

тябрьский район, Ростовская область, Россия, 346493; тел.: 8(928)7522728; e-mail: vip.chernyavskaya@bk.ru

**Author affiliation:**

**Chernjavskaja Dar'ia Mikhailovna**, a graduate student of the second year of the Don State Agrarian University; house 14/4, Railway station str., Persianovsky settlement, Oktyabrskiy district, Rostov Region, Russia, 346493; phone: 8 (928) 7522728; e-mail: vip.chernyavskaya@bk.ru

УДК 507.5831

**Корниенко Г. Г., Сергеева С. Г., Бойко Н. Е., Бугаев Л. А., Войкина А. В., Мирзоян А. В.**

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗРЕВАНИЯ КАРПА *CYPRINUS CARPIOL* В УСЛОВИЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ**

**Ключевые слова:** карп, физиологическое состояние, гонады, ооциты, стадия зрелости, гормональная стимуляция, резорбция, биохимические показатели крови.

**Резюме:** В процессе рыбоводного освоения разновозрастных самок карпа были выявлены особенности созревания и оснащенности организма пластическими веществами. С помощью метода прижизненного взятия крови определяли содержание гемоглобина, белка, липидов, холестерина в сыворотке. Показано, что хорошо созревают и продуцируют икру высокого рыбоводного качества самки 5-6-летнего возраста, у которых содержание в сыворотке крови гемоглобина составляет 5-11 г%, белка 2.6-5.3 г%, липидов 500-1000 мг%, холестерина 120-140 мг%. При низких показателях пластического обмена самки овулируют икру низкого рыбоводного качества. Пониженное рыбоводное качество икры связано с появлением дегенеративных изменений в структуре яйцеклетки и уменьшением содержания белка в генеративной ткани до 100 мг/г. Такие изменения в половых железах наблюдаются у рыб, имеющих нарушения функционального состояния, при несоблюдении биотехнологии воспроизводства, выдерживания производителей карпа в неблагоприятных условиях. Анализ состояния половых желез и биохимических показателей крови, икры, мышц позволяет выявлять подготовленность самок к нересту и отбраковывать рыб, не готовых дать икру высокого рыбоводного качества.

**Введение**

Рациональное ведение рыбоводных работ в аквакультуре требует дифференцированного подхода к формированию и использованию маточных стад. Для контроля качества рыб и отбора физиологически полноценных производителей, продуцирующих при введении гонадотропных гормонов биологически качественную икру и жизнестойкое потомство, необходимо знание ряда критериев их физиологического состояния.

В задачу исследований входило изучение особенностей созревания и динамики физиолого-биохимических показателей в

прижизненно взятой крови самок карпа в зависимости от возраста, длины, массы и функционального состояния гонад, что позволило разработать методы диагностики и критерии отбора полноценных самок карпа для получения жизнестойкого потомства в условиях аквакультуры. Комплекс показателей, используемых для диагностики продуктивности карповых рыб, достаточно хорошо изучен нами и описан в ряде работ [1, 2, 3]. Белково-липидный комплекс сыворотки крови четко отражает степень нагула, истощение, процессы, связанные с созреванием или дегенерацией икры. Холестериновый обмен у рыб имеет

свои особенности, значения этого показателя во многом зависят от качества кормления рыб [4, 5].

#### Материалы и методы исследований

Для оценки рыбоводного качества зрелых самок карпа использовали метод прижизненного взятия икры и крови с последующим определением содержания белка, липидов, холестерина, гемоглобина, которые коррелируются с содержанием жира в мышцах и отражают потенциальную способность рыб к воспроизводству. Существующая методика прижизненного взятия крови для индивидуального анализа физиологического состояния рыб нетравматична и соответствует современным стандартам воспроизводства. Физиолого-гистологическими методами изучали динамику полового созревания, гаметогенез от протоплазматического роста до завершения трофоплазматического роста ооцитов самок карпа, наличие/отсутствие патологий созревания гонад. Все исследуемые параметры определялись методами, описанными в руководствах [6, 7].

#### Результаты и обсуждение

Физиологическая подготовленность к воспроизводству самок-производителей карповых рыб определяется степенью нагула в предыдущем вегетационном периоде и особенностями условий обитания весной в преднерестовый период. В период трофоплазматического роста половых клеток происходят значительные физиологические изменения в организме производителей, вызывающие перестройку

в белковом и жировом обмене. При этом уровни белка, липидов, холестерина крови изменяются.

В процессе рыбоводного освоения разновозрастных самок карпа были выявлены особенности созревания и оснащенности организма пластическими веществами.

Весной при температуре воды выше +17 °С гонады большинства рыб достигают IV стадии зрелости, диаметры ооцитов варьируют от 845 до 1000 мкм, ядро располагается в центре или несколько смещено к анимальному полюсу клетки. Многочисленные ядрышки находятся на периферии ядра. Липопротеидные капли равномерно размещаются в цитоплазме клетки. У меньшей части самок в этот период в яичнике наряду со зрелыми ооцитами IV стадии зрелости отмечается значительное количество резервных половых клеток, переходящих к накоплению трофических веществ и молодых протоплазматических ооцитов II стадии зрелости. При неблагоприятных условиях нагула (это может быть кормление некачественным кормом, недостаток корма, заморы, повышенная температура в преднерестовый период, резкое повышение температуры воды) в яичниках зрелых самок возможна резорбция части половых клеток IV стадии зрелости (рис. 1).

Гистологически этот процесс проявляется в растворении оболочки клеток, перемещении кортикальных гранул вглубь цитоплазмы, полном растворении ядерного содержимого. Такие изменения создают трудности при индустриальном воспроизводстве, связанные с неоднозначно-

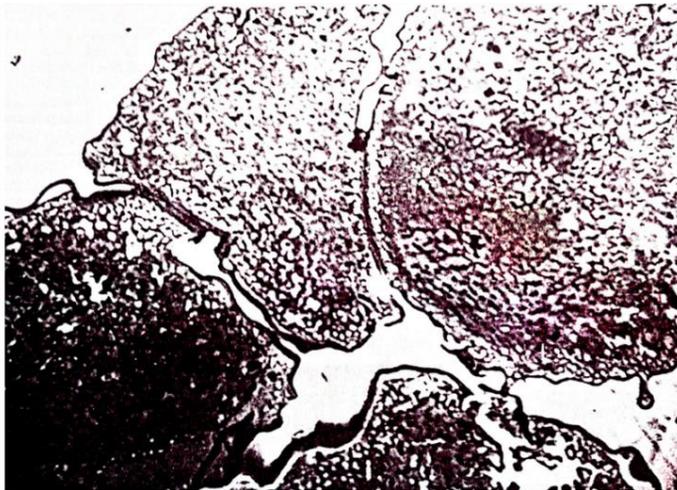


Рисунок 1. Яичник карпа. Дегенерация зрелой икры. Ув.8x10x

стью ответа самок на гормональное воздействие.

При повышении температуры воды гонады карпа созревают и переходят в IV завершающую стадию зрелости, диаметр ооцитов увеличивается до 1200 мкм. Ядра в клетках смещаются к анимальному полюсу, единичные ядрышки располагаются в центре ядра. Отмечается полярность яйцеклетки, желточные гранулы равномерно располагаются на вегетативном полю-

се яйцеклетки. Двукратное введение гонадотропных веществ показывает, что самки карпа неодинаково реагируют на инъекции. Овулировавшая икра имеет значительную разнокачественность по рыболовным показателям. Икра высокого рыболовного качества, которая после осеменения имела более 80% оплодотворившихся яиц, находится в V стадии зрелости (рис. 2).

Оболочки такой икры слабо восприни-



**Рисунок 2.** Яйчник карпа. V стадия зрелости, икра высокого рыболовного качества. Ув. 8х10х

мают краситель и имеют слегка выраженную исчерченность. Ядро полностью растворено, появляются обособленные кортикальные гранулы на анимальном полюсе яйцеклетки. В зрелой икре отмечается умеренное содержание белка (110-160 мг/г).

Пониженное рыболовное качество икры связано с появлением дегенеративных изменений в структуре яйцеклетки и уменьшением содержанием белка в генеративной ткани до 100 мг/г. Цитоморфологические дегенеративные изменения проявляются в слиянии кортикальных гранул в крупные вакуоли, которые располагаются под оболочкой, так и проникают вглубь цитоплазмы. Собственно оболочка клетки обычно истончается, разрушается. Такие изменения в половых железах наблюдаются у рыб, имеющих нарушения функционального состояния, при несоблюдении биотехнологии воспроизводства, выдерживания производителей карпа в неблагоприятных условиях.

Возраст самок отражается на результатах рыболовных работ. У молодых са-

мок (возраст 3-4 года), подвергшихся инъекции, и, ответивших на введение гонадотропных веществ овуляцией, при высоком рыболовном качестве икры содержание белка в гонадах составляет 135 мг/г, а уровень диагностических показателей крови выше, чем у самок, резорбирующих икру.

При введении гормональных веществ, впервые нерестующим самкам, до 10 % рыб отвечают на инъекцию перезреванием, дегенерацией и резорбцией икры. Высокое содержание биологически активных компонентов сыворотки крови у перезревших молодых самок как нельзя лучше иллюстрирует активное рассасывание невыметанных половых продуктов. Количество белка, липидов, холестерина, гемоглобина у самок, резорбирующих икру, находится на высоком уровне. В перезревшей, подвергающейся лизису и резорбции икре отмечается очень низкое содержание белка (101-114 мг/г) (табл. 1).

У самок старшего возраста (7-9 лет) наблюдается другая реакция на введение гонадотропных веществ. Из этой возрастной группы около 10 % рыб не отвечает овуля-

**Таблица 1. Показатели физиологического состояния средневозрастных самок карпа, различно реагирующих на гонадотропный гормон**

Показатели	Созрели нормально	Созрели с нарушениями
Возраст, годы	3-4	3-4
Длина, см	55.5 (50-60)	55 (51-59)
Масса, кг	3.9 (3-4.5)	3.9 (3.7-4.0)
Холестерин, мг%	200 (158-242)	262 (240-263)
Гемоглобин, г%	10 (9-10)	11 (9.8-12.4)
Белок сыворотки, г%	3.2 (2.6-4.7)	4.5 (4.2-5.6)
Липиды, мг%	663 (442-948)	989 (869-1177)
Белок икры, мг/г	135 (105-186)	108 (101-114)
Количество икры, кг	1.2	0.8
Оплодотворение, %	72 (60-81)	-
Созревание, %	83	-
Белок личинки на выклеве, мг/г	69.9 (49-81)	-
В скобках даны пределы изменения показателей		

цией на гормональную стимуляцию. У незрелых высокоплодовитых самок отмечается сравнительно низкое содержание гемоглобина, белка и липидов и высокое содержание холестерина, предшественника половых гормонов, что указывает на истощение резервно-транспортной функции крови и незрелость половых продуктов. Низкий уровень липопротеинов в крови незрелых высокоплодовитых рыб старшего возраста и высокое содержание холестерина указывают на то, что под влиянием гормонального воздействия в организме самок этой возрастной группы не хватило резервных ресурсов для дозревания и овуляции большого количества икры.

Текущие самки среднего возраста (5-6 лет), продуцирующие при введении гонадотропного гормона икру высокого рыбободного качества (содержание белка в икре 162-192 мг/г), имеют довольно высокий уровень диагностических показателей крови, указывающий на сбалансированность обменных процессов у данной группы рыб на последних этапах полового цикла (табл. 2).

В осенний период у производителей карпа половые железы имеют стадию зрелости III-IV. В яичнике отмечается большое количество крупных ооцитов IV незавершенной стадии зрелости, встречаются резервные половые клетки трофоплазма-

**Таблица 2. Показатели физиологического состояния средневозрастных самок карпа, различно реагирующих на гонадотропный гормон**

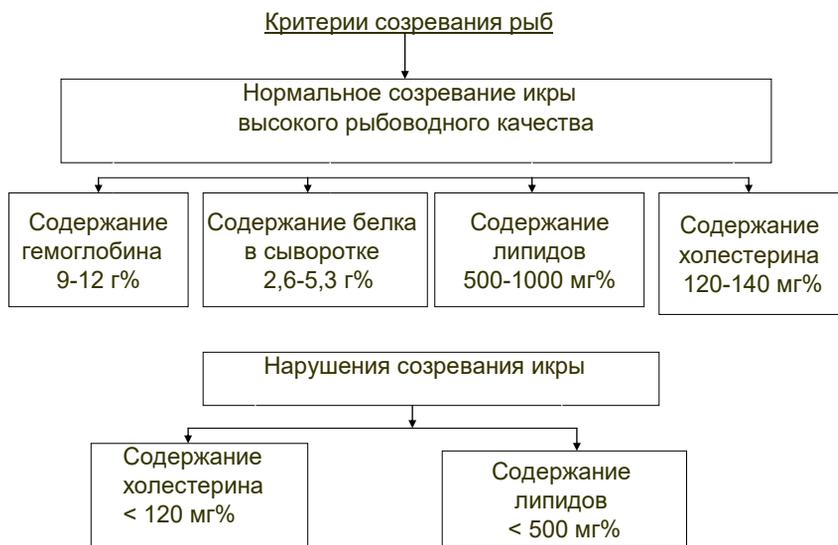
Показатели	Созрели нормально	Созрели с нарушениями
Возраст, годы	5-6	5-6
Длина, см	60 (57-64)	59.7 (56-65)
Масса, кг	4.9 (4.3-5.7)	5 (3.5-6.0)
Холестерин, мг%	164 (140-180)	117 (102-132)
Гемоглобин, г%	10.4 (9-11.6)	9.2 (7.2-9.5)
Белок сыворотки, г%	4.6 (4.0-5.3)	3.3 (2.9-3.5)
Липиды, мг%	792 (823-1026)	979 (850-1100)
Белок икры, мг/г	176 (162-192)	122 (88-108)
Количество икры, кг	2.0	2.1
Оплодотворение, %	80 (74-88)	-
Созревание, %	75	0
Белок личинки на выклеве, мг/г	76.5 (63-93)	-
Стадия зрелости гонад	V	IV
В скобках даны пределы изменения показателей		

тического роста (III стадия зрелости) диаметром 230-240 мкм и протоплазматического роста диаметром до 130 мкм.

У части самок в маточных стадах отмечаются дегенеративные нарушения единичных ооцитов и тотальная резорбция значительной части ястыка. Наличие резорбционных процессов может свидетельствовать о неблагоприятном прохождении нерестового сезона для этих рыб и резорбции икры не участвующих в нересте рыб. Резорбция половых желез может происходить под влиянием неблагоприятных условий среды обитания, в которой в течение рыбоводного сезона выдерживались самки карпа. Резорбционные процессы в гонадах отрицательно сказываются на состоянии

гонад в следующем рыбоводном сезоне. На следующий рыбоводный сезон у таких рыб в гонадах отмечаются образования оранжевого цвета, представляющие собой остатки резорбированных клеток прошлогодней генерации, и единичные резорбированные ооциты IV стадии зрелости.

В результате анализа состояния самок карпа, установлены критерии созревания рыб. Нормально созревают и продуцируют икру высокого рыбоводного качества (70-90 % оплодотворения) разновозрастные самки, у которых в нерестовый период концентрация гемоглобина достигает 9-12 г%, содержание белка в сыворотке – 2.6-5.3 г%, липидов – 500-1000 мг%, холестерина – 120-140 мг% (рис. 3).



**Рисунок 3. Критерии созревания самок карпа при гонадотропной инъекции**

При низких показателях преднерестового нагула (холестерин до 120 мг%, липиды до 500 мг%) самки не отвечают на гормональное воздействие овуляцией яйцеклеток. Возрастное угасание воспроизводительной функции самок старшего возраста (7-9 лет) можно объяснить влиянием климатических факторов, а также условиями содержания маточного стада.

Следует отметить высокую диагностическую значимость холестерина, который у рыбоводно-продуктивных разновозрастных самок варьирует от 120 до 200 мг%.

**Выводы и заключение**

Исследование физиологического состояния зрелых самок карпа с использованием диагностических показателей кро-

ви позволяет оценить степень зрелости самок, их ответ на гормональную стимуляцию. По уровню исследуемых показателей можно проводить выбраковку рыб, не готовых дать икру высокого рыбоводного качества.

В связи с полученными результатами о влиянии физиологического состояния производителей на потомство, считаем прижизненную диагностику рыб одним из условий рациональной эксплуатации маточных стад карпа, способствующей повышению выхода полноценной молоди.

Оценка подготовленности производителей к нересту по комплексу физиолого-биохимических показателей активно используется в практике современного осе-

нову которой составили многолетние материалы по изучению физиологических аспектов воспроизводства и в особенности патологий созревания карповых рыб,

направлена на привлечение внимания специалистов предприятий аквакультуры Юга России к вопросу о формировании маточных стад карпа.

### Библиографический список:

1. Доросева Н. Г. Диагностические показатели крови и их использование для отбора производителей карповых рыб / Н. Г. Доросева, Г. Г. Корниенко, Л. В. Баденко // Республиканская научно-техническая конференция: «Эффективное использование водоемов Молдавии, 22-23 июля 1982. Тезисы докладов. – Кишинев. – 1982. – С. 94-95.
2. Баденко Л. В. О влиянии физиологического состояния на качество икры и потомства / Л. В. Баденко // Тр. ЦНИОРХ. – 1972. – Т. IV. – С. 171-200.
3. Дуварова Л. С. Созревание ооцитов толстолобика после гормональных воздействий / Л. С. Дуварова // Вопросы ихтиологии. – 1982. – Т. 22. – вып. 5. – С. 805-812.
4. Абросимова Н. А. Корма и кормление молоди осетровых рыб в индустриальной аквакультуре: автореф. дис. ... докт. биол. наук / Н. А. Абросимова. – М., 1997. – 76 с.
5. Сидоров В. С. Экологическая биохимия рыб / В. С. Сидоров // – М.: Наука, 1983. – 240 с.
6. Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне. – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2005. – 352 с.
7. Физиолого-биохимические и генетические исследования икhtiофауны Азово-Черноморского бассейна / Методическое руководство. – Ростов-на-Дону: Эверест, 2005. – 100 с.
8. Chebanov M. S. New strategies for broodstockmanagement of sturgeon in the Sea of Azov basin in response to changes in patterns of spawning migration / M. S. Chebanov, E. A. Savelyeva // Journal of Applied Ichthyology. – 1999. 15(4-5):183-190.

### References:

1. Dorosheva N. G. Diagnosticheskiye pokazateli krovi i ikh ispolzovaniye dlya otbora proizvoditeley karpovykh ryb [Diagnostic blood and their use for the selection of manufacturers of carp fish] / N. G. Dorosheva, G. G. Korniyenko, L. V. Badenko // Respublikanskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya: «Effektivnoye ispolzovaniye vodoyemov Moldavii. 22-23 iyulya 1982. Tezisy dokladov. – Kishinev. – 1982. – S. 94-95.
2. Badenko L. V. O vliyaniy fiziologicheskogo sostoyaniya na kachestvo ikry i potomstva [The effect of physiological state of fish on their eggs and progeny] / L. V. Badenko // Tr. TsNIORKh. – 1972. – T. IV. – S. 171-200.
3. Duvarova L. S. Sozrevaniye ootsitov tolstolobika posle gormonalnykh vozdeystviy [Maturation of silver carp oocytes after hormonal treatment] / L. S. Duvarova // Voprosy ikhtiologii. – T. 22. – Vyp. 5. – 1982. – S. 805-812.
4. Abrosimova N. A. Korma i kormleniye molodi osetrovykh ryb v industrialnoy akvakulture [Feeds and feeding of young sturgeon in industrial aquaculture]: avtoref. dis. ... dokt. biol. nauk / N. A. Abrosimova. – M., 1997. – 76 s.
5. Sidorov V. S. Ekologicheskaya biokhimiya ryb [Ecological biochemistry of fish] / V. S. Sidorov // – M.: Nauka, 1983. – 240 s.
6. Metody rybkhozyaystvennykh i prirodookhrannykh issledovaniy v Azovo-Chernomorskom bassejne [Methods of fisheries and environmental studies in the Azov and Black Sea Basin]. – Krasnodar: ООО «Prosveshcheniye-Yug», 2005. – 352 s.
7. Fiziologo-biokhicheskiye i geneticheskiye issledovaniya ikhtiofauny Azovo-Chernomorskogo bassejna [Physiological, biochemical and genetic studies of the Azov and Black Sea ichthyofauna] / Metodicheskoye rukovodstvo. – Rostov-na-Donu: Everest, 2005. – 100 s.
8. Vide supra.

**Kornienko G. G., Sergeeva S. G., Boyko N. E., Bugaev L. A., Voykina A. V., Mirzoyan A. V.**

### PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF CARP *CYPRINUS CARPIO* L. MATURATION UNDER AQUACULTURE CONDITIONS

**Key Words:** carp, physiological status, gonads, oocytes, maturation, hormonal stimulation, resorption, blood biochemical parameters

**Abstract:** Based on the analysis of long-term studies the data are presented on some specific characteristics of maturing gonads of carp females after gonadotrophic stimulation. Using the method of blood sampling in living animals we have determined protein, lipid, cholesterol and hemoglobin concentrations, which correlate with fat content in muscles and reflect the potential ability of fish to reproduce. The eggs of high quality are shown to be produced by 5-6 year-old females whose concentrations of hemoglobin are 5-11 g%, of protein make up 2.6-5.5 g%, lipids are 500-1000 mg% and cholesterol amount to 120-140mg%. Females with low anabolic values give eggs of low fish-breeding quality. The decrease in eggs quality is caused by degenerative changes in the oocyte structure and reduction in protein whose concentration drops to 100 mg/g in the generative tissue. Such changes in gonads are observed in fish with disorders in their functional state, or when breeding technologies are not maintained, or carp breeders are kept under unfavorable conditions. The analysis of the gonad status and the biochemical indices of eggs, blood and muscles allows one to detect readiness of females to spawn and cull the fish with eggs of low quality.

**Сведения об авторах:**

**Корниенко Галина Гавриловна**, доктор биол. наук, профессор, заведующая отделом генетико-биохимического мониторинга ФГБНУ Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (АзНИИРХ); д. 21Б, ул. Береговая, Ростов-на-Дону, Россия, 344002; тел.: 8(918)5110087

**Сергеева Светлана Григорьевна**, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник отдела генетико-биохимического мониторинга ФГБНУ Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (АзНИИРХ); д. 21Б, ул. Береговая, Ростов-на-Дону, Россия, 344002; тел.: 8(919)8818169; e-mail: sgs1301@yandex.ru

**Бойко Наталия Евгеньевна**, доктор биол. наук; ведущий научный сотрудник ФГБНУ Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (АзНИИРХ); д. 21Б, ул. Береговая, Ростов-на-Дону, Россия, 344002

**Бугаев Леонид Анатольевич**, канд. биол. наук; старший научный сотрудник, заведующий отделом аквакультуры ФГБНУ Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (АзНИИРХ); д. 21Б, ул. Береговая, Ростов-на-Дону, Россия, 344002

**Войкина Анна Владимировна**, канд. биол. наук, заведующая лабораторией прикладной физиологии и биохимии объектов промысла и аквакультуры ФГБНУ Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (АзНИИРХ); д. 21Б, ул. Береговая, Ростов-на-Дону, Россия, 344002

**Мирзоян Арсен Вячеславович**, канд. биол. наук, первый заместитель директора ФГБНУ Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (АзНИИРХ); д. 21Б, ул. Береговая, Ростов-на-Дону, Россия, 344002

**Author affiliation:**

**Kornienko Galina Gavrilovna**, D. Sc in Biology, Professor, Head at the Department of genetic and biochemical Monitoring of Federal state budgetary scientific institution (FSBSI) of Azov Research Institute of Fisheries (AzRIF); house 21B, Beregovaya str., Rostov-on-Don city, Russia, 344002; phone.: 8(918)5110087

**Sergeeva Svetlana Grigor'evna**, Ph. D. in Biology, Leading Researcher at the Department of genetics and biochemical Monitoring of Federal state budgetary scientific institution (FSBSI) of Azov Research Institute of Fisheries (AzRIF); house 21B, Beregovaya str., Rostov-on-Don city, Russia, 344002; phone: 8(919)8818169; e-mail: sgs1301@yandex.ru

**Boyko Natalia Yevgen'evna**, D. Sc in Biology, Leading Researcher of Federal state budgetary scientific institution (FSBSI) of Azov Research Institute of Fisheries (AzRIF); house 21B, Beregovaya str., Rostov-on-Don city, Russia, 344002

**Bugaev Leonid Anatol'evich**, Ph. D. in Biology, Senior Researcher, Head of Aquaculture Department of Federal state budgetary scientific institution (FSBSI) of Azov Research Institute of Fisheries (AzRIF); house 21B, Beregovaya str., Rostov-on-Don city, Russia, 344002

**Voikina Anna Vladimirovna**, Ph. D. in Biology, Head at the Laboratory of Applied Physiology and Biochemistry of the Object Fisheries and Aquaculture; of Federal state budgetary scientific institution (FSBSI) of Azov Research Institute of Fisheries (AzRIF); house 21B, Beregovaya str., Rostov-on-Don city, Russia, 344002

**Mirzoyan Arsen Vyacheslavovich**, Ph. D. in Biology, the First Deputy Director of Federal state budgetary scientific institution (FSBSI) of Azov Research Institute of Fisheries (AzRIF); house 21B, Beregovaya str., Rostov-on-Don city, Russia, 344002

