saprolegnia* on egg membranes of beluga (*Huso huso*) embryos and on indicators of its embryonic development during incubation