

48.

8. Даниленко, Г. К. Шляхи інтенсифікації мериносового вівчарства на півдні України / Г. К. Даниленко // Вівчарство : міжвід. наук. зб. – Київ : Аграрна наука, 1998. – Вип. 30. – С. 71-75.

9. Сорокіна, Ю. Є. Характеристика таврійського внутріпородного типу асканійських тонкорунних овець за густотою вовни і зв'язок її з основними селекційними ознаками / Ю. Є. Сорокіна // Вісник Полтавського державного с.-г. інституту. – 2001. – № 23. – С. 72-74.

10. Фольконер, Д. С. Введення в генетику кількісних ознак / Д. С. Фольконер ; пер. з англ. А. Г. Креславського, В. Т. Чефранова. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 485 с.

Поступила 30.03.2018 г.

УДК 639.3.034.2:597.423

Н.В. БАРУЛИН, К.Л. ШУМСКИЙ

ИЗМЕНЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ СПЕРМАТОЗОИДОВ ЛЕНСКОГО ОСЕТРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ КОНЦЕНТРАЦИИ И СРОКА ХРАНЕНИЯ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и
Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

Целью научной работы было установление оптимальных параметров разбавления спермы осетровых рыб для повышения периода её краткосрочного хранения. Проведённые исследования показали, что разбавление способно оказывать влияние на качественное и количественные показатели спермы ленского осетра, увеличивая общий срок краткосрочного хранения без использования криоконсервации в 4 раза (до 4 суток). При этом оптимальная концентрация разбавления составила 1:10. Полученные результаты представляют практический интерес для практики искусственного воспроизводства осетровых рыб.

Ключевые слова: аквакультура, ленский осётр, сперма, сперматозоиды, краткосрочное хранение, подвижность.

N.V. BARULIN, K.L. SHUMSKIY

CHANGES OF SEMEN MOBILITY OF LENSKIY STURGEON DEPENDING ON THEIR CONCENTRATION AND STORAGE LIFE

Belarusian State Academy of Agriculture

The aim of the research was to determine the best parameters for sturgeon semen dilution to increase the period of its short-term storage. The results of researches have shown that dilution can influence qualitative and quantitative indices of sturgeon semen, 4 times (up to 4 days) increasing the total short-term storage period with no cryopreservation. The perfect dilution concentration was 1:10. The obtained results are of practical interest for artificial reproduction of sturgeon.

Key words: aquaculture, Lenskiy sturgeon, semen, spermatozoa, short-term storage, mobility.

Введение. В настоящее время репродуктивная функция осетровых рыб, особенно в индустриальных условиях, снижается [1]. В этой связи технология искусственного воспроизводства осетровых рыб нуждается в постоянном совершенствовании.

Успех оплодотворения высоко зависит от подвижности сперматозоидов [2, 3, 4], поэтому изучение подвижности сперматозоидов будет способствовать совершенствованию методов искусственного оплодотворения [3]. Известно, что у большинства видов рыб сперматозоиды в семенной жидкости находятся в неподвижном состоянии [5], а активация сперматозоидов происходит после попадания в водную среду [3, 6].

Государственной программой развития аграрного бизнеса на 2016-2020 годы предусмотрено значительно увеличение объёмов выращивания товарной рыбы, в том числе и за счёт увеличение доли ценных видов рыб [7]. Осетровые (*Chondrostei*, *Acipenseriformes*) населяют реки, устья и внутренние моря северного полушария. Однако почти все 27 видов осетров подвергаются опасности, и их естественная численность уменьшаются из-за истощения рыбных запасов, включая изменения миграции и воспроизводства [8, 9]. В настоящее время аквакультура осетровых расширяется во всём мире из-за международного спроса на мясо и икру [8, 10]. По этой причине технологии искусственного воспроизводства уделяется большое внимание со стороны исследователей [10, 11, 12, 13, 14].

В технологии искусственного воспроизводства осетровых рыб важным моментом является период хранения спермы, поскольку этого требуют различные технологические ситуации (задержка созревания самок, необходимость транспортировки и др.). Известным способом хранения спермы является её криоконсервация [9]. Однако этот процесс может значительно снизить качество сперматозоидов. По этой причине перспективной является разработка методов увеличения периода краткосрочного хранения спермы осетровых рыб.

Краткосрочное хранение включает в себя разбавление собранной спермы в её семенной жидкости, или в специальном разбавителе, который не вызывает преждевременную активацию сперматозоидов, в сочетании с хранением спермы при прохладных температурах (2-4 °С) в течение многих дней [3, 15, 16, 17].

Цель наших исследований заключалась в установлении оптимальных параметров концентрации спермы осетровых рыб для повышения периода его краткосрочного хранения.

Материал и методы исследования исследований. В качестве объекта исследований была выбрана сперма самцов ленского осетра, выращенных от стадии личинки до половозрелого состояния в условиях установки замкнутого водоснабжения (фермерское хозяйство «Васи-

лѣк», Дзержинский р-н, Минская обл.). Возраст самцов – 7 лет, средняя масса – 7,0 кг, средняя длина – 99,5 см. Для стимулирования созревания самцов применяли суперактивный синтетический аналог гонадотропин-релизинг-гормона млекопитающих (GnRHа, сурфагон). После проведения сцеживания спермы производили манипуляции по изменению её концентрации путѣм разбавления. Разбавление осуществляли в сыворотке спермы, которую получали индивидуально для каждого самца. Получение сыворотки осуществляли методом центрифугирования при скорости вращения ротора 800 об/мин в течение 2 мин, а затем на оборотах 3500 об/мин в течение 10 минут. Для проведения исследования были сформированы следующие группы с разбавлением: 0 (контрольная группа), 1:1 (опытная группа 50), 1:3 (опытная группа 30), 1:10 (опытная группа 10) и 1:100 (опытная группа 1). Исследуемая сперма помещалась в пробирки типа Eppendorf объѣмом 2 мл и хранилась в холодильнике при температуре 5 °С.

Подвижность сперматозоидов исследовали на тринокулярном (тип Зидентофа) биологическом микроскопе проходящего света серии ММС-KZ-900 с независимой планахроматической оптической системой на бесконечность $F=200\text{мм}$. Запись подвижности сперматозоидов осуществляли при помощи видеокамеры ММС-31С12-М. Частота кадров в секунду – 12 к/с при разрешении 2048x1536, 60 к/с – при 800x600, 95 к/с – при 640x480, 135 к/с – при 512x384. Для исследований качества спермы использовали автоматизированное программное обеспечение ММС Сперм, которое представляло собой основу для компьютерного спермоанализатора (CASA).

Для статистической обработки результатов использовали программную среду R, включающую пакеты R Commander, MASS, ggplot2, mgcv, drc, corrplot [18-26] и др. Статистическую достоверность различий оценивали по тесту Тьюки при условии соблюдения нормальности распределения данных (оценивалось тестом Шапиро-Уилка) и однородности групповых дисперсий (оценивалось тестом Ливина). При несоблюдении указанных условий использовали непараметрический тест Ньюмена-Кейлса [26, 27].

Результаты эксперимента и их обсуждение. В результате проведѣнных исследований нами было установлено, что концентрация спермы сибирского осетра способна оказывать влияние на качественные и количественные показатели сперматозоидов в период краткосрочного хранения (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение показателей подвижности сперматозоидов сибирского осетра в зависимости от разбавления и срока хранения

Показатель	День 1		День 2		День 3		День 4	
	Mean ±SE	Cv, %						
Разбавление 0								
VCL, м/с	41,50± 1,33	0,29	–	–	–	–	–	–
VCL (A), м/с	44,54± 1,05	0,20	–	–	–	–	–	–
Под-сть, %	15,60± 3,59	0,39	–	–	–	–	–	–
Под-сть (A), %	86,02± 4,66	0,09	–	–	–	–	–	–
Разбавление 1:1								
VCL, м/с	52,38± 0,89	0,27	–	–	–	–	–	–
VCL (A), м/с	55,54± 0,61	0,16	–	–	–	–	–	–
Под-сть, %	60,96± 6,40	0,18	–	–	–	–	–	–
Под-сть (A), %	88,93± 5,65	0,11	–	–	–	–	–	–
Разбавление 1:3								
VCL, м/с	54,38± 1,07	0,36	48,11± 1,83	0,41	47,36± 2,57	0,29	31,00± 5,62	0,62
VCL (A), м/с	59,60± 0,74	0,21	54,70± 1,34	0,24	51,41± 1,87	0,18	45,72± 2,70	0,15
Под-сть, %	81,33± 6,33	0,13	71,26 ±12,40	0,30	12,96± 6,67	0,89	15,38 ±15,38	1,73
Под-сть (A), %	87,37± 5,71	0,11	83,83± 6,32	0,13	56,74 ±29,25	0,89	20,11 ±19,11	1,64
Разбавление 1:10								
VCL, м/с	57,30± 1,39	0,30	39,90± 1,67	0,50	46,85± 1,50	0,31	17,08± 2,42	1,02
VCL (A), м/с	60,93± 1,01	0,20	50,68± 0,96	0,19	52,00± 0,84	0,15	52,29± 5,03	0,53
Под-сть, %	84,80± 4,02	0,08	92,62± 3,43	0,06	57,58± 4,67	0,14	26,02 ±11,09	0,73
Под-сть (A), %	90,80± 5,93	0,11	73,54± 2,24	0,05	73,88 ±14,47	0,33	26,31 ±14,55	0,95
Разбавление 1:100								
VCL, м/с	55,76± 2,31	0,29	54,61± 0,98	0,25	–	–	–	–
VCL (A), м/с	60,55± 1,15	0,12	56,58± 0,83	0,20	–	–	–	–
Под-сть, %	67,10 ±10,02	0,25	18,45 ±14,24	1,33	–	–	–	–
Под-сть (A), %	88,63± 5,87	0,11	33,15 ±32,15	1,67	–	–	–	–

Примечание: под-сть – подвижность, Mean – среднее значение; SE – стандартная ошибка среднего; Cv – коэффициент вариации

Общая средняя криволинейной скорость сперматозоидов (VCL).

Через сутки после сцеживания в контрольной группе, сперма которой не подвергалась разбавлению, общая средняя криволинейной скорость сперматозоидов (VCL) составила $41,5 \pm 1,33$ μ /с. Достоверно выше ($p < 0,05$) общая средняя криволинейной скорость сперматозоидов была в опытной группе 30, в опытной группе 10 с достижением максимального значения $57,30 \pm 1,39$ μ /с в опытной группе 1. В дальнейшем значения VCL в исследуемых группах плавно снижаются в течение срока хранения. Однако подвижность сперматозоидов в контрольной группе и в опытной группе 50 через 2 дня после сцеживания резко сократилась и достигла нулевых значений.

Через 2 дня после сцеживания максимальные значения VCL наблюдались в опытной группе 1 и достигали $54,61 \pm 0,98$ μ /с, достоверно отличаясь ($p < 0,05$) от опытной группы 30 и опытной группы 10. Через 3 дня после сцеживания нами было обнаружено, что в опытной группе 1 подвижные сперматозоиды отсутствовали. При этом такая закономерность наблюдалась во всех повторностях. Данный факт требует отдельного изучения. В этот временной период максимальные значения VCL наблюдались у опытной группы 30 и составили $47,36 \pm 2,57$ μ /с, однако достоверных отличий между оставшимися исследуемыми группами не наблюдалось. Через 4 дня после сцеживания достоверные ($p < 0,05$) максимальные значения VCL наблюдались у опытной группы 30 и составили $31,00 \pm 5,62$ μ /с.

Средняя криволинейная скорость сперматозоидов категории А (VCL (A)). Выше рассматривался показатель, который фиксируется у сперматозоидов всех категорий,двигающихся поступательно, зигзагообразно и колебательно. Однако непосредственно в оплодотворении принимают участие сперматозоиды, относящиеся к категории А, имеющие высокую скорость поступательных движений,двигающиеся стремительно, преимущественно по линейной траектории. По этой причине высокий интерес имеет оценка спермы по средней криволинейной скорости сперматозоидов категории А.

Через сутки после сцеживания в контрольной группе, сперма которой не подвергалась разбавлению, средняя криволинейной скорость сперматозоидов категории А составила $44,54 \pm 1,05$ μ /с. Достоверно выше ($p < 0,05$) общая средняя криволинейной скорость сперматозоидов была в опытной группе 30, в опытной группе 1 с достижением максимального значения $60,93 \pm 1,01$ μ /с в опытной группе 10. В дальнейшем значения VCL (A) в исследуемых группах плавно снижаются в течение срока хранения. Однако, как было указано выше, подвижность всех сперматозоидов в контрольной группе и в опытной группе 50 через 2 дня после сцеживания резко сократилась и достигла нулевых значений.

Через 2 дня после сцеживания максимальные значения VCL (A) наблюдались в опытной группе 1 и достигали $56,58 \pm 0,83$ μ /с достоверно отличаясь ($p > 0,05$) от опытной группы 30 и опытной группы 10. Через 3 дня после сцеживания максимальные значения VCL (A) наблюдались у опытной группы 10 и составили $52,00 \pm 0,84$ μ /с, однако достоверных отличий между оставшимися исследуемыми группами не наблюдалось. Через 4 дня после сцеживания, недостоверные ($p > 0,05$) максимальные значения VCL (A) наблюдались у опытной группы 10 и составили $52,29 \pm 5,03$ μ /с, что было выше по отношению к предыдущему дню хранения. Это объясняется тем, что слабые сперматозоиды, которые на третий день после сцеживания входили в статистику показателя VCL (A), к 4-му дню погибли, оставив только сперматозоиды с повышенной подвижностью. Поэтому мы наблюдали данное повышение.

Процент общей подвижности сперматозоидов. Наряду со скоростью подвижности сперматозоидов, особенно в условиях высокой продуктивности самок и разбавления водой, её процент (количество подвижных) является важным показателем.

Через сутки после сцеживания в контрольной группе, сперма которой не подвергалась разбавлению, средний процент общей подвижности сперматозоидов составил $15,60 \pm 3,59$ %.

Достоверно выше ($p < 0,05$) средний процент общей подвижности сперматозоидов был в опытной группе 30, с достижением максимального значения $84,8 \pm 4,02$ % в опытной группе 10. В дальнейшем значения процента общей подвижности в исследуемых группах плавно снижаются в течение срока хранения. Однако, как было указано выше, подвижность всех сперматозоидов в контрольной группе и в опытной группе 50 через 2 дня после сцеживания резко сократилась и достигла нулевых значений.

Через 2 дня после сцеживания максимальные значения среднего процента общей подвижности сперматозоидов наблюдались в опытной группе 10 и достигали $92,62 \pm 3,43$ %, достоверно отличаясь ($p < 0,05$) от опытной группы 30 и опытной группы 10. Такое повышение процента общей подвижности относительно первого дня после сцеживания также объясняется вышеназванными причинами. Через 3 дня после сцеживания значения среднего процента общей подвижности сперматозоидов наблюдались у опытной группы 10 и составили $57,58 \pm 4,67$ %, достоверно отличаясь ($p < 0,05$) от оставшихся исследуемых групп. Через 4 дня после сцеживания недостоверные ($p > 0,05$) максимальные значения среднего процента общей подвижности сперматозоидов наблюдались у опытной группы 10 – $26,02 \pm 11,09$ %.

Процент подвижности сперматозоидов категории А. Как и в случае со скоростью подвижности, выше рассматривался показатель, ко-

торый фиксируется у сперматозоидов всех категорий, двигающихся поступательно, зигзагообразно и колебательно. Однако непосредственный интерес для изучения сперматозоидов, участвующих в оплодотворении, является изучения процента подвижных сперматозоидов, относящихся к категории А.

Через сутки после сцеживания в контрольной группе, сперма которой не подвергалась разбавлению, средний процент подвижности сперматозоидов категории А составил $86,02 \pm 4,66$ % от всего количества подвижных сперматозоидов. Недостоверно выше ($p > 0,05$) этот показатель был в опытной группе 30, с достижением максимального значения $90,80 \pm 5,93$ % в опытной группе 10. В дальнейшем значения процента подвижности сперматозоидов категории А в исследуемых группах плавно снижаются в течение срока хранения. Однако, как было указано выше, подвижность всех сперматозоидов в контрольной группе и в опытной группе 50 через 2 дня после сцеживания резко сократилась и достигла нулевых значений. Через 2 дня после сцеживания максимальные значения среднего процента подвижности сперматозоидов категории А наблюдались в опытной группе 30 и достигали $83,83 \pm 6,32$ %, недостоверно отличаясь ($p > 0,05$) от опытной группы 10 и достоверно отличаясь ($p < 0,05$) от опытной группы 1. Через 3 дня после сцеживания максимальные значения среднего процента подвижности сперматозоидов категории А наблюдались у опытной группы 10 и составили $73,88 \pm 14,47$ %, недостоверно отличаясь ($p > 0,05$) от оставшихся исследуемых групп. Через 4 дня после сцеживания недостоверные ($p > 0,05$) максимальные значения среднего процента подвижности сперматозоидов категории А наблюдались у опытной группы 10 и составили $26,31 \pm 14,55$ %.

Как показали приведённые выше результаты, величина разбавления спермы оказывает влияние качественные и количественные показатели сперматозоидов в течение краткосрочного хранения. При этом наиболее высокие значения были зафиксированы для сперматозоидов, которые разбавляли в концентрации 1:10. Обращает на себя внимание важность определения не только общих показателей качества сперматозоидов, но и показателей, характеризующих сперматозоиды, относящихся к категории А, у которых наиболее высокая вероятность участвовать в оплодотворении. Так, при изучении VCL и общего процента подвижности сперматозоидов лучшие показатели были установлены в опытной группе 30, тогда как при более углублённом изучении показателей VCL (А) средней подвижности сперматозоидов категории А лучшие показатели были в опытной группе 10.

В целом следует отметить, что разбавление спермы способно значительно увеличить срок краткосрочного хранения с 1-го (в контрольной группе) до 4-х дней (в опытных группах 10 и 30). Использование

разбавления обеспечивает поддержание нормальной концентрации иона и осмотическое давление на изоосмотическом уровне, которая предотвращает активацию спермы [17], обеспечивает защиту спермы от осмотического повреждения и загрязнителей [15, 28], и поддерживает необходимый уровень АТФ, требуемый для биения жгутиков. При прохладных температурах сперматозоиды имеют низкий метаболизм и могут содержаться в течение нескольких дней в соответствующих разбавителях спермы [29, 30]. Однако длительные холодные условия хранения помещения могут значительно затронуть качество спермы, т. к. мощные микробные загрязнения могут уменьшить подвижность и жизнеспособность, что выразилось в наших исследованиях, когда срок краткосрочного хранения достигал только 4 дней.

Заключение. Таким образом, проведёнными на примере сибирского осетра исследованиями установлено, что разбавление способно оказывать влияние на качественные и количественные показатели спермы осетровых рыб, увеличивая общий срок краткосрочного хранения без использования криоконсервации в 4 раза (до 4 суток). При этом оптимальная концентрация разбавления составила 1:10.

Полученные результаты представляют практический интерес для практики искусственного воспроизводства осетровых рыб и рекомендуются к использованию в инкубационных цехах в условиях неравномерного созревания производителей, а также при транспортировке спермы.

Авторы выражают благодарность сотрудникам фермерского хозяйства «Василёк» В.Ф. Вергейчику, Ал. И. Лашкевичу, Ан. И. Лашкевичу за помощь в организации проведения исследований.

Литература

1. Barulin, N. V. Serum enzyme response of captive sturgeon brookstock *Acipenser baerii* Brandt 1869 females and two hybrids (best= female *Huso huso* Linnaeus, 1758× male *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758, and RsSs= *A. gueldenstaedtii* Brandt 1833× *A. baerii* Brandt 1869) to hormonal stimulation for spawning induction / N. V. Barulin // J. Appl. Ichthyol. – 2015. – Vol. 2(31). – P. 2-6.
2. A proposal and case study towards a conceptual approach of validating sperm competition in common carp (*Cyprinus carpio* L.) with practical implications for hatchery procedures / V. Kaspar [et al.] // J. Appl. Ichthyol. – 2008. – Vol. 24. – P. 406-409.
3. Biology of sperm and artificial reproduction in carp / R. Billard [et al.] // Aquaculture. – 1995. – Vol. 129. – P. 95-112
4. Comparison of sperm velocity, motility and fertilizing ability between firstly and secondly activated spermatozoa of common carp (*Cyprinus carpio*) / O. Linhart [et al.] // J. Appl. Ichthyol. – 2008. – Vol. 24. – P. 386-392
5. Morisawa, M. Effects of potassium and osmolality on spermatozoan motility of salmonid fishes / M. Morisawa, K. Suzuki, S. J. Morisawa // Exp Biol. – 1983. – Vol. 107. – P. 105-113
6. Billard, R. Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species / R. Billard // Reprod. Nut. Dev. – 1986. – Vol. 2. – P. 877-920
7. Барулин, Н. В. Системный подход к технологии регулирования воспроизводства

объектов аквакультуры в рыбоводных индустриальных комплексах / Н. В. Барулин // Вестні Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2015. – № 3. – С. 107-111.

8. Bronzi, P. Global sturgeon aquaculture production: an overview / P. Bronzi, H. Rosenthal, J. Gessner // J. Appl. Ichthyol. – 2011. – Vol. 27. – P. 169-175.

9. Sperm biology and control of reproduction in sturgeon: (I) testicular development, sperm maturation and seminal plasma characteristics / S. M. H. Alavi [et al.] // Rev. Fish. Biol. Fish. – 2012. – Vol. 22(3). – P. 695-717

10. Барулин, Н. В. Лазерное излучение как важный элемент технологии аквакультуры / Н. В. Барулин, М. В. Шалак, В. Ю. Плавский // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2008. – № 3. – С. 82-85.

11. Барулин, Н. В. Жаброногий рачок *Artemia salina* L. как объект для исследования биологической активности оптического излучения низкой интенсивности / Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский, В. А. Орлович // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. – 2012. – № 28. – С. 42-49.

12. Оценка подвижности сперматозоидов осетровых рыб в условиях аквакультуры / Н. В. Барулин [и др.] // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2013. – № 4. – С. 10-15.

13. Плавский, В. Ю. Влияние лазерного излучения инфракрасной области спектра на устойчивость молоди осетровых рыб к дефициту кислорода / Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2008. – № 8-9. – С. 65-74.

14. Плавский, В. Ю. Влияние модуляции низкоинтенсивного лазерного излучения на его биологическую активность / Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский // Лазерная медицина. – 2009. – Т. 13, № 1. – С. 4-10.

15. Billard, R. Changes in structure and fertilising ability of marine and freshwater fish spermatozoa diluted in media of various salinities / R. Billard // Aquaculture. – 1978. – Vol. 14. – P. 187-198.

16. *In vitro* maturation of the potential for movement of carp spermatozoa / C. Redondo [et al.] // Mol. Reprod. Dev. – 1991. – Vol. 29. – P. 259-270

17. Kurokura solution as immobilizing medium for spermatozoa of tench (*Tinca tinca* L.) / M. Rodina [et al.] // Aqua Int. – 2004. – Vol. 12. – P. 119-131

18. Шитиков, В. К. Этокотксикология и статистическое моделирование эффекта с использованием R / В. К. Шитиков. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2016. – 149 с.

19. The R Project for Statistical Computing [Electronic resource]. – Vienna, Austria, 2017. – Mode of access: <https://www.R-project.org/>

20. Wood, S. N. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models / S. N. Wood // J. Royal Statistical Society (B). – 2011. – Vol. 73(1). – P. 3-36.

21. Wickham, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis / H. Wickham. – New York, 2009. – 216 p.

22. Venables, W. N. Modern Applied Statistics with S / W. N. Venables, B. D. Ripley. – Fourth Edition. – New York, 2002. – 495 p.

23. Dose-Response Analysis Using R / C. Ritz [et al.] // PLOS ONE [Electronic resource]. – 2015. – Vol. 10(12). – Mode of access: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0146021>

24. Wei, T. Corrplot: Visualization of a Correlation Matrix / T. Wei, V. Simko // R package version 0.77 [Electronic resource]. – 2016. – Mode of access: <https://CRAN.R-project.org/package=corrplot>

25. Fox, J. The R Commander: A Basic Statistics Graphical User Interface to R / J. Fox // J. of Statistical Software. – 2005. – Vol. 14(9). – P. 1-42.

26. Мастицкий, С. Э. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R [Электронная книга] / С. Э. Мастицкий, В. К. Шитиков. – Хайдельберг – Лондон – Тольятти, 2014. – Режим доступа: <http://r-analytics.blogspot.com>.

27. Мاستицкий, С. Э. Визуализация данных с помощью ggplot2 / С. Э. Мاستицкий. – Москва : ДМК Пресс, 2017. – 222 с.

28. Urinary bladder, ionic composition of seminal fluid and urine with characterization of sperm motility in tench (*Tinca tinca L.*) / O. Linhart [et al.] // J. Appl. Ichthyol. – 2003. – Vol. 19. – P. 177-181.

29. Measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish / E. Rurangwa [et al.] // Aquaculture. – 2004. – Vol. 234. – P. 1-28.

30. Sperm biology and control of reproduction in sturgeon: (II) Sperm morphology, acrosome reaction, motility and cryopreservation / S. Mohammad [et al.] // Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 2012. – Vol. 22. – P. 861-886.

Поступила 5.03.2018 г.

УДК 636.4:612.621.5

Д.М. БОГДАНОВИЧ, Т.Н. БРОВКО, И.Н. ШЕВЦОВ,
О.И. ГЛИВАНСКАЯ, Н.А. ГРОДНИКОВА

ВЛИЯНИЕ РЕКОМБИНАНТНОГО ЛАКТОФЕРРИНА ЧЕЛОВЕКА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ПОЛНОЦЕННОСТЬ И САНИТАРНОЕ КАЧЕСТВО СПЕРМЫ ХРЯКОВ

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»

В эякулятах с добавлением rhLF в количестве 10 и 15 мг/литр разбавителя наиболее стабильны значения физико-химических показателей (рН и осмоса), минимальна степень дистальных цитоплазматических капель, отсутствуют условно-патогенные и патогенные микроорганизмы. Кроме того, установлены более высокие показатели подвижности половых гамет хряков за 24, 48 и 72 часа хранения.

Ключевые слова: антибиотики, морфология, осмос, патологические формы, подвижность, рекомбинантный лактоферрин человека, санация, сперма, хряки-производители.

D.M. BOGDANOVICH, T.N. BROVKO, I.N. SHEVTSOV, O.I. GLIVANSKAYA,
N.A. GRODNIKOVA

EFFECT OF RECOMBINANT HUMAN LACTOFERRIN ON BIOLOGICAL FULL VALUE AND SANITARY QUALITY OF BOARS' SEMEN

RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus on Animal Husbandry»

The physical and chemical parameters (pH and osmosis) are the most stable, the degree of distal cytoplasmic drops is minimal, and the conditionally pathogenic and pathogenic microorganisms are absent in ejaculates with rhLF added in the amount of 10 and 15 mg/liter of the diluent. In addition, higher rates of mobility of boars' gamete for 24, 48 and 72 hours of storage were determined.

Key words: antibiotics, morphology, osmosis, pathological forms, mobility, recombinant human lactoferrin, sanitation, semen, producing boars.