

С.Н. ПАЙТЕРОВ, Д.М. БОГДАНОВИЧ, С.А. САПСАЛЁВ,
Ю.К. КИРИКОВИЧ, О.В. ПАЙТЕРОВА

**ВЛИЯНИЕ КВАНТОВ СВЕТА СИНЕГО И КРАСНОГО
ВИДИМОГО СПЕКТРА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ЭМБРИОТРАНСПЛАНТАЦИИ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

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

Проблема обеспечения нормального проявления воспроизводительной функции у животных актуальна. Одним из путей её решения является использование квантовой фотостимуляции, которая способствует улучшению клеточного иммунитета организма: отмечается рост продуктивности, нормализация функции органов репродуктивного тракта, протекание спермато- и овогенеза, повышается качество и количество половых гамет самца и самки, морфологический состав и приживляемость эмбрионов. В статье представлены материалы исследований, целью которых было изучить влияние квантов света синего и красного видимого спектра на эффективность эмбриотрансплантации крупного рогатого скота. Установлено, что воздействие квантов света синего и красного видимого спектра на коров-доноров вызывает в организме обработанных животных активизацию процессов овогенеза и повышает качество полученного эмбриоматериала, что способствует увеличению сохранности заморожено-оттаянных зародышей на 11,1 п. п., приживляемости свежеполученных и деконсервированных эмбрионов соответственно на 2,8 и 12,5 п. п.

Ключевые слова: корова-донор, овогенез, эмбрионы, приживляемость, кванты света.

S.N. PAITSERAU, D.M. BOGDANOVICH, S.A. SAPSALIOU,
U.K. KIRIKOVICH, O.V. PAITSERAVA

**INFLUENCE OF LIGHT QUANTA OF BLUE AND RED VISIBLE
SPECTRUM ON THE EFFICIENCY OF EMBRYO TRANSFER
IN CATTLE**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Ensuring the normal manifestation of reproductive function in animals is an urgent problem. One of the ways of its solution is the use of quantum photostimulation, which contributes to the improvement of cellular immunity of the organism, resulting

in increased productivity, normalization of the function of reproductive tract organs, spermatogenesis and oogenesis, increase in the quality and quantity of sexual gametes of male and female, improved morphological composition and survival rate of embryos. The article contains the materials of research, the purpose of which was to study the influence of light quanta of blue and red visible spectrum on the efficiency of embryo transfer in cattle. It has been established that exposure of donor cows to light quanta of blue and red visible spectrum causes activation of oogenesis processes in the organism of exposed animals and improves the embryo material obtained, increasing the viability of frozen-thawed embryos by 11.1 p.p., and the survival rate of freshly obtained and depreserved embryos by 2.8 and 12.5 p. p.p., respectively.

Keywords: donor cow, oogenesis, embryos, survival, light quanta.

Введение. Исследованиями, выполненными в последние годы, доказана перспективность использования лазерно-оптических, биофизических технологий для повышения важнейших свойств спермиев и эмбрионов. Эффекты фотобиомодуляции зарегистрированы при облучении спермы различного видового происхождения: млекопитающих (человека, хряка, лошади, быка, барана, кролика, собаки, мыши, птиц и гидробионтов (рыб) [1]. Преобразование функциональных характеристик спермиев и ответных репродуктивных реакций самок отмечается как при воздействии когерентного лазерного излучения, так и узкополосным и широкополосным излучением светодиодных источников, широкополосным белым или узкополосным светом ламп.

Стимулирующий эффект квантовой фототерапии основан на применении видимой синей и (или) красной областей спектра. Синее излучение избирательно поглощается молекулами пиридиновых нуклеотидов гематопарфирина. Последующая активация дыхательной цепи способствует усилению гликолиза и липолиза в клетках и ускоряет процессы фотодеструкции билирубина до веществ, легко выводимых из организма и не оказывающих нейротоксического действия. Кроме того, оно понижает возбудимость нервных проводников. Синее излучение показано к применению при заболеваниях центральной и периферической нервной системы, нарушениях пигментного обмена у новорождённых (гипербилирубинемия, гематопорфирия), заболеваниях ЛОР органов, кожи, хроническом вирусном гепатите. Синий свет возвращает в порядок сверхактивные, ускользающие и воспалительные процессы. Синий свет по своему действию является противоположным красному.

Проблема обеспечения нормального проявления воспроизводительной функции у животных актуальна и имеет несколько путей решения [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Широкое применение фармакологических препаратов, содержащих в своём составе антибиотики, гормональные, нейротропные и другие биологически активные вещества, приводит к их

кумуляции в организме, нарушению гормонального статуса и наиболее негативному явлению – бесплодию у животных. Как следствие, полученные от животных продукты питания содержат в себе остатки этих веществ, что является одной из причин появления реакции иммунной системы на отдельные медикаменты (аллергическая реакция).

Для поддержания жизнедеятельности всей биологической системы в организме животных на клеточном уровне происходит большое количество сложных физических, химических и структурных процессов. Для этого необходима энергия, которая поступает не только с питательными веществами кормов, но и при взаимодействии клеток с окружающей средой (свет, длина волны света, различные излучения и т. д.). Чувствительность к световой энергии является одной из основных характеристик или свойств живого организма. Ряд фактов, полученных в результате продолжительных исследований, неопровержимо свидетельствуют, что действие света оказывает мощное стимулирующее воздействие на активность тканевых ферментов, биосинтез белков, РНК и ДНК, в результате чего ускоряется метаболизм в тканях, повышается проницаемость цитоплазматических мембран и интенсивность пролиферации клеток. Происходит активация транспортных процессов и процессов тканевого дыхания, активизация микроциркуляции крови. Как следствие, использование квантовой фотостимуляции в лечебных целях способствует улучшению клеточного иммунитета организма: отмечается рост продуктивности, нормализация функции органов репродуктивного тракта, протекание спермато- и овогенеза, повышается качество и количество половых гамет самца и самки, морфологический состав и приживляемость эмбрионов [10]. Поэтому исследования в направлении улучшения качественных и количественных показателей спермо- и эмбриопродукции сельскохозяйственных животных с использованием фотостимуляции являются актуальными и перспективными.

Материал и методика исследований. Исследования проводились в СПК «Агрокомбинат Снов» Несвижского, ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области и лаборатории воспроизводства, трансплантации эмбрионов и трансгенеза животных РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». В качестве доноров эмбрионов использовались клинически здоровые коровы голштинской породы молочного скота отечественной селекции в возрасте от 3 до 6 лет, живой массой 600 кг и более. Биофизическая обработка животных осуществлялась прибором АКФМ, позволяющим за счёт комбинации излучателей осуществлять биофизическое воздействие с определёнными частотами.

С целью изучения влияния фотобиомодуляции на количественный

выход и морфологический состав зародышей крупного рогатого скота было сформировано 2 группы животных – опытная и контрольная по 7 голов в каждой на 9-11 дни полового цикла. Животные контрольной группы воздействию квантов света синего и красного видимого спектра не подвергались. Для обработки животных опытной группы излучатели располагались на высоте 3 м, время обработки – по 30 мин. каждые 3 часа в утреннее, дневное и вечернее время (на основании ранее проведённых исследований) в течение 4 дней согласно схеме гормональных обработок.

Для вызывания суперовуляции коровам-донорам инъецировали гонадотропный препарат PLUSET (Франция) в дозе 250 М.Е. ФСГ с 250 М.Е. ЛГ в сочетании с простагландином эстрофан в дозе 750 мкг. Гонадотропин инъецировали на 9-11 день полового цикла в течение 4 дней дважды с интервалом между обработками 12 часов при наличии хорошо выраженного жёлтого тела. Контроль охоты проводили дважды в день (утром и вечером) на прогулке животных по наличию рефлекса неподвижности.

Осеменяли коров-доноров заморожено-оттаянной спермой ректоцервикальным способом дважды с интервалом 10-12 часов, используя сперму с активностью не ниже 4 баллов согласно методическим рекомендациям РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» [11].

Результаты эксперимента и их обсуждение. Результаты исследований по влиянию фотобиомодуляции на количественный выход и морфологический состав зародышей крупного рогатого скота представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Влияние квантов света синего и красного видимого света на показатели суперовуляции и эмбриопродукции коров-доноров

Показатель	Контроль	Опыт
Обработано коров, гол.	7	7
Положительных по извлечению доноров, гол./%	5/71,4	6/85,7
Реакция суперовуляции, желтых тел	7,20±0,45	8,50±0,43*
В среднем на донора извлечено эмбрионов, всего	5,80±0,31	6,83±0,39
в т. ч. пригодных к использованию	3,60±0,26	4,0 ± 0,23
непригодных к использованию	2,20±0,48	2,83±0,38
из них: дегенерированных и отставших в развитии	1,20±0,35	1,71±0,33
неоплодотворенных яйцеклеток	1,00±0,33	1,12±0,29
Оплодотворяемость, %	82,8	83,6

Примечание: здесь и далее * - P<0,05

Анализ представленных данных свидетельствует о

целесообразности воздействия квантами света синего и красного видимого спектра при гормональной обработке коров-доноров ввиду превосходства животных опытной группы над контрольной по числу овуляций (8,50 против 7,20, $p \leq 0,05$), а также по количеству пригодных зародышей в среднем на донора (4,0 против 3,6).

Таблица 2 – Морфологическая и качественная характеристика полученных зародышей

Показатель	Контроль	Опыт
Количество доноров, гол.	5	6
Получено эмбрионов пригодных к использованию	18	24
Качественная характеристика эмбрионов		
Отличные, п/%	7/38,9	12/50,0
Хорошие, п/%	7/38,9	8/33,3
Удовлетворительные, п/%	4/22,2	4/16,7
Морфологическая оценка зародышей		
Бластоциста поздняя, п/%	6/33,3	11/28,2
Бластоциста ранняя, п/%	7/38,9	9/23,1
Морула поздняя, п/%	5/27,8	12/30,8

Данные таблицы 2 указывают на положительное влияние фотобиомодуляции на выход эмбрионов, пригодных к трансплантации. В опытной группе клеток отличного и хорошего качества было на 5,5 п. п. больше, чем в контроле. При этом зародышей удовлетворительного качества получено на 5,5 п. п. меньше. Результаты исследований доказывают необходимость использования квантов света синего и красного видимого спектра совместно с гормональной обработкой коров-доноров при вызывании у них множественной овуляции. Данная биофизическая обработка не оказала отрицательного воздействия на качественные и морфологические показатели эмбриогенеза.

Результаты сохранности заморожено-оттаянных зародышей, полученных от коров-доноров, подвергавшихся воздействию квантов красного и синего света при вызывании суперовуляции представлены в таблице 3.

Полученные данные оттаивания эмбриоматериала свидетельствуют о положительном влиянии фотостимуляции на коров-доноров при вызывании у них суперовуляции. Пригодными к пересадке, в среднем, оказались 100,0 % эмбрионов опытной группы. В контроле данный показатель был на 11,1 п.п. ниже. Снижение сохранности произошло в группе поздних морул за счёт выбраковки непригодного к трансплантации зародыша.

Таблица 3 – Влияние фотостимуляции на сохранность заморожено-оттаянных эмбрионов

Показатели	Группы зародышей							
	контрольная				опытная			
	МО-II	BL-I	BL-II	Всего	МО-II	BL-I	BL-II	Всего
Заморожено зародышей, n	3	3	3	9	4	4	4	12
Оттаяно зародышей, n	3	3	3	9	4	4	4	12
Пригодных к пересадке, n	2	3	3	8	4	4	4	11
Сохранность эмбрионов, %	66,6	100,0	100,0	88,9±11,05	100,0	100,0	100,0	100,0

Одним из основных способов оценки качества зародышей после оттаивания в контрольной и опытной группах является их морфологическая оценка, результаты которой представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительная оценка качества заморожено-оттаянных эмбрионов

Стадия развития эмбрионов	Качество эмбрионов	Количество эмбрионов, n/%			
		контроль		опыт	
		до заморозки	после оттаивания	до заморозки	после оттаивания
1	2	3	4	5	6
МО-II	Отличное	2/66,7	1/33,3	3/55,6	2/57,1
	Хорошее	1/33,3	0	1/44,4	2/14,3
	Удовлетворительное	–	1/33,3	–	0
	Неудовлетворительное	–	1/33,4	–	0
	Пригодных к пересадке	3/100,0	2/66,6	4/100,0	4/100,0
BL-I	Отличное	2/66,7	1/33,1	2/50,0	2/50,0
	Хорошее	1/33,3	1/33,3	2/50,0	2/50,0
	Удовлетворительное	–	1/33,4	–	0
	Неудовлетворительное	–	0	–	0
	Пригодных к пересадке	3/100,0	3/100,0	4/100	4/100,0

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
BL-II	Отличное	2/66,7	1/33,3	3/75,0	1/66,7
	Хорошее	1/33,3	1/33,3	1/25,0	3/16,7
	Удовлетворительное	–	1/33,4	–	0
	Неудовлетворительное	–	0	–	0
	Пригодных к пересадке	3/100	3/100,0	4/100	4/100
Всего эмбрионов, пригодных к пересадке, n/%		9/100	8/88,9	12/100	12/100
Средний балл		4,67±0,29	3,78±0,36	4,67±0,20	4,42±0,15*
Снижение качества, балл			0,89		0,25

Так, на стадии развития поздней морулы в контрольной группе были признаны непригодными к пересадке 33,3 % зародышей, в опытной группе выбраковки по причине гибели эмбрионов установлено не было. На стадии ранней и поздней бластоцисты у эмбрионов подопытных групп также не выявлено существенных изменений в качественном составе. Общее количество пригодных к пересадке эмбрионов в контрольной группе составило 88,9 %, в опытной – 100,0 %, качество эмбриоматериала снизилось на 0,89 и 0,25 балла соответственно.

Таким образом, воздействие квантов красного и синего света при вызывании суперовуляции у коров-доноров оказывает положительное влияние на регенерационную активность полученных от них зародышей перед замораживанием и их последующую сохранность после оттаивания. Проведённые исследования характеризуются высокой сохранностью и морфологической оценкой заморожено-оттаянного эмбриоматериала.

Результаты исследований по определению влияния квантовой фотостимуляции синего и красного видимого спектра на приживляемость зародышей крупного рогатого скота при эмбриотрансплантации представлены в таблице 5.

Средний показатель частоты наступления стельности у реципиентов после пересадки им свежеполученных эмбрионов опытной группы на 2,8 п. п. превосходил аналогичный уровень её в контроле (58,3 против 55,5 %), причём значительное повышение приживляемости (16,7 п. п.) наблюдалось у зародышей опытной группы, находящихся на стадии ранней морулы – 66,7 % против 50,0 % в контрольной группе.

Таблица 5 – Влияние фотостимуляции коров-доноров на приживляемость свежеполученных и заморожено-оттаянных зародышей, полученных от них

Показатели	Контрольная группа				Опытная группа				
	Стадия развития			Всего	Стадия развития			Всего	
	МО- II	BL-I	BL-II		МО- II	BL-I	BL-II		
Количество пересадок свежеполученных эмбрионов, n	2	4	3	9	3	4	5	12	
Приживляемость	n	1	2	2	5	2	2	3	7
	%	50,0	50,0	66,7	55,5	66,7	50,0	60,0	58,3
Количество пересадок заморожено-оттаянных эмбрионов, n	2	3	3	8	4	4	4	12	
Приживляемость	n	0	1	2	3	2	2	2	6
	%	0	33,3	66,6	37,5	50,0	50,0	50,0	50,0

Уровень приживляемости заморожено-оттаянного эмбриоматериала в контрольной группе был в среднем на 12,5 п. п. меньше по сравнению с опытной – 37,5 и 50,0 % соответственно. При этом не отмечено достоверности в частоте наступления стельности после пересадки зародышей испытуемых групп. Можно заключить, что фотостимуляция коров-доноров квантами синего и красного видимого спектра при вызывании у них множественной овуляции позволяет повысить приживляемость свежеполученных и заморожено-оттаянных зародышей крупного рогатого скота в среднем на 2,8 и 12,5 п. п. соответственно.

Заключение. Использование квантов света синего и красного видимого спектра по 30 мин. каждые 3 часа в утреннее, дневное и вечернее время с расстояния в 3 метра на коров является оптимальным: в организме обработанных животных повышается активизация процессов оогенеза, выразившаяся в увеличении на 1,3 ($P < 0,05$) жёлтых тел, 1,03 эмбриона в среднем на донора и 0,4 эмбриона, пригодных к использованию; повышается качество полученного эмбриоматериала, что способствует увеличению сохранности заморожено-оттаянных зародышей на 11,1 п. п., приживляемости свежеполученных и деконсервированных эмбрионов соответственно на 2,8 и 12,5 п. п.

Литература

1. Dzuik, P. J. Occurrence, control and induction of ovulation in pigs, sheep and cows / P. J. Dzuik // Handbook of physiology, endocrinology. – Washington, 1993. – P. 151-157.
2. Хюн, У. Научно-технические рекомендации по технологии воспроизведения свиней / У. Хюн, И. Кенинг. – Думмерсторф, 1982. – 51 с.

3. Основные причины эмбриональной смертности и современные средства по увеличению многоплодия маток / В. П. Хлопицкий [и др.] // Свиноводство. – 2009. – № 4. – С. 51-54.

4. Валушкин, К. Д. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных : учебник / К. Д. Валушкин, Г. Ф. Медведев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Ураджай, 2001. – 869 с.

5. Пат. 2239389 RU, С2 МПК А 61 D 19/02. Способ санации спермы хряков-производителей / Филатов А. В., Конопельцев И. Г., Черных Е. В. ; заявитель и патентообладатель : Вятская государственная сельскохозяйственная академия. – № 2002113592/13 ; заявл. 24.05.2002 ; опубл. 10.11.2004, Бюл. № 31. – 5 с.

6. Применение медицинского озона в акушерстве, гинекологии и неонатологии. – Москва, 2006. – 27 с. – Режим доступа: <https://www.medozone.ru/materials/method/method7.pdf>.

7. Филатов, А. В. Научные основы и практические методы применения озона и БАВ для повышения воспроизводительной способности свиноматок и хряков-производителей : автореф. дис. ... д-ра вет. наук / Филатов А.В. – Саратов, 2005. – 38 с.

8. Primate recombinant zona pel-lucida protein expressed in Escherichia coli bind to spermatozoa / G. K. Gahlay [et al.] // J. Reprod. Immunol. – 2002. – Vol. 53. – P. 67-77. DOI: 10.1016/s0165-0378(01)00083-3.

9. Сравнительная характеристика методов подготовки спермиев к программе искусственной инсеминации / В. А. Питыко [и др.] // Жіночій лікар. – 2007. – № 4. – С. 30.

10. Получение и подготовка сперматозоидов для искусственного оплодотворения // Jofo.me [Электрон. ресурс]. – 2007-2024. – Режим доступа: <https://beremennost.jofo.me/462957.html>. – Дата доступа: 10-02-2015

11. Биотехнология активизации процессов размножения крупного рогатого скота : (методические рекомендации) / А. И. Будевич [и др.]. - Жодино, 2010. - 14 с.

Поступила 15.03.2024 г.

УДК 636.2.082.4:591.564

О.В. ПАЙТЕРОВА¹, А.И. БУДЕВИЧ¹, Ю.К. КИРИКОВИЧ¹,
Н.Ф. ЖУК²

СОХРАННОСТЬ И ПРИЖИВЛЯЕМОСТЬ ЗАМОРОЖЕННО-ОТТАЯННЫХ ЭМБРИОНОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ L-КАРНИТИНА В СОСТАВЕ СРЕДЫ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗАРОДЫШЕЙ

¹*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

²*Брестплемпредприятие, г. Брест, Республика Беларусь*

Одним из важнейших этапов практического применения трансплантации эмбрионов является возможность длительного сохранения зародышей вне организма в глубокозамороженном состоянии с целью их наиболее эффективного