

## РЕГУЛЯЦИЯ ЭКЗОГЕННЫМ МЕЛАТОНИНОМ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ МЛЕКОПИТАЮЩИХ – ВИДОВЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

В. А. Илюха<sup>1, 2</sup>, Л. Б. Узенбаева<sup>1</sup>, И. А. Виноградова<sup>2</sup>, С. Лапински<sup>3</sup>, Е. А. Хижкин<sup>1</sup>, С. Н. Сергина<sup>1</sup>, И. В. Баишникова<sup>1</sup>, Т. Н. Ильина<sup>1</sup>, М. Лис<sup>3</sup>, П. Недбала<sup>3</sup>, И. И. Окулова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Институт биологии Карельского научного центра Российской академии наук

<sup>2</sup>Петрозаводский государственный университет <sup>3</sup>Краковский

сельскохозяйственный университет <sup>4</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт охотничьего хозяйства и звероводства им. проф. Б. М. Житкова

Петрозаводск, Краков (Польша), Киров

*ilyukha@bio.krc.karelia.ru*

Проведен анализ межвидовых различий чувствительности различных физиологических систем млекопитающих к введению экзогенного мелатонина. Показана высокая устойчивость к имплантам мелатонина песца – вида, сформировавшегося в суровых арктических условиях – по сравнению с енотовидными собаками, лисицами и норками. Последние, наряду с крысами, более чувствительны к мелатонину, чем представители семейства Canidae. Обсуждаются вопросы возрастной и видовой чувствительности физиологических функций к измененным световым режимам и экзогенному мелатонину.

**Ключевые слова:** экзогенный мелатонин, световые режимы, антиоксидантная система, энергообеспечение, лейкоциты крови, песец, енотовидная собака, лисица, норка, крысы.

## REGULATION BY EXOGENOUS MELATONIN OF PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS OF MAMMALS – SPECIES AND ECOLOGICAL SPECIFICITY

V. Ilyukha<sup>1, 2</sup>, L. Uzenbaeva<sup>1</sup>, I. Vinogradova<sup>2</sup>, S. Lapinski<sup>3</sup>, E. Khizhkin<sup>1</sup>, S. Sergina<sup>1</sup>, I. Baishnikova<sup>1</sup>, T. Ilyina<sup>1</sup>, M. Lis<sup>3</sup>, P. Niedbala<sup>3</sup>, I. Okulova<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Institute of Biology of Karelian Research Centre of the Russian Academy of

Sciences <sup>2</sup> Petrozavodsk State University <sup>3</sup> Agricultural University of Krakow <sup>4</sup> Prof.

B.M. Zhitkov Russian Research Institute of Game Management and Fur Farming of the Russian Academy of Agricultural Sciences

Petrozavodsk, Krakow (Poland), Kirov

The analysis of interspecies differences of sensitivity to exogenous melatonin of mammal's different physiological systems was made. The high resistance to melatonin implants of polar fox as a species formed in the Arctic conditions in comparison with raccoon dogs, foxes and minks was demonstrated. The minks as well as the rats are more sensitive to melatonin than the members of the Canidae family. The age- and species-dependent sensitivity of physiological traits to light conditions and exogenous melatonin was discussed.

**Key words:** exogenous melatonin, light regimes, antioxidant system, energy supply, blood leukocytes, polar fox, raccoon dog, silver fox, mink, rats.

Для млекопитающих, в том числе, и для человека, свет является экологическим факто-ром, влияющим на многие физиологические функции. У животных кодирование информа-ции о световом режиме осуществляется с помощью эпифизарного гормона – мелатонина. Интерес к изучению роли мелатонина в регуляции биологических процессов в последние годы усиливается, свидетельством чему являются опубликованные недавно обзоры и моно-графии по этой проблеме (Анисимов, 2008, Раппопорт, 2012, Luchetti et al., 2010, Reiter et al., 2014, Reiter, Tan, Galano, 2014, Tan et al., 2010, 2012, Tsang, Barclay, Oster, 2013, Wood, Loudon, 2014). Мелатонин широко известен как гормон, включенный в циркадную ритмику животных и процессы жизнедеятельности. Гормон пинеальной железы мелатонин (N-ацетил-5-метокситриптамин) принято называть таймер-гормоном, поскольку в продолжи-тельности и амплитуде его секреции «закодирована» информация о длине светового дня, что позволяет ему играть одну из главных ролей в регуляции большинства суточных и се-зонных адаптаций в организме млекопитающих (Martin, Weil, Nelson, 2008, Mustonen, 2003). Наряду с этим, эффекты мелатонина в периферических тканях характеризуются широкой функциональной плейотропией (Luchetti et al., 2010).

У всех изученных на сегодняшний день видов, секреция мелатонина шишковидной желе-зой выше ночью, чем в течение дня, но есть существенные видоспецифические различия в самом характере секреции – у некоторых млекопитающих отмечается лишь относительно краткосрочный всплеск секреции, в то время как у других повышенная секреция мелатонина может продолжаться почти на всем протяжении периода темноты. Снижение амплитуды сек-реции у пожилых является одновременно признаком и причиной возраст-ассоциированных расстройств. Как у человека, так и у животных помимо суточного существует и сезонный ритм пинеальной секреции мелатонина, поэтому в зимнее время удлинение темной фазы фотопе-риода сопровождается усилением синтеза гормона, уровень которого в организме увеличи-вается по сравнению с летним периодом (Simonpeaux, Ribelayga, 2003).

Мелатонин, синтезируемый пинеальной железой, имеет важное значение в фотоперио-дическом контроле биологических ритмов, а также регуляции полового созревания, адап-тивных реакций и иммунного ответа (Esquifino, Pandi-Perumal, Cardinali, 2004, Guerrero, Reiter, 2002, Maestroni, 2001, Maestroni, Conti, 1993, Maestroni, Conti, Pierpaoli, 1988, Nelson, Drazen, 2000). Существует мнение, что, возможно, участвуя в координации репродуктивных, иммунных функций и физиологических процессов, мелатонин является кандидатом на роль сезонного медиатора при патологии (Bilbo, Drazen, Quan et al., 2002b).

Большинство исследований по влиянию мелатонина на различные физиологические функции выполнены на человеке или лабораторных животных, которые в результате дли-тельного (в течение многих поколений)

выращивания в условиях неволи утратили многие физиолого-биохимические особенности, характерные для их диких предковых видов. Исследование адаптивных механизмов эволюционно сформировавшихся в различных экологических условиях у животных, позднее введенных в зоокультуру и не утративших черт своих диких предков, позволяет более полно охарактеризовать роль мелатонина в физиологических адаптациях. Использование имплантов мелатонина широко распространено в практике пушного звероводства для смещения сроков линьки животных и ускорения созревания их зимнего меха. Эффект показан, в частности, на лисицах (Forsberg et al., 1990), песцах (Smith et al., 1987), куницеобразных, в том числе и норках (Rose et al., 1984).

Целью данного исследования являлся сравнительно-видовой анализ влияния имплантата мелатонина (мелакрил) на физиолого-биохимические показатели (состояние ферментативного и неферментативного звеньев антиоксидантной системы, системы энергообеспечения, пищеварительной и иммунной систем) и заболеваемость четырех видов млекопитающих (песец *Alopex lagopus* L., лисица *Vulpes vulpes* L., енотовидная собака *Nyctereutes procyonoides*, американская норка *Mustela vison* Schr.), различающихся по экологическим особенностям, выращиваемых в различающихся по фотопериоду условиях, а также влияние длительного введения экзогенного мелатонина на различные показатели у крыс, содержащихся при измененных световых режимах. Исследовалась чувствительность к данному воздействию молодых и половозрелых животных. Введенные в зоокультуру пушные животные принадлежат к различным систематическим и экологическим группам. Даже систематически близкие животные различаются по особенностям своей экологии и условиям обитания. Темно-коричневая норка и серебристо-черная лисица являются типичными представителями умеренной зоны. Песец сформировался как вид в суровых Арктических условиях, а енотовидные собаки являются выходцами с Дальнего востока. Все виды хищных млекопитающих, которым был имплантирован препарат мелатонина (мелакрил), имели лучший аппетит, набирали больший вес, а зимний мех у них формировался значительно раньше, чем у контрольных животных. Влияние мелатонина на антиоксидантную систему и лейкоциты крови носило ярко выраженный видоспецифический характер и зависело от возраста животных. Максимальное количество изменений было зарегистрировано у норок и крыс, минимальное – у песца. Взрослые и старые животные были более чувствительны к экспериментальным воздействиям, по сравнению с молодыми. В нашем исследовании интенсификация ростовых и метаболических процессов в организме норок, обработанных имплантатом мелатонина, привела к значительным изменениям показателей функционирования АОС. Наиболее подверженными действию препарата оказались антиоксиданты сердечной мышцы, лёгких, печени и скелетной мышцы,

что, вероятно, обусловлено стимуляцией мелатонином углеводного и липидного обменов в связи с подготовкой организма животных к зимним условиям.

Обработка животных, как мелатонином, так и мелакрилом приводила к ювенилизации иммунной функции у взрослых и старых животных всех изученных видов за исключением песца у которого не отмечено ни возрастных изменений лейкоформулы, ни реакции на мелакрил. Влияние мелатонина более ярко проявлялось в условиях нарушенного фотопериода – постоянное освещение, естественный для условий северо-запада России световой режим.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для ведущих научных школ НШ-1410.2014.4, средств федерального бюджета на выполнение государственного задания (темы № 50.1, № г.р. 01201358732), программы «УМНИК-2013» и Программы стратегического развития ПетрГУ на 2012–2014 гг. с использованием оборудования центра коллективного пользования ИБ КарНЦ РАН.*