

## ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО БИОФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПЕРМЫ ХРЯКОВ

Д. М. БОГДАНОВИЧ

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь, 222160

(Поступила в редакцию 13.03.2023)

*В статье приведены результаты исследований по разработке биотехнологических методов подготовки спермы в технологии искусственного осеменения свиней, позволяющие длительное время сохранить высокую биологическую полноценность и оплодотворяющую способность половых клеток. В результате проведенных исследований установлено, что двукратная комплексная биофизическая обработка с интервалом 5 минут с длительностью воздействия 90 секунд с определенными частотами: волны КВЧ (удельная мощность потока 0,5–1 мВт/см<sup>2</sup>, 53 ГГц – 1 линия поглощения кислорода, 150 ГГц – 1 линия поглощения монооксида азота), магнитные волны (24 мТс) и ИК-лазер (импульсный режим с тактовой частотой 10 кГц) сводит к минимуму снижение подвижности спермиев в процессе хранения до 50 % (разница с контролем составляет 10 п.п.), увеличивает целостность мембран клеток спермиев на 7 %. Комплексное биофизическое воздействие с определенными частотами: волны КВЧ (удельная мощность потока 0,5–1 мВт/см<sup>2</sup>, 53 ГГц – 1 линия поглощения кислорода, 150 ГГц – 1 линия поглощения монооксида азота), магнитные волны (8 и 24 мТс) и ИК-лазер (импульсный режим с тактовой частотой 10 кГц) двукратно с интервалом 5 мин. и длительностью воздействия 90 секунд достоверно способствует повышению оплодотворяемости на 20 п.п. в сравнении с контролем и 10–20 п.п. в сравнении с аналогами из других опытных групп, общего числа родившихся поросят на 10 и 1,5–8,0 %, живых – на 11,0 и 5,0–9,0 % в сравнении с свиноматками из контрольной и остальных опытных групп, соответственно.*

**Ключевые слова:** хряки, сперма, поддерживающая среда, обработка, качество спермы.

*The article presents the results of research on the development of biotechnological methods for preparing sperm in the technology of artificial insemination of pigs, allowing for a long time to maintain a high biological usefulness and fertilizing ability of germ cells. As a result of the studies, it was found that a double complex biophysical treatment with an interval of 5 minutes with a duration of exposure of 90 seconds with certain frequencies: EHF waves (specific flow power 0.5–1 mW / cm<sup>2</sup>, 53 GHz – 1 oxygen absorption line, 150 GHz - 1 nitrogen monoxide absorption line), magnetic waves (24 mTs) and IR laser (pulsed mode with a clock frequency of 10 kHz) minimize the decrease in sperm motility during storage to 50 % (the difference with the control is 10 p.p.), increases the integrity of sperm cell membranes by 7 %. Complex biophysical impact with certain frequencies: EHF waves (specific flow power 0.5–1 mW / cm<sup>2</sup>, 53 GHz – 1 oxygen absorption line, 150 GHz – 1 nitrogen monoxide absorption line), magnetic waves (8 and 24 mTs) and IR laser (pulsed mode with a clock frequency of 10 kHz) twice with an interval of 5 minutes and an exposure duration of 90 seconds significantly increases fertility by*

20 p.p. in comparison with the control and 10–20 p.p. in comparison with analogues from other experimental groups, the total number of born piglets – by 10 and 1.5–8.0 %, live piglets – by 11.0 and 5.0–9.0 % in comparison with sows from the control and other experimental groups respectively.

**Key words:** boars, semen, supporting medium, processing, semen quality.

**Введение.** Биотехнология искусственного осеменения имеет важное значение в условиях интенсивного развития животноводства. В этом отношении результаты искусственного осеменения – оплодотворяемость маток во многом зависят от качества применяемой спермы [1–4]. Получение от высококлассных производителей максимального количества полноценной спермопродукции позволяет снизить затраты технологии искусственного осеменения, шире использовать улучшателей и тем самым повысить эффективность ведения отрасли в целом [5–7]. Поэтому в последнее время все больший интерес у исследователей вызывают различные методы стимуляции половой функции производителей с целью улучшения качественных и количественных показателей спермы и ее оплодотворяющей способности [8]. В их числе стимуляция препаратами стероидной природы, а также гормонами, повышение воспроизводительной функции производителей путем изменения режимов содержания [9] и кормления, использование биостимуляторов, биологически активных веществ, витаминов и минералов, применение электростимуляторов, воздействие ультразвуком и др. на биологически активные точки [10–12].

Цель исследований – разработать биотехнологические методы подготовки спермы в технологии искусственного осеменения свиней, позволяющие длительное время сохранить высокую биологическую полноценность и оплодотворяющую способность половых клеток.

**Основная часть.** Разработка методики приготовления поддерживающей среды (далее – ПС) при центрифугировании эякулята на основе применения БАВ осуществлялась по следующей схеме (табл. 1 и 2).

Таблица 1. Состав поддерживающей среды

Группа	Состав поддерживающей среды
Контрольная	не добавлялась
1 опытная	100 мл ГХЦС-среды + 0,1 г крезацин + 0,3 г BSA
2 опытная	100 мл ГХЦС-среды + 0,2 крезацин + 0,3 г BSA
3 опытная	100 мл ГХЦС-среды + 0,3 г крезацин + 0,3 г BSA
4 опытная	100 мл ГХЦС-среды + 0,1 г крезацин + 0,6 г BSA
5 опытная	100 мл ГХЦС-среды + 0,2 крезацин + 0,6 г BSA
6 опытная	100 мл ГХЦС-среды + 0,3 г крезацин + 0,6 г BSA
7 опытная	100 мл ГХЦС-среды + 0,1 г крезацин + 1,0 г BSA
8 опытная	100 мл ГХЦС-среды + 0,2 крезацин + 1,0 г BSA
9 опытная	100 мл ГХЦС-среды + 0,3 г крезацин + 1,0 г BSA

Таблица 2. Состав поддерживающей среды

Группа	Состав поддерживающей среды
Контрольная	не добавлялась
1 опытная	100 мл дистиллированной воды + 0,1 г крезацин + 0,3 г BSA
2 опытная	100 мл дистиллированной воды +0,2 крезацин+ 0,3 г BSA
3 опытная	100 мл дистиллированной воды +0,3 г крезацин + 0,3 г BSA
4 опытная	100 мл дистиллированной воды +0,1 г крезацин + 0,6 г BSA
5 опытная	100 мл дистиллированной воды +0,2 крезацин+ 0,6 г BSA
6 опытная	100 мл дистиллированной воды +0,3 г крезацин + 0,6 г BSA
7 опытная	100 мл дистиллированной воды +0,1 г крезацин + 1,0 г BSA
8 опытная	100 мл дистиллированной воды +0,2 крезацин+ 1,0 г BSA
9 опытная	100 мл дистиллированной воды +0,3 г крезацин + 1,0 г BSA

В начале опытов проведены сравнительные исследования, во время которых свежеполученные неразбавленные эякуляты разделялись на 10 равных частей и разбавлялись согласно схемы 1 перед (первый опыт) и после (второй опыт) центрифугированием. Центрифугирование проводилось в конических пробирках Eppendorff в течение 5 мин. при 1500 об/мин. По окончании, готовый центрифугат выдерживался в течение 1 часа при комнатной температуре и затем разбавлялся стандартной ГХЦС-средой до нужной концентрации спермиев (3 млн/мл).

В дальнейшем проведены сравнительные исследования, во время которых свежеполученные неразбавленные эякуляты разделялись на 10 равных частей и разбавлялись согласно схемы 2. Центрифугирование проводилось в конических пробирках Eppendorff в трех сравнительных режимах: в течение 5 мин. при 1500 об/мин., в течение 10 мин. при 1500 об/мин и в течение 3 мин. при 2000 об/мин. По окончании, готовый центрифугат разбавлялся ПС, выдерживался в течение 1 часа при комнатной температуре и затем разбавлялся стандартной ГХЦС-средой до нужной концентрации спермиев (3 млн/мл).

В период всех опытов оценка спермы проводилась в несколько этапов: 1 – свежеполученная, 2 – после центрифугирования, разбавления ПС и 1 часа хранения, 3 – разбавленная ГХЦС-средой и хранившаяся 24; 48 и 72 часа хранения при температуре 16–18 °С.

Для изучения оплодотворяющей способности спермы в зависимости от состава ПС и режимов центрифугирования было сформировано 3 группы свиноматок по 30 голов в каждой, которых осеменили спермой хряков, обработанной согласно разработанного метода.

Разработка методики проводилась с помощью экспериментального прибора, позволяющего за счет наличия излучателей магнитных, лазерных и КВЧ-волн осуществлять комплексное биофизическое воздействие с определенными частотами: волны КВЧ (удельная мощность

потока 0,5–1 мВт/см<sup>2</sup>, 53 ГГц – 1 линия поглощения кислорода, 150 ГГц – 1 линия поглощения монооксида азота), магнитные волны (8 и 24 мТс) и ИК-лазер (импульсный режим с тактовой частотой 10 кГц).

Результаты изучения подвижности спермы хряков-производителей при разных вариантах обработки отражены в табл. 3.

Таблица 3. Динамика двигательной активности половых гамет хряков-производителей при разных вариантах биофизического воздействия

Группа	Количество эякулятов	Подвижность, баллы	
		время хранения, часы	
		1	24
Контроль	22	6,6±0,14	5,5±0,11
1 опытная	22	7,2±0,16**	6,5±0,16***
2 опытная	22	7,2±0,13**	6,4±0,17***
3 опытная	22	7,5±0,11***	7,0±0,14***

Примечание – Здесь и далее \* – P<0,05, 0,02; \*\* – P<0,01; \*\*\* – P<0,001.

Установлено, что однократное применение комплексного биофизического воздействия (крайне высокочастотное излучение совместно с магнитным полем и лазерным излучением (удельная мощность потока 0,5–1 мВт/см<sup>2</sup>, 53 ГГц – 1 линия поглощения кислорода, 150 ГГц – 1 линия поглощения монооксида азота), магнитные волны (8 и 24 мТс) и ИК-лазер (импульсный режим с тактовой частотой 10 кГц) позволило получить более высокие результаты двигательной активности половых гамет хряков спустя 24 часа хранения разбавленных эякулятов: разница с контрольной группой составила 1,5 балла, с остальными опытными группами – 0,5–0,6 балла.

В результате анализа данных табл. 4 можно отметить увеличение осмотического давления в течение 24 часов хранения в эякулятах контрольной группы на 7 %.

Таблица 4. Взаимосвязь осмотического давления и различных вариантов биофизического воздействия

Группа	Количество эякулятов	Осмотическое давление, мОсм/л	
		время хранения,	
		1	2
Контроль	22	306,0±0,85	328,0±0,96
1 опытная	22	312,0±0,96***	314,0±0,85
2 опытная	22	305,0±0,84	310,0±0,86
3 опытная	22	309,0±0,78*	312,0±0,95

В пробах опытных групп изучаемый показатель находился на сравнительно одинаковом уровне 310 мОсм/л, что может свидетельствовать о положительном воздействии биофизической обработки на гомеостаз среды в спермиях.

Биофизическая стимуляция спермы хряков оказывает положительное влияние на двигательную активность половых клеток (табл. 5).

Таблица 5. Динамика двигательной активности половых гамет хряков-производителей при комплексном биофизическом воздействии

Группа	Количество эякулятов	Подвижность при хранении, балл			
		1 ч	24 ч	48 ч	72 ч
Контроль	40	6,6±0,23	5,9±0,30	4,6±0,30	2,7±0,29
1 опытная	40	6,0±0,24	5,2±0,32	5,0±0,39	2,6±0,28
2 опытная	40	5,8±0,28*	5,5±0,24	4,7±0,26	3,3±0,27
3 опытная	40	5,9±0,13*	5,3±0,16	5,0±0,31	2,9±0,26
4 опытная	40	6,3±0,10	6,0±0,21	5,4±0,21*	3,3±0,25
5 опытная	40	6,8±0,11	6,6±0,18	5,5±0,28*	3,4±0,24

Так, после 24 часов хранения подвижность находилась на уровне 5,2–5,5 баллов в первой, второй и третьей опытных группах, 6,0 и 6,6 балла – в четвертой и пятой, соответственно. В контроле отмечено 5,9 балла.

Спустя 48 часов хранения минимальное значение указанного показателя выявлено в контрольной группе – 4,6 балла, максимальное – в пятой опытной группе (5,5 балла).

При 72 часах хранения минимальное значение двигательной активности спермиев также отмечено в контрольной группе – 2,7 балла, максимальное – в пятой опытной группе (3,4 балла). За этот период, отмечено снижение значения в контроле на 60 %, а в опытных группах – на 57; 56; 49; 48 и 50 % соответственно.

Исследованиями установлено, что схема воздействия, применяемая в 1 и 2 опытных группах, не оказала влияния на целостность мембран гамет (снижение сохранности на 28 и 10 % соответственно), в эякулятах 3 опытной группы позволила замедлить процесс деструкции, а в 4 и 5 опытной группах – на 6,9 и 7,1 % соответственно повысить степень целостности мембран клеток спермиев.

Анализируя опытные данные, можно отметить увеличение осмотического давления в течение 72 часов хранения во всех группах. В то же время, минимальная дельта значений выявлена в эякулятах 5 опытной группы, что может свидетельствовать о положительном воздействии на гомеостаз среды в спермиях.

В результате опыта выявлены изменения двигательной активности и целостности цитоплазматических мембран половых гамет при комплексном биофизическом воздействии на биоматериал хряков-производителей. Установлено, что двукратное с интервалом 5 мин. с

длительностью воздействия 90 секунд комплексное биофизическое воздействие с определенными частотами: волны КВЧ (удельная мощность потока 0,5–1 мВт/см<sup>2</sup>, 53 ГГц – 1 линия поглощения кислорода, 150 ГГц – 1 линия поглощения монооксида азота), магнитные волны (8 и 24 мТс) и ИК-лазер (импульсный режим с тактовой частотой 10 кГц) позволяет минимизировать снижение подвижности спермиев в течение хранения до 50 (разница с контролем составляет 10 п.п.), повысить степень целостности мембран клеток спермиев на 7 %, сократить разницу осмотического давления до 30 мОсм/л.

Проведя анализ полученных данных можно отметить, что в контрольной и 1 опытной группах оплодотворяемость составила 70 %, общее число поросят – 11,1–11,3 гол., живых – 10,6–10,8 голов (табл. 6).

Установлено увеличение показателей репродукции во 2–4 опытных группах: оплодотворяемость повысилась на 5–10 %, общее число поросят – на 0,3–0,7 гол., живых – на 0,4–1,2 гол. соответственно.

У животных 5 опытной группы установлены наибольшие значения изучаемых показателей: оплодотворяемость возросла до 90 %, многоплодие – до 12,2 и 11,8 гол. соответственно.

Таблица 6. Оплодотворяющая способность половых гамет при комплексном биофизическом воздействии на сперму хряков-производителей

Группа	Свиноматки, гол.		Оплодотворяемость, %	Многоплодие, гол.	
	покрыто	опоросилось		всего	живых
Контроль	20	14	70	11,1±0,27	10,6±0,20
1 опытная	20	14	70	11,3±0,24	10,8±0,21
2 опытная	20	15	75	11,6±0,29	11,2±0,17*
3 опытная	20	16	80	11,2±0,19	10,8±0,20
4 опытная	20	16	80	12,0±0,20*	11,2±0,15*
5 опытная	20	18	90	12,2±0,17**	11,8±0,13***

**Заключение.** Двукратное с интервалом 5 мин. с длительностью воздействия 90 секунд комплексное биофизическое воздействие с определенными частотами: волны КВЧ (удельная мощность потока 0,5–1 мВт/см<sup>2</sup>, 53 ГГц – 1 линия поглощения кислорода, 150 ГГц – 1 линия поглощения монооксида азота), магнитные волны (24 мТс) и ИК-лазер (импульсный режим с тактовой частотой 10 кГц) позволяет минимизировать снижение подвижности спермиев в течение хранения до 50 % (разница с контролем составляет 10 п.п.), повысить степень целостности мембран клеток спермиев на 7 %, сократить разницу осмотического давления до 30 мОсм/л. Отмечено, что использование метода

интенсификации двигательной активности и укрепления морфологической целостности спермиев путем комплексного биофизического воздействия на биоматериал хряков-производителей достоверно способствует повышению оплодотворяемости на 20 п.п в сравнении с контролем и 10–20 п.п. в сравнении с аналогами из других опытных групп, общего числа родившихся поросят на 10 и 1,5–8,0 %, живых – на 11,0 и 5,0–9,0 % в сравнении со свиноматками из контрольной и остальных опытных групп, соответственно.

#### *ЛИТЕРАТУРА*

1. Рекомендации по созданию эффективно сочетающихся заводских линий на основе методов классической и маркер-зависимой селекции в белорусской крупной белой породе свиней / Шейко И. П., Лобан Н. А., Василюк О. Я., Пищелка Е. В., Коско И. С., Василенко И. А., Среда Е. С., Алешкевич Т. А. // для специалистов сельского хозяйства, аспирантов, магистрантов и студентов зоотехнического и биологического профилей / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Национальная академия наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2022.

2. Серяков, И. С. Репродуктивные качества свиноматок белорусской крупной белой породы при скрещивании с хряками породы ландрас и дюрок / И. С. Серяков, В. В. Скобелев // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2019. – № 22-1. – С. 20–25.

3. Серяков, И. С. Влияние продолжительности супоросности на репродуктивные качества свиноматок / И. С. Серяков, Н. В. Подскребкин // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2018. – № 21-2. – С. 289–297.

4. Серяков, И. С. Репродуктивные качества свиноматок белорусской крупной белой породы и ландрас при скрещивании с хряками мясных пород / Серяков И. С., Цикунова О. Г., Скобелев В. В., Чайко Л. П. // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2017. – № 1. – С. 26–29.

5. Суббот, О. И. Влияние разных сочетаний санирующих препаратов в разбавителе на качественные показатели спермы хряков-производителей / О. И. Суббот // В сборнике: Социально-экономические и экологические аспекты развития Прикаспийского региона. Материалы Междунар. научно-практической конференции. – 2019. – С. 243–246.

6. Суббот, О. И. Зависимость качественных показателей спермы хряков от состава разбавителя / О. И. Суббот // В сборнике: Инновационное развитие аграрно-пищевых технологий. Материалы Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией И. Ф. Горлова. – 2020. – С. 73–77.

7. Технология применения биостимуляторов нового поколения для повышения репродуктивных качеств различных половозрастных групп свиней: мет. рек. / Д. М. Богданович, А. И. Будевич, О. И. Гливанская; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2016. – 11 с.

8. Суббот, О. И. Зависимость качества спермы хряков от состава разбавителя / О. И. Суббот // В сборнике: научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса. Сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В. П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. – Солоное Займище, 2021. – С. 1510–1514.

9. An endocrinological study of the influence of spring and autumn photoperiods on puberty in boars: World Conf. Chronobiol and Chronother., Ferrara, Sept. 6 – 10, 1995 / Andersson H., Forsberg M. // *Biol. Rhythm Res.* – 1995. – 26, №4. – S. 361 – 362.

10. Суббот, О. И. Влияние разных сочетаний saniрующих препаратов в разбавителе на качественные показатели спермы хряков-производителей / О. И. Суббот // В сборнике: Аспекты животноводства и производства продуктов питания. материалы международной научно-практической конференции, посвященной 110-й годовщине со дня рождения П. Е. Ладана. – 2018. – С. 156–162.

11. Гливанская, О. И. Влияние saniрующих препаратов широкого спектра действия на подвижность спермы хряков-производителей / О. И. Гливанская // Зоотехническая наука Беларуси. – 2016. – Т. 51. – № 1. – С. 43–47.

12. Суббот, О. И. Повышение половой активности хряков-производителей / О. И. Суббот // В сборнике: Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение. Сборник научных трудов международной научно-практической студенческой конференции. – 2020. – С. 259–263.