

ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ СЫВОРОТКИ КРОВИ И ЩЕТИНЫ ПОРОСЯТ

Петухов В.Л., Себежко О.И., Короткевич О.С.

ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет»,
г. Новосибирск, Российская Федерация

В статье приводятся данные научных исследований, посвященных экологическим аспектам влияния низкоинтенсивного лазерного излучения на биохимические показатели минерального обмена в сыворотке крови и щетине поросят раннего возраста. Установлено, что при трёхкратном воздействии лазерного излучения инфракрасного спектра действия с длиной волны 0,89 мкм низких терапевтических интенсивностей на биологически активные точки срединного меридиана поросят в сыворотке крови животных происходит повышение уровня фосфора, а в щетине снижается содержание кальция. Выявлены различные по величине и направлению корреляции между концентрацией химических элементов в щетине, которые имеют одинаковую направленность, как в опытной, так и в контрольной группе.

The present article studies the results of research devoted to ecological aspects of the influence of low-intensity laser radiation on biochemical indicators in serum of mineral metabolism and pigs bristles at an early age. It is ascertained that when the single effect of infrared spectrum of laser light with a wavelength of 0.89 mkm low therapeutic intensities on biologically active points of the median Meridian piglets in the serum of animals is increased levels of phosphorus and calcium decreases in bristle. Identified various in size and direction of the correlation between the concentration of chemical elements in bristle, which have the same direction, as in the experimental and control group.

Введение. В настоящее время одним из основных направлений в развитии животноводства является внедрение качественно новых, прогрессивных технологий. В связи с этим актуальны поиск и использование экологически и биотехнологически безопасных методов, позволяющих решать проблемы, связанные с повышением жизнеспособности, неспецифической резистентности и адаптационных возможностей организма животных, с диагностикой их состояния и лечением наиболее распространённых заболеваний. Для решения данных задач сегодня используются различные биофизические факторы.

Низкоэнергетическое лазерное излучение получило широкое распространение в различных областях биологических наук благодаря тому, что первичные фотобиологические реакции вызывают разнообразные биохимические и физиологические ответные реакции в организме.

По своим свойствам лазерное излучение относится к когерентному монохроматическому поляризованному электромагнитному излучению. Спектральная характеристика лазерного излучения, или длина его волны, является важнейшим показателем, обуславливающим биологический эффект на ткани и организм. Установлено, что фотобиологической активностью обладает свет в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра, основываясь на фотофизических и фотохимических реакциях. Первые способствуют нагреванию объектов до различной степени и распространению тепла в биотканях. В свою очередь фотохимические реакции обусловлены возбуждением электронов в атомах поглощающего свет вещества, что приводит к фотоионизации данного субстрата, его фотоокислению или восстановлению, фотодиссоциации молекул, в их перестройке – к фотоизомеризации либо непосредственному разрушению вещества – фотолизу.

На практике наиболее широкое распространение получили лазеры красного и инфракрасного спектра (ИК), широко отмечен их биостимулирующий эффект. Измеряя энергетические характеристики отражённого и прошедшего через различные ткани лазерного излучения, исследователи отмечают, что основным поглощающим компонентом при облучении биотканей лазерным излучением с длиной волны 0,89 мкм является кровь. Механизм действия ИК-лазерного излучения (0,8 – 1,4 мкм) определяется его малой энергией, неспособной вызвать выраженный фотохимический эффект.

Помимо теории поглощения лазерного излучения существует нейрорефлекторная теория, согласно которой лазерное излучение активизирует рецепторы кожи, связанные с нервными окончаниями афферентных нервов, по которым импульсы, возникающие при действии монохроматического красного света, активируют центральную нервную систему и способствуют проявлению рефлекторных реакций на разных уровнях нервной системы. Нейрорефлекторная теория легла в основу метода воздействия лазерного излучения на биологически активные точки – лазеропунктуры. Воздействие на точки акупунктуры монохроматическим когерентным излучением является наиболее целесообразным. Для лазерной стимуляции ВАТ используется как непрерывный, так и импульсный режим излучения с учётом того что плотность потока не должна превышать 20 мВт/см² на корпоральные точки.

В зоотехнии, ветеринарии вопрос о микроэлементах привлекает внимание многих специалистов. Это вызвано тем, что они входят в состав биологически активных веществ, ферментов, гормонов. Каждая ткань обладает специфичным составом элементов. В то же время все органы и ткани взаимосвязаны между собой, и изменение содержания какого-либо химического элемента в одном из органов, влечёт за собой перераспределение этого элемента во всём организме. Известно, что волос формируется за очень короткий промежуток времени, он может длительно сохраняться и характеризовать обменные процессы в организме за определённый период.

Материалы и методы. Объектом исследования были поросята скороспелой мясной породы в возрасте 3-х недель. Животные были разделены на опытную и контрольную группы. В опытной группе животные подвергались воздействию низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) с помощью

прибора «Мустанг 017» на БАТ контролирующего, или дорсального срединного канала поросят. Контролирующий канал начинается от конца хвоста, проходит по всему позвоночнику, затем идёт по срединной линии головы до точки, лежащей на верхней губе. Данный меридиан контролирует половину всех меридианов, при воздействии на его биологически активные точки нервные импульсы будут следовать от периферии к управляющим органам.

В исследовании были использованы две зоны контролирующего канала: дорсальная точка позади пятка и средняя область, захватывающая точки, расположенные между остистыми отростками шейных и грудных позвонков.

Во время первой процедуры использовали лазерное излучение с длиной волны 0,89 мкм, частотой 600 Гц, мощностью 5x10 мВт и экспозицией 32 секунды. При второй процедуре увеличивали время воздействия до 64 секунд, а другие параметры оставались без изменения. В третьей процедуре повышали мощность до 6x10 мВт при неизменной длине волны, экспозиции и частоте. Все процедуры проводились через день. Для облучения использовали излучатель МЛО1К.

До и после эксперимента у животных брали кровь из краниальной полой вены для биохимических исследований. Концентрацию кальция оценивали фотометрическим методом по конечной точке при длине волны 578 (550-590) нм, при помощи набора Кальций-СРС («BIOCON», Германия). Содержание неорганического фосфора определяли в сыворотке крови при помощи набора реактивов «Неорганический фосфат» («BIOCON», Германия). Щетину у поросят брали в области крестца и лопаток до и после эксперимента, упаковывая материал в бумажные пакеты. Перед исследованием пробы щетины массой 1 г тщательно мыли в нагретом до 48⁰ С растворе, содержащем 3 г хозяйственного мыла и 2 г кальцинированной соды в 1 л дистиллированной воды. Навески щетины промывали в петролейном эфире, после чего дважды промывали в обычной и дважды в дистиллированной воде. Образцы помещали в сушильный шкаф при температуре 70⁰ С. Высушенную щетину измельчали и исследовали на содержание десяти химических элементов (Ca, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Pb, Cd, Hg, Fe) на рентгеновском кристалл-дифракционном сканирующем спектрометре «Спектроскан – 1» в соответствии с «Программным комплексом для проведения количественного анализа «Квант – 20- WAT» в режиме «Анализ».

Полученные данные обработаны статистически с использованием программы FOXT «Формирование и анализ научных данных по биологии и селекции в животноводстве» (Дементьев В.Н.), Statistica фирмы Stat Soft (США), и Excel корпорации Microsoft. Тестирование соответствия имеющихся распределений нормальным проводили при помощи критерия Колмогорова-Смирнова. Достоверность разности между средними значениями оценивали с помощью критерия Стьюдента (t_d – критерий) и Фишера F (ф). Используются корреляционный, регрессионный и дисперсионный анализ для неравномерных комплексов. Определены коэффициенты внутриклассовой корреляции (r_w по Снедекору).

Результаты исследований. Высокая биологическая активность и физиологическая значимость многих макро- и микроэлементов и их сложных взаимоотношений при физиологических и при патологических состояниях предопределяет важность их комплексного исследования. Активное участие металлосодержащих соединений в обменных процессах организма указывает на важное значение и перспективность исследования роли микроэлементов в норме и при патологии.

При исследовании минерального состава отмечено повышенное содержание фосфора ($P < 0,01$) в сыворотке крови поросят опытной группы, что является стимулом для секреции паратиреоидного гормона окологитовидными железами и активации перехода кальция из костей в кровь (табл. 1).

Таблица 1 - Влияние лазерного излучения на минеральный состав сыворотки крови поросят

Показатель	Группа	$\bar{X} \pm s \bar{X}$	σ	C_v	Lim
Кальций, ммоль/л	Опытная	2,11 ± 0,13	0,57	26,8	1,13 — 3,02
	Контрольная	2,35 ± 0,08	0,66	28,1	0,55 — 5,33
Фосфор неорганический, ммоль/л	Опытная	15,45 ± 2,82**	12,90	83,5	0,01 — 44,47
	Контрольная	5,99 ± 1,06	5,33	88,9	0,01 — 42,12

Трёхкратное воздействие низкоинтенсивного лазерного излучения на контролирующий или дорсальный срединный меридиан поросят привело к снижению концентрации кальция ($P < 0,01$) в щетине животных опытной группы (табл.2). Это связано с компенсаторными перераспределительными механизмами. В сыворотке крови данных животных повышена концентрация фосфора, и для поддержания гомеостаза организма требуется кальций, поэтому меньшее его количество поступает в щетину животных. Многими авторами отмечено, что при низком уровне содержания кальция в экстрацеллюлярной жидкости увеличивается проницаемость мембран, в результате чего повышается возбудимость клеток в центральной и периферической нервной системе.

Многие исследователи указывают на то, что существует положительная корреляция уровня кальция в рационе и волосе. Следовательно, во время проведения эксперимента с трёхкратным использованием низкоинтенсивного лазерного излучения в рационе животных было недостаточно кальция. По остальным химическим элементам достоверных различий не наблюдалось. Но во многих случаях по показателям минерального состава щетины у поросят опытной группы прослеживается снижение коэффициента изменчивости, что характеризует нормализующий эффект воздействия лазерного излучения.

Таблица 2 - Влияние лазерного излучения на количественный состав химических элементов в щетине поросят, мг/кг

Показатель	Группа	$\bar{X} \pm s \bar{X}$	σ	C_v	Lim
Кальций $\times 10^{-2}$	Опытная	25,75 \pm 1,58**	5,90	22,9	15,60 — 32,98
	Контрольная	30,50 \pm 0,81	4,93	16,2	20,32 — 40,90
Марганец $\times 10^{-5}$	Опытная	49,07 \pm 15,1	46,44	94,64	1,00 — 204,00
	Контрольная	50,68 \pm 6,31	38,41	75,8	1,00 - 98
Цинк $\times 10^{-3}$	Опытная	13,41 \pm 0,42	1,57	11,7	9,78 — 15,56
	Контрольная	13,66 \pm 0,20	1,19	8,7	10,59 — 16,05
Медь	Опытная	8,13 \pm 0,14	0,54	6,7	7,46 — 9,45
	Контрольная	8,12 \pm 0,06	0,38	4,6	7,46 — 9,22
Никель $\times 10^{-2}$	Опытная	17,30 \pm 0,30	1,13	6,5	15,08 — 18,77
	Контрольная	17,35 \pm 0,35	2,10	12,1	12,60 — 22,03
Хром $\times 10^{-2}$	Опытная	70,13 \pm 4,73	17,72	15,3	50,93 — 121,40
	Контрольная	71,26 \pm 2,65	16,11	22,6	38,75 — 119,21
Свинец $\times 10^{-2}$	Опытная	21,84 \pm 0,24	0,91	4,2	20,50 — 23,83
	Контрольная	22,22 \pm 0,11	0,68	3,0	21,29 — 23,79
Кадмий $\times 10^{-2}$	Опытная	3,44 \pm 0,17	0,63	18,2	2,49 — 4,80
	Контрольная	3,44 \pm 0,07	0,42	12,3	2,59 — 4,46
Ртуть $\times 10^{-4}$	Опытная	45,89 \pm 1,85	6,92	15,1	35,80 — 59,10
	Контрольная	44,77 \pm 1,63	9,94	22,2	19,90 — 62,00
Железо $\times 10^{-4}$	Опытная	10,25 \pm 2,51	9,39	91,6	0,10 — 35,90
	Контрольная	8,54 \pm 1,60	8,47	99,18	0,10 — 46,00

По уровню содержания изученных химических элементов в щетине свиней их можно расположить в следующем порядке: $Cu > Cr > Ca > Zn > Pb > Ni > Cd > Hg > Fe > Mn$. Таким образом, использование стимулирующего воздействия лазерного излучения на поросят способствует нормализации гомеостаза организма. Кроме того, концентрация химических элементов в щетине животных, установленная в наших исследованиях, может служить в качестве нормы для поросят породы СМ-1 в условиях Западной Сибири.

Сравнивая связь между химическими элементами в щетине поросят контрольной группы, следует отметить отрицательную корреляцию ($P < 0,001$) между цинком и кадмием (табл.3). Из-за сходства химических свойств цинк и кадмий конкурируют при образовании комплексов с белками.

Таблица 3 - Корреляции и регрессии содержания химических элементов в щетине поросят контрольной группы

Коррелирующие признаки	$r \pm Sr$	$R (y/x)$	$A (x/y)$
Цинк - медь	-0,884 \pm 0,042***	-244,952	11,814
Цинк - кадмий	-0,862 \pm 0,046***	-2,374	0,070
Кальций - кадмий	-0,522 \pm 0,077*	-0,057	0,057
Кальций - медь	-0,513 \pm 0,077*	-5,630	10,353
Медь - железо	-0,253 \pm 0,087*	-0,002	0,016
Кадмий - железо	-0,246 \pm 0,087*	-0,160	0,008
Кадмий - ртуть	-0,223 \pm 0,088*	-0,032	0,006
Медь - ртуть	-0,204 \pm 0,088*	0,000	0,007
Никель - ртуть	-0,185 \pm 0,088*	-0,010	0,006
Кальций - ртуть	0,258 \pm 0,087*	0,004	0,003
Кальций - цинк	0,395 \pm 0,082*	0,016	0,008
Цинк - железо	0,639 \pm 0,069***	1,147	0,013
Марганец - хром	0,903 \pm 0,039***	386,717	0,470
Медь - кадмий	0,985 \pm 0,015***	0,010	-0,045

Ионы обоих металлов связываются с одними и теми же группами белков, конкурируя за одни и те же места связи в тиоловых группах. Однако кадмий образует более прочные связи и может вытеснить цинк из цинксодержащих белков, а цинк кадмий не вытесняет.

Интересно отметить, что такие же корреляции между цинком и кадмием, а также между цинком и медью наблюдаются после воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на организм поросят. В обеих группах имеется положительная связь между медью и кадмием ($P < 0,001$). Это, вероятно, связано с тем, что лазерное излучение, оказывая нормализующее и моделирующее действие, не изменяет основополагающие физиологические процессы жизнеобеспечения организма животных.

Таким образом, у животных как подопытной группы, так и контрольной отмечаются одинаковые корреляции и регрессии между химическими элементами.

Таблица 4 - Дисперсионный анализ силы влияния НИЛИ на биохимические показатели сыворотки крови поросят и минеральный состав щетины

Коррелирующие признаки	$r \pm Sr$	R (y/x)	A (x/y)
Цинк - медь	$-0,678 \pm 0,141^{***}$	-120,012	10,102
Цинк - кадмий	$-0,669 \pm 0,143^{***}$	-1,163	0,053
Свинец - кадмий	$-0,420 \pm 0,175^*$	-0,236	0,090
Медь - свинец	$-0,392 \pm 0,177$	-0,007	0,283
Свинец - железо	$0,379 \pm 0,178^*$	0,174	-0,037
Никель-ртуть	$0,411 \pm 0,175^*$	0,011	0,003
Никель-хром	$0,413 \pm 0,175^*$	1,612	0,383
Цинк - свинец	$0,461 \pm 0,171^*$	1,432	0,205
Марганец - хром	$0,577 \pm 0,157^*$	243,729	0,534
Цинк - железо	$0,862 \pm 0,097^{***}$	1,230	-0,015
Медь-кадмий	$0,986 \pm 0,032^{***}$	0,010	0,045

При проведении дисперсионного анализа было установлено, что наибольшая сила влияния НИЛИ на биохимические параметры при воздействии на срединный меридиан поросят сказывается на содержании неорганического фосфора в сыворотке крови (30,4 %). Сила влияния НИЛИ на содержание в щетине поросят цинка, меди, кадмия и ртути была не очень велика и колебалась в достаточно близком диапазоне в пределах 11,25 — 15,08 %.

Таблица 5 - Дисперсионный анализ силы влияния НИЛИ на некоторые биохимические показатели

Показатель	v_2	$R_w, \%$	F_ϕ	$F_{\text{таблич.}}$
Фосфор сыворотки крови	84	30,43	14,89	4,0 - 7,0 - 11,6
Цинк в щетине	117	14,92	8,69	3,9 - 6,9 - 11,6
Медь в щетине	117	12,14	7,06	3,9 - 6,9 - 11,6
Кадмий в щетине	117	15,08	8,79	3,9 - 6,9 - 11,6
Ртуть в щетине	117	11,25	6,56	3,9 - 6,9 - 11,6

Заключение. Живые организмы, находясь в динамическом равновесии со средой, постоянно выводят избыток поступающих химических элементов, а также депонируют их в костной ткани, коже и ее придатках - волосе и копытном роге. Волос может быть нам более информативным по отношению как к традиционным биосубстратам - кровь, моча, так и к тем, что используются сравнительно недавно - слеза, экспират, костная ткань, зубы и копыта. Это обусловлено высокой митотической активностью клеток влагаллица волосяного фолликула, которые уступают по пролиферации только стволовым клеткам гемопоэтической системы. Выходя за уровень кожных покровов, клетки волоса теряют влагу, сохраняя большинство метаболитов.

Проведённые исследования установили, что в щетине поросят после трёхкратного воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения в сыворотке крови животных происходит повышение уровня фосфора, а в щетине снижается содержание кальция, что можно объяснить использованием организмом компенсаторного механизма по возмещению недостающего элемента из депо в условиях потребности в кальции как внутриклеточном вторичном мессенджере-посреднике. Отрицательные средние корреляции между цинком и кадмием, между цинком и медью наблюдаются у всех животных. Наибольшая сила влияния низкоинтенсивного лазерного излучения установлена в отношении неорганического фосфора сыворотки крови поросят.

Ответ организма на лазерное воздействие прослеживается на разных уровнях: клеточных, тканевых, органных и в управляющих системах организма. Определённая длина волны, доза и интенсивность лазерного излучения влияют на его взаимодействие с биотканями, а адекватные изменения в нейрогуморальном звене являются итоговым результатом фотобиологического процесса, который развивается в организме по механизму срочной адаптации, обеспечивающему нормализацию гомеостаза.

Литература. 1. Козлов В.И. Лазеротерапия с применением АЛТ «Мустанг»/И.В. Козлов, А.В. Буйлиу//М.: Аспект Пресс, 1995. – 143 с. 2. Орёл Н.М., Пышко Е.С., Лисенкова А.М., Железнякова Т.А. Воздействие низкоинтенсивным лазерным излучением на область биологически активных точек для коррекции биохимических нарушений в печени крыс с экспериментальным внутрипеченочным холестазом // Лазеры. Измерения. Информация: Сб. науч. статей международной конф., Санкт-Петербурге, 5–7 июня 2011 г. / С.-Пб. Гос. политехн. ун-т. – С.-Пб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – С. 65-66. 3. Орёл Н.М., Лисенкова А.М., Пышко Е.С., Тюркина Е.П.. Биохимическая оценка состояния крыс с холестазом при сочетании действия лактоферрина и низкоинтенсивного лазерного излучения на биологически активные точки // Медэлектроника, 2012/ Средства медицинской электроники и новые медицинские технологии. Сб. науч. статей 7-й международной научно-технической конф., 13-14 декабря 2012 г. Минск : БГУРИР, 2012. – С. 27-29. 4. О.И. Себежко Гематологический статус скороспелой мясной и крупной белой пород свиней в начальный постнатальный период онтогенеза /О.И. Себежко, В.В. Гарт, В.Н. Дементьев // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 3. – С. 53-55. 5. Петухов В.Л. Содержание тяжелых металлов в мышцах судака (*Stizostedion Lucioperca*) / В.Л. Петухов, И.С. Миллер, О.С. Короткевич // Вестник НГАУ. – 2012. – № 2 (23), часть 2. – С.49-52. 6. Скальный А.В. Мониторинг и оценка риска воздействия свинца на человека и окружающую среду с использованием биосубстратов человека / А.В.Скальный, А.В.Есенин // Токсикологический вестник. - 1996. - №6 - С.16-23.

Статья передана в печать 17.07.2013

УДК 637.11

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВНЕДРЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДОИЛЬНЫХ ЗАЛОВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

Садовский М.Ф., Гончаров А.В., Таркановский И.Н., Брикет С.С.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

Республиканской программой развития молочной отрасли предусматривается строительство новых молочно-товарных комплексов и реконструкция действующих ферм. В статье приводится динамика внедрения и анализ эффективности использования доильных залов в сельскохозяйственных предприятиях Витебской области.

The republican program of the dairy brunch development provides building of new milk-farm complexes and reconstruction of the active farms. The article shows the dynamics of implementation and efficiency analysis of the usage of milking rooms in the agricultural enterprises of Vitebsk region.

Введение. На данном этапе развития сельскохозяйственного производства республики основными приоритетами являются реализация инновационных технологий производства основных видов продукции животноводства, повышение ее конкурентоспособности и наращивание экспорта. Республика Беларусь является продуктоизбыточной страной. В последние годы импорт сельхозпродукции постоянно возрастает. Так, с 2007 года импорт с 1 243,6 миллионов долларов возрос до 4 миллиардов, а в 2012 году достиг уровня пяти миллиардов. При этом преобладающей составляющей является производство молочной продукции.

В вопросах обеспечения качества и необходимого количества производства молока упор был сделан на беспривязное содержание дойного стада с доением на стационарных установках в доильных залах или в автоматизированных боксах.

При таких используемых способах появляется возможность максимально автоматизировать процессы, увеличить производительность труда, более полно выдерживать технологические операции при снижении нагрузки на операторов.

В то же время сельскохозяйственные производители при наличии возможностей для технической модернизации порой объективно не готовы в конкретных производственных условиях внедрять современное оборудование и показывать хорошие результаты. Зачастую можно наблюдать снижение удоев, увеличение числа заболеваний молочной железы, преждевременную выбраковку животных.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на основании фактических официальных материалов, представленных хозяйствами, в которых внедрена технология производства молока с беспривязным содержанием коров и доением в залах, и включали следующие этапы:

- аналитический анализ показателей динамики внедрения и эффективности работы доильных залов с применением новейших технологических средств для доения коров за период 2010–2012 гг.,
- оценка уровня производства и качества молока, производимого в хозяйствах при использовании наиболее распространенного доильного оборудования.

Результаты исследований. 1. Анализ динамики оснащения и освоения доильных залов в сельскохозяйственных предприятиях Витебской области. Проведенный анализ внедрения в хозяйствах Витебской области технологий производства молока при беспривязном содержании животных, выполненный в 2011 году, показал, что самым интенсивным периодом явились 2008 и 2009 годы. С начала внедрения указанных технологий (2003–2004 гг.) оснащение ферм шло достаточно медленно – по 4–5 доильных залов за год. Постановление правительства о строительстве в 2008 г. в каждом из 118 районов республики не менее чем по одной молочно-товарной ферме с беспривязным содержанием коров резко изменило динамику. В 2008 и 2009 годах в хозяйствах Витебской области были введены 32