

УДК 639.371.7:57.086.13
DOI: 10.7868/S25000640260314

УВЕЛИЧЕНИЕ ФЕРТИЛИЗАЦИИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ СООТНОШЕНИЯ ИКРА – КРИОСПЕРМА С УЧЕТОМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АКТИВНОСТИ СПЕРМАТОЗОИДОВ ПОСЛЕ КРИОКОНСЕРВАЦИИ

© 2026 г. А.В. Теплякова¹, С.С. Спиридов¹, А.А. Корчунов¹

Аннотация. Контроль качества биологического материала в условиях криохранения играет ключевую роль в обеспечении эффективной работы криобанка. В рамках исследовательской программы по оценке эффективности криоконсервированной спермы были проведены комплексные испытания. В ходе первого эксперимента были проанализированы образцы спермы стерляди, которые находились в условиях криоконсервации на протяжении 5 лет. При оплодотворении применялись общепринятые рыбоводные стандарты: на единицу массы икры (1 кг) приходилось 10 мл семенного материала. Результаты показали, что в контрольной группе, где использовалась нативная сперма, успешность оплодотворения достигла 75,9 %. При использовании криоконсервированного материала этот показатель оказался ниже – 53 %. На следующем этапе работ провели эксперимент по оплодотворению икры стерляди с применением размороженной спермы белуги, которая хранилась в жидком азоте 4 года. Анализ показал, что активность сперматозоидов сохранялась на уровне 60 %. Учитывая результаты предыдущего исследования, скорректировали объем спермы для оплодотворения, увеличив его до 13 мл на 1 кг икры. Данная корректировка позволила получить показатель оплодотворения 75 %. Полученные данные свидетельствуют о том, что при работе с криоконсервированными репродуктивными клетками самцов рыб целесообразно увеличивать их объем по сравнению с нормативами, разработанными для свежего материала. Внесение указанных изменений обеспечивает повышение успешности оплодотворения икры осетровых рыб. Отклонений в развитии личинок и молоди не наблюдали. Масса молоди гибрида стерлядь × белуга, полученной из криоконсервированной спермы, соответствовала рыбоводным нормативам, разработанным для молоди, полученной из нативных репродуктивных клеток. Анализ данных показал полную сохранность фертильных качеств спермы на протяжении всего периода хранения в криобанке.

Ключевые слова: криоконсервация, фертилизация, осетровые, криобанк спермы рыб, аквакультура.

INCREASING THE FERTILIZATION OF STURGEON FISH BY OPTIMIZING THE EGG-TO-CRYOSPERM RATIO TAKING INTO ACCOUNT SPERM ACTIVITY INDICATORS AFTER CRYOPRESERVATION

A.V. Teplyakova¹, S.S. Spiridov¹, A.A. Korchunov¹

Abstract. Quality control of biological material in cryostorage conditions plays a key role in ensuring the effective operation of a cryobank. Comprehensive trials were conducted as part of a research program to evaluate the effectiveness of cryopreserved sperm. The first experiment analyzed sterlet sperm samples that had been cryopreserved for five years. Fertilization was performed using generally accepted aquaculture standards: 10 ml of semen per unit of egg weight (1 kg). Results showed that in the control group, which used native sperm, fertilization success reached 75.9%. When using cryopreserved material, this figure was

¹ Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук (Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russian Federation), Российская Федерация, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41, e-mail: firsovaangelina1991@mail.ru, sergey-spiridov@yandex.ru, korchunov84@yandex.ru

lower – 53%. The next stage of the study involved fertilizing sterlet eggs using thawed beluga sperm stored in liquid nitrogen for four years. Analysis showed that sperm activity remained at 60%. Based on the results of the previous study, the volume of sperm used for fertilization was adjusted, increasing it to 13 ml per kilogram of eggs. This adjustment resulted in a 75% fertilization rate. The data obtained indicate that when working with cryopreserved reproductive cells of male fish, it is advisable to increase their volume compared to the standards developed for fresh material. These adjustments ensure increased fertilization success of sturgeon eggs. No developmental abnormalities in larvae or juveniles were observed. The weight of juvenile sterlet × beluga hybrid fish obtained from cryopreserved sperm complied with aquaculture standards developed for juveniles obtained from native reproductive cells. Data analysis demonstrated complete preservation of the sperm's fertile qualities throughout their storage period in the cryobank.

Keywords: cryopreservation, fertilization, sturgeon, fish sperm cryobank, aquaculture.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власенко А.Д., Булгакова Т.И., Лепилина И.Н., Коноплева И.В., Сафаралиев И.А. 2020. История и состояние запасов осетровых (Acipenseridae) в Каспийском бассейне. *Вестник МГТУ*. 23(2): 105–114. doi: 10.21443/1560-9278-2020-23-2-105-114
2. Васильева Л.М., Рабазанов Н.И. 2022. Современные проблемы искусственного воспроизводства осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне. *Юг России: экология, развитие*. 17(3): 6–15. doi: 10.18470/1992-1098-2022-3-6-15
3. Костюничев В.В., Богданова В.А., Шумилина А.К., Остроумова И.Н. 2015. Искусственное воспроизводство рыб на Северо-Западе России. *Труды ВНИРО*. 153: 26–41.
4. Гусева Ю.А. 2016. *Искусственное воспроизводство рыб: краткий курс лекций для студентов III курса направления подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура*. Саратов, Саратовский ГАУ: 97 с.
5. Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д. 2024. Криоконсервация спермы осетрообразных рыб: современное состояние и перспективы. Часть 1. *Рыбное хозяйство*. 2: 110–122. doi: 10.36038/0131-6184-2024-2-110-122

6. Martínez-Páramo S., Horváth Á., Labbé C., Zhang T., Robles V., Herráez P., Suquet M., Adams S., Viveiros A., Tiersch T.R., Cabrita E. 2016. Cryobanking of aquatic species. *Aquaculture*. 472: 156–177. doi: 10.1016/j.aquaculture.2016.05.042
7. Пономарева Е.Н., Красильникова А.А., Белая М.М., Коваленко М.В. 2022. Сохранение биологического разнообразия методами криоконсервации: опыт Южного научного центра РАН. *Морской биологический журнал*. 7(3): 80–87. doi: 10.21072/mbj.2022.07.3.07
8. Horváth Á., Urbányi B., Wang C., Onders R.J., Mims S.D. 2010. Cryopreservation of paddlefish sperm in 5-mL straws. *Journal of Applied Ichthyology*. 26: 715–719. doi: 10.1111/j.1439-0426.2010.01551.x
9. Кучко Т.Ю. 2015. *Методы получения половых продуктов от производителей рыб: учебное пособие для студентов эколого-биологического и агротехнического факультетов*. Петрозаводск, изд-во ПетрГУ: 63 с.
10. Невалянный А.Н., Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н. 2016. *Биологические основы рыбоводства: учебник для вузов*. М., МОРКНИГА: 434 с.
11. Beirão J., Boulais M., Gallego V., O'Brien J.K., Peixoto S., Robeck T.R., Cabrita E. 2019. Sperm handling in aquatic animals for artificial reproduction. *Theriogenology*. 133: 161–178. doi: 10.1016/j.theriogenology.2019.05.004
12. Igna V., Telea A., Florea T., Popp R., Grozea A. 2022. Evaluation of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) semen quality and semen cryopreservation. *Animals*. 12(16): 2153. doi: 10.3390/ani12162153
13. Valdebenito I.I., Gallegos P.C., Effer B.R. 2015. Gamete quality in fish: evaluation parameters and determining factors. *Zygote*. 23(2): 177–197. doi: 10.1017/S0967199413000506
14. Figueroa E., Valdebenito I., Farias J.G. 2016. Technologies used in the study of sperm function in cryopreserved fish spermatozoa. *Aquaculture Research*. 47(6): 1691–1705. doi: 10.1111/are.12630
15. Asturiano J.F., Cabrita E., Horváth Á. 2017. Progress, challenges and perspectives on fish gamete cryopreservation: a mini-review. *General and Comparative Endocrinology*. 245: 69–76. doi: 10.1016/j.ygcen.2016.06.019
16. Kowalski R.K., Cejko B.I. 2019. Sperm quality in fish: determinants and affecting factors. *Theriogenology*. 135: 94–108. doi: 10.1016/j.theriogenology.2019.06.009
17. Pérez-Cerezales S., Martínez-Páramo S., Beirão J., Herráez M.P. 2010. Fertilization capacity with rainbow trout DNA-damaged sperm and embryo developmental success. *Reproduction*. 139(6): 989–997. doi: 10.1530/REP-10-0037
18. Riesco M.F., Oliveira C., Soares F., Gavaia P.J., Dinis M.T., Cabrita E. 2017. *Solea senegalensis* sperm cryopreservation: new insights on sperm quality. *PLoS ONE*. 12(10): e0186542. doi: 10.1371/journal.pone.0186542
19. Ciereszko A., Judycka S., Nynca J., Słowińska M., Dietrich M.A. 2020. Factors influencing milt quality in fishes and its usefulness to cryopreservation. In: *Cryopreservation of fish gametes*. Singapore, Springer: 25–27. doi: 10.1007/978-981-15-4025-7_3
20. Boryshpolets S., Kholodnyy V., Cosson J., Dzyuba B. 2020. Fish sperm quality evaluation after cryopreservation. In: *Cryopreservation of fish gametes*. Singapore, Springer: 117–133. doi: 10.1007/978-981-15-4025-7_5
21. Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. 2004. *Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб*. М., Росинформапротех: 148 с.

REFERENCES

1. Vlasenko A.D., Bulgakova T.I., Lepilina I.N., Konopleva I.V., Safaraliev I.A. 2020. [History and status of sturgeon stocks (Acipenseridae) in the Caspian pool]. *Vestnik MGTU*. 23(2): 105–114. (In Russian). doi: 10.21443/1560-9278-2020-23-2-105-114
2. Vasilyeva L.M., Rabazanov N.I. 2022. [Modern problems of artificial reproduction of sturgeon in the Volga-Caspian basin] *South of Russia: ecology, development*. 17(3): 6–15. (In Russian). doi: 10.18470/1992-1098-2022-3-6-15
3. Kostyunichev V.V., Bogdanova V.A., Shumilina A.K., Ostroumova I.N. 2015. [Artificial reproduction of fishes in the northwest of Russia]. *Trudy VNIRO*. 153: 26–41. (In Russian).
4. Guseva Yu.A. 2016. *Iskusstvennoe vosproizvodstvo ryb: kratkiy kurs lektsiy dlya studentov III kursa napravleniya podgotovki 35.03.08 Vodnye bioresursy i akvakultura*. [Artificial reproduction of fish: a short course of lectures for third-year students majoring in 35.03.08 Aquatic bioresources and aquaculture]. Saratov, Saratov State Agrarian University: 97 p. (In Russian).
5. Dokina O.B., Kovalev K.V., Pronina N.D. 2024. [Cryopreservation of acipenseriformes sperm: current status and perspectives]. *Rybnoe hozyaystvo*. 2: 110–122. (In Russian). doi: 10.36038/0131-6184-2024-2-110-122
6. Martínez-Páramo S., Horváth Á., Labbé C., Zhang T., Robles V., Herráez P., Suquet M., Adams S., Viveiros A., Tiersch T.R., Cabrita E. 2016. Cryobanking of aquatic species. *Aquaculture*. 472: 156–177. doi: 10.1016/j.aquaculture.2016.05.042
7. Ponomareva E.N., Krasilnikova A.A., Belaya M.M., Kovalenko M.V. 2022. Conservation [Preservation of biological diversity by cryopreservation methods: experience of the Southern Scientific Center of the RAS]. *Marine Biological Journal*. 7(3): 80–87. (In Russian). doi: 10.21072/mbj.2022.07.3.07
8. Horváth Á., Urbányi B., Wang C., Onders R.J., Mims S.D. 2010. Cryopreservation of paddlefish sperm in 5-mL straws. *Journal of Applied Ichthyology*. 26: 715–719. doi: 10.1111/j.1439-0426.2010.01551.x
9. Kuchko T.Yu. 2015. *Metody polucheniya polovykh produktov ot proizvoditeley ryb: uchebnoe posobie dlya studentov ekologo-biologicheskogo i agrotekhnicheskogo fakul'tetov*. [Methods of obtaining reproductive products from fish producers: a teaching aid for students of the ecology-biology and agrotechnical faculties]. Petrozavodsk, Petrozavodsk State University: 63 p. (In Russian).
10. Nevalenny A.N., Ponomareva E.N., Sorokina M.N. 2016. *Biologicheskie osnovy rybovodstva: uchebnik dlya vuzov*. [Biological foundations of fish farming: a textbook for universities]. Moscow, Morkniga: 434 p. (In Russian).
11. Beirão J., Boulais M., Gallego V., O'Brien J.K., Peixoto S., Robeck T.R., Cabrita E. 2019. Sperm handling in aquatic animals for artificial reproduction. *Theriogenology*. 133: 161–178. doi: 10.1016/j.theriogenology.2019.05.004

12. Igna V., Telea A., Florea T., Popp R., Grozea A. 2022. Evaluation of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) semen quality and semen cryopreservation. *Animals*. 12(16): 2153. doi: 10.3390/ani12162153
13. Valdebenito I.I., Gallegos P.C., Effer B.R. 2015. Gamete quality in fish: evaluation parameters and determining factors. *Zygote*. 23(2): 177–197. doi: 10.1017/S0967199413000506
14. Figueroa E., Valdebenito I., Farias J.G. 2016. Technologies used in the study of sperm function in cryopreserved fish spermatozoa. *Aquaculture Research*. 47(6): 1691–1705. doi: 10.1111/are.12630
15. Asturiano J.F., Cabrita E., Horváth Á. 2017. Progress, challenges and perspectives on fish gamete cryopreservation: a mini-review. *General and Comparative Endocrinology*. 245: 69–76. doi: 10.1016/j.ygcen.2016.06.019
16. Kowalski R.K., Cejko B.I. 2019. Sperm quality in fish: determinants and affecting factors. *Theriogenology*. 135: 94–108. doi: 10.1016/j.theriogenology.2019.06.009
17. Pérez-Cerezales S., Martínez-Páramo S., Beirão J., Herráez M.P. 2010. Fertilization capacity with rainbow trout DNA-damaged sperm and embryo developmental success. *Reproduction*. 139(6): 989–997. doi: 10.1530/REP-10-0037
18. Riesco M.F., Oliveira C., Soares F., Gavaia P.J., Dinis M.T., Cabrita E. 2017. *Solea senegalensis* sperm cryopreservation: new insights on sperm quality. *PLoS ONE*. 12(10): e0186542. doi: 10.1371/journal.pone.0186542
19. Ciereszko A., Judycka S., Nynca J., Słowińska M., Dietrich M.A. 2020. Factors influencing milt quality in fishes and its usefulness to cryopreservation. In: *Cryopreservation of fish gametes*. Singapore, Springer: 25–27. doi: 10.1007/978-981-15-4025-7_3
20. Boryshpolets S., Kholodnyy V., Cosson J., Dzyuba B. 2020. Fish sperm quality evaluation after cryopreservation. In: *Cryopreservation of fish gametes*. Singapore, Springer: 117–133. doi: 10.1007/978-981-15-4025-7_5
21. Chebanov M.S., Galich E.V., Chmyr Yu.N. 2004. *Rukovodstvo po razvedeniyu i vyrashchivaniyu osetrovyykh ryb*. [Guide to breeding and growing sturgeon fish]. Moscow, Rosinformagrotekh: 148 p. (In Russian).

Поступила 09.02.2026

Принята 30.06.2026