

тики и селекции. – 2013. – Т. 17, № 4/2. – С. 900-915.

4. Мероприятия по сохранению генеалогических линий в белорусской чёрно-пёстрой породе свиней / И. Ф. Гридюшко [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2018. – Т. 53, ч. 1 : Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 83-95. – Авт. также: Гридюшко Е.С., Василюк О.Я., Бальников А.А., Лобан Н.А.

5. Достижения и перспективы использования ДНК-технологий в свиноводстве : монография / Т.И. Епишко [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – С. 120-136.

Поступила 21.02.2019 г.

УДК 639.3.034:535.21

Е.С. ГУК¹, Н.В. БАРУЛИН²

ВЛИЯНИЕ ХЛОРИСТОГО НАТРИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОИНКУБАЦИИ ИКРЫ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В УСТАНОВКЕ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*¹Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь*

*²Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Республика Беларусь*

В статье представлены результаты исследования влияние NaCl на среднюю длину, массу и выживаемость эмбрионов и личинок радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) при доинкубации в условиях рыбоводного промышленного комплекса (УЗВ). Установлено, что использование NaCl концентрацией 300 мг/л. при продолжительности воздействия 15 мин. и 30 мин. (ежедневно до перехода на экзогенное питание) обеспечивает достоверное увеличение относительного прироста на 84,3 и 15,5 % (в зависимости от экспозиции), средней длины – на 3,2 и 7,7 % (в зависимости от экспозиции), средней выживаемости – на 8,2 % и улучшение токсикологических параметров при анализе декадной выживаемости рыбопосадочного материала радужной форели. Применение данного способа повышения эффективности инкубационного процесса актуально для рыбоводных хозяйств, занимающихся воспроизводством радужной форели.

Ключевые слова: радужная форель, икра, рост, выживаемость, NaCl, солёность, инкубация.

E.S. GUK¹, N.V. BARULIN²

EFFECT OF SODIUM CHLORIDE ON HARDROE INCUBATION EFFICIENCY OF RAINBOW TROUT IN CLOSED WATER SUPPLY PLANT

¹Polesye State University, Pinsk, Belarus

²Belarusian State Agricultural Academy, Gorky, Belarus

The paper presents the results of study of NaCl effect on the average length, weight and survival of embryos and larvae of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) during incubation in

conditions of fish breeding industrial complex (UZV). It was determined that NaCl concentration of 300 mg/l with exposure time of 15 min and 30 min (daily prior to switching to exogenous nutrition) ensures significant increase of relative weight gain by 84.3 and 15.5 % (depending on the exposure), average length – by 3.2 and 7.7 % (depending on the exposure), average survival – by 8.2 % and improvement of toxicological parameters in during analysis of decade survival of fish seedling material of rainbow trout. This method of increasing the efficiency of incubation process is important for fish farms engaged in reproduction of rainbow trout.

Key words: rainbow trout, hardroe, growth, survival, NaCl, salinity, incubation

Введение. Государственной программой развития аграрного бизнеса на 2016-2020 годы в сфере рыбохозяйственной деятельности предусмотрено увеличение объёма производства ценных видов рыб до 1200 тонн, в том числе и радужной форели [1]. Для развития форелеводства в стране требуются инновационные методы в области воспроизводства и выращивания рыбопосадочного материала [2].

Большое количество эмбрионов на этапе инкубации икры погибает из-за грибковых и бактериальных инфекций, которые также влияют на процент выклева и существенно снижают жизнеспособность молоди после выклева. Всё это, естественно, вызывает значительные экономические потери в производственном цикле [3, 4]. В рыбоводстве сапролегниоз является одним из наиболее распространённых грибковых заболеваний, вызывающим смертность до 80-100 % эмбрионов [5]. Как только икринки погибли и побледнели, они становятся хорошим субстратом для дальнейшего грибкового роста [6, 7]. Икра также легко заражается повсеместно распространёнными в воде инкубаториев бактериями *Flavobacterium sp.*, *Aeromonas sp.* и *Vibrio sp.* [8, 9], которые также вызывают гибель эмбрионов и низкий уровень выклева.

Дезинфекция икры – один из важнейших этапов по обеспечению биобезопасности при её инкубации. Она играет определяющую роль в улучшении уровня выклева и обеспечении жизнеспособности молоди в последующем [10]. Определённое время для дезинфекции икры применяли малахитовый зелёный, это было достаточно эффективное средство. Однако при его использовании у рыб увеличивалось количество пороков развития, уродств. В результате, из-за подозрения в канцерогенности, использование малахитового зелёного в пищевом производстве рыбы запретили [11].

На данный момент по эффективности воздействия не найдено сопоставимое с малахитовым зелёным средство в борьбе с сапролегниозом. В качестве дезинфицирующих альтернатив рассматривалась борная кислота, бромпол, перекись водорода, морская вода, йодофор, озон, ультрафиолет, бактерии-антагонисты, перуксусная кислота, вакцины, глюкозы, эфирные масла (из-за фитонцидных свойств) [11]. Ряд учёных [11, 12, 13] установили, что поваренная соль перспективна в качестве безопасного и экономичного дезинфицирующего агента в

борьбе с микозами и бактериальными инфекциями в пресноводной аквакультуре и марикультуре и способна оказывать стимулирующее воздействие на сроки выклева. Применение соли в форелеводстве малоизучено, отсутствуют чёткие рекомендации по дозировке и протоколу обработки икры. После того, как в условиях *in vitro* нами были предварительно оценены эффекты NaCl [14, 15], на основании установленного стимулирующего влияния на анализируемые признаки для исследования в производственных условиях отобрана концентрация NaCl 300 мг/л.

Цель исследования – изучить влияние NaCl на среднюю длину, массу и выживаемость эмбрионов и личинок радужной форели при доинкубации в установке замкнутого водоснабжения.

Материалы и методика исследований. Объект исследования – эмбрионы радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) (икра на стадии «глазка») польского происхождения. Исследование проводилось на базе доинкубационного модуля рыбоводного промышленного комплекса УО «БГСХА». Обработка осуществлялась в виде проведения так называемых ванн. В лоток для доинкубации, где находились эмбрионы, набирался объём воды – 200 л, отключалась подпитка свежей воды, в данном объёме растворяли NaCl до необходимой концентрации. В это время поддерживался кислородный режим (с применением компрессоров), отток воды также перекрывался. Время экспозиции составляло 15 и 30 минут. Для каждого варианта опыта был выделен контрольный лоток, где создавались такие же условия, за исключением концентрации соли: там она составляла 0 мг/л. Ванны проводили до перевода личинок на экзогенное питание.

Значения параметров гидрохимического режима, температура, плотность посадки эмбрионов и прочие технологические факторы находились в пределах нормативных значений [16, 17].

В течение эксперимента каждые 5 дней регистрировали такие параметры как средняя масса, длина, средняя и декадная выживаемость [17-20].

Показатели длины получали в результате обработки фотоснимков свободных эмбрионов в программе ImageJ. Анализ полученных данных проводился в статистической среде R. Нормальность распределения данных подтверждена тестом Шапиро-Уилка. Проверка соблюдения условий однородности групповых дисперсий в выборках осуществлялась тестом Ливина. Для анализа различий между опытными группами использовался одномерный дисперсионный анализ – критерий Тьюки.

Анализ декадной выживаемости в исследуемых группах проводился с помощью функции GLM-модели. Моделирование выживаемости

проводилось в статистической среде R [17, 18].

Результаты эксперимента и их обсуждение. Динамика изменения **средней массы** личинок радужной форели в опытных группах на протяжении эксперимента изображена на рисунке 1.

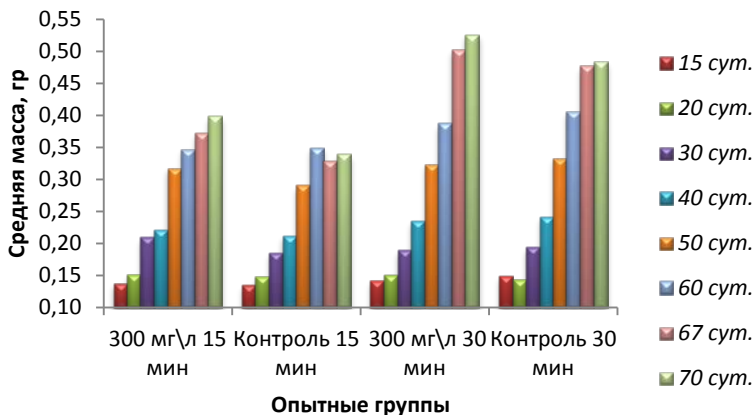


Рисунок 1. – Динамика изменения средней массы личинок радужной форели при различной экспозиции в растворе NaCl на этапе доинкубации в производственных условиях

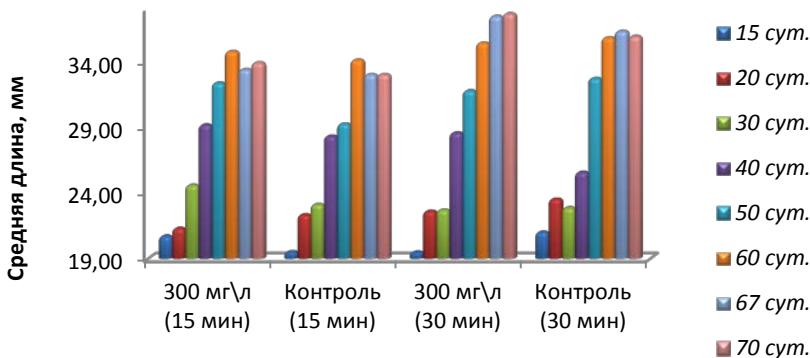
Примечание: в легенде указаны сутки после выклева.

На рисунке 1 видно, что средняя масса личинок, подвергшихся воздействию NaCl, несколько выше по сравнению с контрольными группами с соответствующим временем экспозиции. Также отмечено, что с переходом на экзогенное питание, различия в показателях роста между опытными и контрольными группами проявляются более чётко.

В среднем за весь экспериментальный период средняя масса личинок в опытных группах увеличилась в 3,5-5 раз в зависимости от группы. В опытных группах с использованием NaCl прирост массы был выше, чем в контрольных. Значения абсолютного прироста в опытных группах составили: в группе 300 мг/л 15 мин. – 0,30 г, в контроле (15 мин.) – 0,23 г, в группе 300 мг/л 30 мин. – 0,42 г, в контроле (30 мин.) – 0,39 гр.

Установлено, что при доинкубации радужной форели при использовании NaCl в концентрации 300 мг/л повышается средняя масса личинки. Разница в относительных приростах определена для времени экспозиции 300 мг/л NaCl 15 минут – на 84,3 % больше, чем в контроле, для экспозиции 30 минут – на 15,5 % больше, чем в контроле, что составило 0,07 и 0,04 г соответственно.

Динамика изменения **средней длины** на протяжении эксперимента изображена на рисунке 2.



Опытные группы

Рисунок 2 – Динамика изменения средней длины личинок радужной форели при различной экспозиции в растворе NaCl на этапе доинкубации в производственных условиях

Примечание: в легенде указаны сутки после выклева.

Как видно на рисунке 2, для изменения средней длины личинок характерна та же тенденция, что и для динамики средней массы личинки с применением NaCl. Различия между опытными группами по признаку средняя длина начинают проявляться уже на 12 сутки после выклева, а с переходом на экзогенное питание становятся ярче.

Средняя длина личинок за весь экспериментальный период увеличилась на 72,4-99,7 % в зависимости от опытной группы. При использовании NaCl со временем экспозиции 15 и 30 минут прирост длины был выше, чем в контрольных группах с соответствующим временем экспозиции. Значения абсолютного прироста средней длины в опытных группах составили: в группе 300 мг/л 15 мин. – 14,24 мм, в контроле (15 мин.) – 13,51 мм, в группе 300 мг/л 30 мин. – 18,79 мм, в контроле (30 мин.) – 17,21 мм.

Разница в относительных приростах составила: для времени экспозиции 15 минут – на 3,2 % больше, чем в контроле, для экспозиции 30 минут – на 7,7 % больше, чем в контроле. Таким образом, установлено, что при доинкубации радужной форели с использованием NaCl в концентрации 300 мг/л средняя длина личинки повышается при экспозиции 15 минут на 3,2 %, при экспозиции 30 минут – на 7,7 %, что составило 0,74 и 1,58 мм соответственно.

В таблице 1 представлены результаты статистической оценки сред-

ней массы и средней длины личинок радужной форели в завершении эксперимента на 70 сутки после выклева.

Таблица 1 – Средняя длина личинок радужной форели после доинкубации в растворе NaCl с различным временем экспозиции

Группа	Средняя масса, гр	Средняя длина, мм	Тест Шапиро-Уилка	Тест Ливина
300 мг/л 15 мин.	0,40±0,02***	33,96±3,24	p>0,05	p>0,05
Контроль 15 мин.	0,34±0,02	33,01±3,24		
300 мг/л 30 мин.	0,53±0,13	37,64±5,28*		
Контроль 30 мин.	0,49±0,05	35,92±4,45		

Примечание: различия с контрольной группы достоверны при уровнях значимости * - p=0,05, ** - p=0,01, *** - p=0,001.

Согласно данным, представленным в таблице 1, 15- и 30-минутные экспозиции в растворе NaCl концентрацией 300 мг/л оказывают стимулирующее влияние на темп роста личинок радужной форели. Максимальное значение средней массы личинки установлено для группы 300 мг/л 30 мин. и составило 0,53±0,13 г, что на 0,04 г больше, чем в контроле. Для группы 300 мг/л 15 мин. оно составило 0,40±0,02 г, что на 0,06 г больше, чем в контрольной группе. Различия достоверны для экспозиции 15 минут на уровне значимости p=0,001.

По значению средней длины личинки максимальным показателем отличается также группа 300 мг/л 30 мин., где средняя длина составила 37,64±5,28 мм, что на 1,72 мм больше, чем в контроле; также в группе 300 мг/л 15 мин. средняя длина личинки была выше, чем в контроле на 0,95 мм и составила 33,96±3,24 мм. Различия достоверны для экспозиции 30 минут на уровне значимости p=0,05.

При проведении исследований в условиях производства значения **средней выживаемости** в опытных группах составили: при экспозиции в 15 мин. – 82,5 %, при экспозиции в 30 мин. – 75,7 %, в контрольной – 73,4 %. Наблюдаемые различия статистически достоверны (p<0,001), т. е. использование NaCl достоверно повышает среднюю выживаемость на 8,2 % при экспозиции в 15 минут или на 2,3 % при экспозиции в 30 минут по сравнению с контрольной группой.

Для выбора лучшей обобщенной линейной (GLM) модели [17, 18] в среде R по значениям критерия Акаике (AIC-критерий) сопоставлены четыре возможных типа обобщённых линейных моделей. Минимальное значение AIC-критерий позволило выделить наиболее адекватную модель (таблица 2).

Согласно представленным данным, переход к логарифмированию дозы привёл к объективно лучшим моделям, а использование логит-модели в данном случае оказалось лучше, чем пробит-модели.

Таблица 2 – Значения информационного критерия Акаике (AIC)

Пробит / ln (Дни)	Логит / ln (Дни)
2106,5	2082,3

Для изучения влияния каждой концентрации NaCl на выживаемость радужной форели построена логит-модель для каждой опытной группы. При анализе получены значения коэффициента индивидуальной регрессии, средней полулетальной дозы (LD_{50}), а также уравнения обобщённых линейных логит-моделей для каждого типа исследуемой концентрации, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Токсикологические параметры логит-моделей для каждого типа концентрации NaCl

Группа	Коэффициент наклона	Уравнение линейной логит-модели	Полулетальная доза (LD_{50})
Контроль /15 мин.	1,28	$\text{logit}(P) = -6,68 + 1,28 \ln(D)$	181,94
300 мг/л /15 мин.	1,29	$\text{logit}(P) = -5,75 + 1,29 \ln(D)$	315,37
300 мг/л /30 мин.	1,00	$\text{logit}(P) = -6,05 + 1,00 \ln(D)$	181,79
Контроль/30 мин.	1,16	$\text{logit}(P) = -6,51 + 1,16 \ln(D)$	153,81

Для статистического сравнения построенных моделей и дополнительной оценки их адекватности проведён статистический девианс (deviance) анализ, результаты которого представлены в таблице 4. Оценка параметров модели выполнена универсальным методом максимального правдоподобия (MLE, maximum likelihood estimation) [17, 18].

Таблица 4 – Результаты девианс статистики

№ модели	Остаток Df.	Остаток Девианс	Df	Девианс	p - критерий
1	26	1843,24	-	-	
2	20	558,36	6	1284,9	$p < 0,001$

Статистическая оценка моделей по критерию хи-квадрат (p-критерий меньше 0,001) и сравнение разности девианса полученных моделей (логит-модели (модель № 2) и нуль-модели без предикторов (модель № 1)) на отличие от нуля говорит о том, что построенная модель статистически значима. Т. е. присутствие фактора NaCl в аппроксимируемой зависимости «доза-эффект» высоко значимо.

На рисунке 4 изображены построенные линейные зависимости доза-эффект гибели радужной форели в зависимости от логарифма дней

в условиях экспресс-теста физиологических нагрузок (голодание) для различных концентраций NaCl.

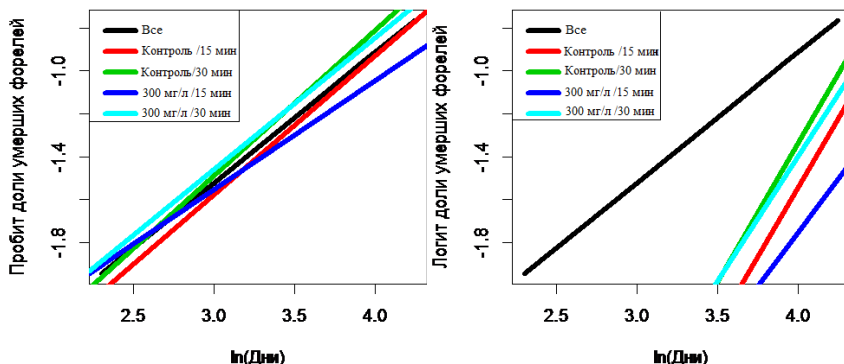


Рисунок 4 – Линейные зависимости доза-эффекта гибели личинок радужной форели in vitro от логарифма дней отсутствия корма для различных концентраций NaCl

В результате моделирования получаются линейные зависимости, отражающие регрессионные модели с учётом коэффициента наклона. Значения коэффициента наклона отражают скорость нарастания эффекта в исследуемых группах [17, 18]. Во всех исследуемых группах значения коэффициента наклона были примерно на одном уровне, максимальное значение отмечено в группе 300 мг/л /15 мин. и составило 1,29. Также значение средней полуметальной дозы (LD50) в этой группе было гораздо выше, чем в остальных и составило 315,37. Согласно девианс статистике данные различия достоверны.

Закключение. Таким образом, исходя из полученных данных, применение NaCl концентрацией 300 мг/л на этапе доинкубации радужной форели достоверно стимулирует увеличение средней и декадной выживаемости.

В производственных условиях при доинкубации радужной форели с использованием NaCl в концентрации 300 мг/л средняя масса личинки повышается на 84,3 % (экспозиция 15 мин.) и на 15,5 % (экспозиция 30 мин.), что составляет 0,07 и 0,04 г соответственно. Средняя длина личинки увеличивается при экспозиции 15 минут на 3,2 %, при экспозиции 30 минут – на 7,7 %, что составляет 0,74 и 1,58 мм соответственно. Отмечено повышение средней выживаемости на 8,2 % при экспозиции в 15 минут и на 2,3 % при экспозиции в 30 минут по срав-

нению с контрольной группой.

Применение данного способа повышения эффективности инкубационного процесса актуально как для полносистемных хозяйств, так и для рыбоводных индустриальных комплексов, занимающихся разведением радужной форели.

Литература

1. Государственная программа развития рыбохозяйственной деятельности на 2016-2020 годы / М-во сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2016. – 102 с.

2. Барулин, Н. В. Системный подход к технологии регулирования воспроизводства объектов аквакультуры в рыбоводных индустриальных комплексах / Н. В. Барулин // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сэрыя аграрных навук. – 2015. – № 3. – С. 107-111.

3. Soft-egg disease in landlocked fall Chinook salmon eggs: possible causes and therapeutic treatments / M. E. Barnes [et al.] // North American Journal of Aquaculture – 2003. – Vol. 65 – P. 126-133.

4. Efficacy of hydrogen peroxide versus formalin treatments to control mortality associated with saprolegniasis on lake trout eggs / J. J. Rach [et al.] // North American Journal of Aquaculture. – 2005. – Vol. 67 – P. 148-154.

5. Козлов, В. И. Справочник фермера-рыбовода / В. И. Козлов. – Москва : Издательство ВНИРО, 1998. – 342 с.

6. Freshwater fungi isolated from eggs and broodstocks with an emphasis on Saprolegnia in rainbow trout farms in west Iran / F. Fadaeifard [et al.] // African Journal of Microbiology Research. – 2011. – Vol. 4. – P. 3647-3651.

7. Thoen, E. Pathogenicity of Saprolegnia spp. To Atlantic salmon, *Salmo salar* L., eggs / E. Thoen, O. Evensen, I. Skaar // Journal of Fish Diseases. – 2011. – Vol. 34. – P. 601-608.

8. Madsen, L. Flavobacterium psychrophilum in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) hatcheries: studies on broodstock eggs, fry and environment / L. Madsen, J. D. Moller, I. Dalsgaard // Journal of Fish Diseases. – 2005. – Vol. 28. – P. 39-47.

9. Effect of Flavobacterium columnare inoculation, antibiotic treatments, and resident bacteria on rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* eyed egg survival and external membrane structure / M. E. Barnes [et al.] // Journal of Fish Biology. – 2009. – Vol. 74. – P. 576-590.

10. Effect of chemical disinfectant (formalin) on hatching of eggs of African Catfish (*Clarias gariepinus*), survival and growth performance of fry / T. A. Yisa [et al.] // International Journal of Current Microbiology and Applied Science. – 2014. – Vol. 3. – P. 1133-1138.

11. Recent advances in the mitigation of Saprolegnia infections in freshwater fish and their eggs / E. Shimaa [et al.] // Basic Science, Technological Advances and Educational Programs / ed. A. Mendez-Vilas. – Formatex, 2015. – P. 691-697.

12. Sodium chloride as effective antifungal treatment for artificial egg incubation in *Austroptamobius pallipes* / T. Polcar [et al.] // Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. – 2011. – Vol. 401. – P. 1-13.

13. Bart, A. N. Effects of incubation water hardness and salinity on egg hatch and fry survival of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) / A. N. Bart, B. Prasad, D. P. Thakur // Aquaculture Research. – 2013. – Vol. 44. – P. 1085-1092.

14. Куделич, А. Э. Влияние растворов соли на темпы выклева и развитие радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) / А. Э. Куделич, Е. С. Гук // Научный потенциал молодежи – будущему молодежи : сборник статей по материалам XI международной молодежной научно-практической конференции, Пинск, 7 апреля 2017 г. – Пинск, 2017. – С. 312-314.

15. Куделич, А. Э. Оценка индивидуальной выживаемости личинок радужной форели на этапе доинкубации с применением NaCl в условиях in vitro / А. Э. Куделич, Е. С. Гук // Научный потенциал молодежи – будущему молодежи : сб. ст. по материалам XII

междунар. молодежной науч.-практ. конф., 6 апр. 2018 г. – Пинск, 2018. – С. 256-258.

16. Рекомендации по выращиванию рыбопосадочного материала радужной форели в рыбоводных промышленных комплексах (с временными нормативами) / Н. В. Барулин [и др.]. – Горки : БГСХА, 2016. – 179 с.

17. Лиман, М. С. Влияние температуры воды на эффективность оптического излучения при воздействии на эмбрионы радужной форели в условиях *in vitro*. / М. С. Лиман, Н. В. Барулин // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. ст. по материалам XX Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 19, 11 мая 2017 г. – Гродно : ГГАУ, 2017. – С. 207-209.

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

19. Barulin, N. Survival of embryos and larvae of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) under influence of optical radiation at various temperature regimes / N. Barulin, M. Liman, V. Plavskii // Acta Biol. Univ. Daugavp. – 2017. – Vol. 17(1). – P. 19-28.

20. Лиман, М. С. Влияние оптического излучения низкой интенсивности на эмбрионы и личинки радужной форели / М. С. Лиман, Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский // Учёные записки Петрозаводского государственного университета. – 2018. – № 3(172). – С. 72-80.

Поступила 18.03.2019 г.

УДК 636.2.034:612.02

И.В. КИРИЛЛОВА, А.И. ГАНДЖА, Л.Л. ЛЕТКЕВИЧ,
В.П. СИМОНЕНКО, О.П. КУРАК, Н.В. ЖУРИНА,
М.А. КОВАЛЬЧУК, О.В. БУРАКОВА, Л.В. ГЛУЩЕНКО

ВЛИЯНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ СТИМУЛЯТОРОВ НА АКТИВАЦИЮ СПЕРМИЕВ БЫКА *IN VITRO*

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Установлено положительное влияние биостимуляторов (крезацин в дозе 3-6 мг/мл, рекомбинантный лактоферрин человека – 1-2 мг/мл и эпибрассинолид – 2×10^{-8} – 2×10^{-9} моль/л) на полноценное созревание спермиев быков-производителей *in vitro*. При введении в среду капациитации крезацина в указанной дозе общая подвижность спермиев увеличилась на 1,3 п.п. после их созревания и на 14,6 п.п. через 24 часа по сравнению с контрольной группой. Концентрация сперматозоидов с ППД повысилась на 0,9-5,2 п.п. соответственно. Аномалии развития спермиев снизились на 0,2-1 п.п. При введении рчЛФ в дозе 1-2 мг/мл ОП сперматозоидов увеличилась на 7,8 п.п., количество спермиев обладающих ППД увеличилось на 2,4 -5,1 п.п., аномалии развития хвостика, головки и средней части сперматозоида снизились во всех опытных группах относительно контроля до 1 п.п. С введением в среду 2×10^{-8} – 2×10^{-9} моль/л ЭПБ через 24 часа после капациитации количество подвижных спермиев увеличилось на 12,4 % по сравнению с контролем, в том числе количество спермиев ППД превышало контроль на 1,2 п.п. В данной опытной группе на обоих этапах исследований отсутствовали спермии с аномалиями головки и хвостика.

Ключевые слова: спермии, биостимуляторы, крезацин, рекомбинантный лактоферрин человека, эпибрассинолид, быки-производители.