

УДК 061.62 : 636.93 : 591.1 (470.22)

## НАУЧНАЯ ШКОЛА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН – ОТ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ К ТЕОРЕТИЧЕСКИМ РАЗРАБОТКАМ

**В. А. Илюха<sup>1,2\*</sup>, Н. Н. Тютюнник<sup>1</sup>, С. Н. Калинина<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Институт биологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН» (ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910), \*ilyukha.62@mail.ru

<sup>2</sup> Петрозаводский государственный университет (пр. Ленина, 33, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910)

В статье рассмотрены основные этапы становления научной школы экологической физиологии животных Института биологии КарНЦ РАН, вклад различных ученых в ее развитие. Показаны специфика развития школы и основные научные достижения ее членов за полувековой период, рассмотрены современные направления исследований и перспективы развития школы. Формирование научной школы экологической физиологии животных связано с именем доктора ветеринарных наук, заслуженного деятеля науки КАССР и РСФСР, профессора В. А. Берестова, возглавившего в 1972 г. лабораторию физиологии пушных зверей. Изначально работа лаборатории носила прикладной характер для решения практических задач, стоящих перед звероводством. Второй этап развития научной школы связан с деятельностью Н. Н. Тютюнника. В 1987 году в связи с углублением и расширением исследований, направленных на изучение адаптаций животных к различным факторам среды, лаборатория физиологии пушных зверей была преобразована в лабораторию экологической физиологии животных. С 2008 г. заведующим лабораторией становится д. б. н. В. А. Илюха, а с 2017 г. – к. б. н. С. Н. Калинина. В настоящее время внимание сотрудников направлено на изучение физиологии млекопитающих, обитающих в природе, а также на проведение экспериментов с изучением влияния светового фактора в лабораторных условиях.

Ключевые слова: звероводство; пушные звери; экологическая физиология

Для цитирования: Илюха В. А., Тютюнник Н. Н., Калинина С. Н. Научная школа экологической физиологии животных Института биологии Карельского научного центра РАН – от практических задач к теоретическим разработкам // Труды Карельского научного центра РАН. 2023. № 3. С. 125–139. doi: 10.17076/eco1782

**V. A. Ilyukha<sup>1,2\*</sup>, N. N. Tyutyunnik<sup>1</sup>, S. N. Kalinina<sup>1,2</sup>, SCIENCE SCHOOL  
IN ANIMAL ECOLOGICAL PHYSIOLOGY AT THE INSTITUTE OF BIOLOGY  
OF THE KARELIAN RESEARCH CENTER RAS – FROM PRACTICAL TASKS  
TO THEORETICAL DEVELOPMENTS**

<sup>1</sup> *Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences  
(11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia), \*ilyukha.62@mail.ru*

<sup>2</sup> *Petrozavodsk State University (33 Lenin Ave., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia)*

The article discusses the main stages in the history of the science school in ecological physiology of animals at the Institute of Biology of the Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences and the contributions of individual scientists to its development. The specifics of its development and the main scientific achievements of members of the school over a half-century period are recounted. Current research areas and prospects for the future are considered. The emergence of the science school in ecological physiology of animals is associated with the name of Doctor of Veterinary Sciences, Honored Scientist, Professor V. A. Berestov, who in 1972 headed the Laboratory for Physiology of Fur Animals. Initially, it dealt with applied tasks related to problems in fur farming. The second stage in the history of the science school is associated with the work of N. N. Tyutyunnik. In 1987, as research was deepened and expanded to cover the adaptations of animals to various environmental factors, the Laboratory for Physiology of Fur Animals was transformed into the Laboratory for Animal Ecophysiology. Since 2008 the Laboratory was headed by V. A. Ilyukha, Dr. Sci. in Biology, and since 2017 by S. N. Kalinina, Cand. Sci. in Biology. Currently, the laboratory staff study the physiology of mammals living in the wild as well as conduct experiments to study the effects of the light factor in the laboratory.

Keywords: fur farming; fur animals; ecological physiology

For citation: Ilyukha V. A., Tyutyunnik N. N., Kalinina S. N. Science school in animal ecological physiology at the Institute of Biology of the Karelian Research Center RAS – from practical tasks to theoretical developments. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2023. No. 3. P. 125–139. doi: 10.17076/eco1782

## **Введение**

Возникновение и развитие научных школ происходит по-разному, но, как правило, оно связано с идеями, развиваемыми определенной личностью и подхваченными другими исследователями [Шноль, 2009], или с необходимостью создания новых знаний, обусловленной практическими задачами. При этом изначальный коллектив единомышленников перерастает в нечто большее, чем группа людей, занимающихся общей научной проблемой. Школа экологической физиологии животных Института биологии Карельского научного центра РАН, как и многие физиологические школы, развивавшиеся в медицинских и сельскохозяйственных НИИ [Ланге, 1978], возникла изначально для решения прикладных задач, связанных в развитии в республике пушного звероводства. Однако, несмотря на то что до сих пор живы те, кто участвовал в ее становлении на начальных этапах, имеются лишь фрагментарные сведения об истории ее становления и развития. Данная статья направлена на то, чтобы устранить указанный пробел.

## **История возникновения и начальный этап становления научной школы экологической физиологии животных**

Научная школа экологической физиологии животных является самой молодой в Институте биологии Карельского научного центра РАН. Ее формирование связано с именем доктора ветеринарных наук, заслуженного деятеля науки КАССР и РСФСР, профессора Вячеслава Алексеевича Берестова, благодаря активности которого в Институте биологии Карельского филиала АН СССР в 1972 г. создана лаборатория физиологии пушных зверей [Ильина, 2021]. В 1973 году на долевой основе финансирования был согласован проект строительства Научного опорного пункта лаборатории и его оснащения современным научным оборудованием на базе зверосовхоза «Кондопожский» (директор зверохозяйства В. М. Сычев). В дальнейшем, с целью укрепления научного сотрудничества и решения актуальных проблем в области звероводства, Карелзверопромом и Академией наук СССР в 1983 году совместно было построено 4-этажное здание, на одном

из этажей которого разместились лаборатории зоологии и физиологии пушных зверей (рис. 1).

Изначально работы носили прикладной характер, связанный с интенсивным развитием в Советском Союзе и КАССР звероводства и необходимостью решения практических задач, стоящих перед отраслью. Для восстановления экономики страны в послевоенный период нужна была валюта. Сейчас ее основным источником является добыча нефти и газа, а в тот период их заменяла пушнина. В середине 1960-х в систему Зверопрома входят 7 трестов («Дальзверопром» – 23 совхоза; «Карелзверопром» – 20; «Лензверопром» – 8; «Сахалинзверопром» – 7; «Калининградзверопром» – 6; «Калининзверопром» – 5; «Татзверопром» – 9 совхозов), Калмыцкое объединение – 3 совхоза, 32 совхоза прямого подчинения, 39 кролиководческих хозяйств, подчиненных одновременно региональным сельскохозяйственным органам, НИИ пушного звероводства и кролиководства с опытно-производственным хозяйством и Опытным проектно-конструкторским бюро. Зверосовхозы Российской Федерации заготавливают ежегодно 62–65 % от общего производства клеточной пушнины в стране.

Исследования лаборатории были направлены на решение теоретических и практических задач клеточного пушного звероводства. Актуальность этих исследований заключалась в необходимости разработки целой систе-

мы слежения за физиологическим состоянием животных и поиска средств направленного воздействия на организм для коррекции нарушенного метаболизма, предотвращения и своевременного устранения неблагополучия на зверофермах, стимуляции роста и развития, повышения продуктивности пушных зверей.

В этот период сложились и основные направления исследований, некоторые из них развивались и в последующие годы:

- исследование особенностей и направленности ряда ферментативных реакций у пушных зверей на уровне сывороточных ферментов, органов и тканей [Берестов, Кожевникова, 1981; Осташкова, 1984; Унжаков, 1997];
- изучение лейкоцитов крови и костного мозга у норок различных генотипов в постнатальном онтогенезе [Узенбаева, 1980; Берестов, Узенбаева, 1983];
- исследование активности ферментов пищеварительного тракта [Олейник, 1985, 1997];
- оценка содержания витаминов [Ильина, 1997];
- изучение уровня гормонов эндокринной функции гонад и щитовидной железы в онтогенезе и на разных этапах репродуктивного цикла [Сироткина, 1989; Рендаков, 2003];
- исследование гуморальных факторов неспецифического иммунитета в норме и при патологии [Мельник, 1976; Малинина, 1982; Берестов, Узенбаева, 1983];



*Рис. 1.* В новом лабораторном здании на ул. Красноармейской установлено новое оборудование, проводится обработка образцов биологического материала (1985 г.)

*Fig. 1.* A new equipment was installed in the new laboratory building in Krasnoarmeiskaya Street, processing of biological material samples in progress (1985)

– раскрытие механизмов заболеваний пушных зверей различной этиологии [Берестов, 1978; Берестов, Мельников, 1982; Аникиев и др., 1984, 1988].

Наряду с традиционными физиолого-биохимическими методами осуществлялись попытки внедрить передовые для того времени биофизические методы исследований – в лаборатории работал А. И. Кяйвярйнен, руководивший впоследствии группой биофизики Института биологии [Борисова, 2021].

Следует отметить, что каждое направление исследований завершалось защитой диссертаций и выпуском монографий. За период руководства лабораторией В. А. Берестова девять его учеников защитили диссертации на соискание степени кандидата биологических наук – Г. Г. Петрова (1971), Н. Н. Тютюнник (1974), Э. Л. Мельник (1976), Л. Б. Узенбаева (1980), Н. В. Тюрнина (1981), Г. М. Малинина (1982), С. П. Изотова (1982), В. В. Осташкова (1984), В. М. Олейник (1985). Для звероводов-практиков выпускались соответствующие рекомендации. С большим интересом была воспринята звероводами разных стран монография В. А. Берестова «Лабораторные методы оценки состояния пушных зверей» [1981].

Уже на этом начальном этапе формирования школы стало понятно, что объекты исследования, пушные звери, сильно отличаются по своей физиологии как от традиционных лабораторных, так и от давно одомашненных сельскохозяйственных животных. Первой особенностью

являлась специфика кормления (состав кормов, частота приема пищи, требования к консистенции). Оказалось, что даже для хищных млекопитающих нужен не только белок. В природе песец питается не только белковой пищей, но и ягодами, накапливая при этом значительные жировые запасы. Енотовидные собаки, накопив к зиме достаточное количество жира, даже в условиях клеточного содержания впадали в спячку. Второй особенностью было то, что никто не изучал, какие же показатели являются «нормальными» для животных, содержащихся в клетке. Понятно, что ограниченное пространство (и связанная с этим гиподинамия) накладывало свой отпечаток на многие физиологические системы. Кроме того, в результате селекции были выведены многочисленные цветковые формы (окрасы) норрок, песцов и лисиц, что сказывалось не только на морфометрических характеристиках животных, но и меняло их физиологические функции. Так, например, у белых норрок хедлунд наблюдалась глухота, из-за которой страдали материнские качества самок, а для норрок сапфирового окраса обнаружена патология, сходная с синдромом Чедиака – Хигаши у человека.

В. А. Берестов всегда позиционировал себя как ветеринар и физиолог, а на биохимических научных мероприятиях лабораторию чаще представляла Л. К. Кожевникова. В 1973 году была проведена Первая всесоюзная научная конференция по биологии и патологии пушных зверей, а в 1984 году – Выездное заседание Отделения физиологии АН СССР (рис. 2).



Рис. 2. Выездное заседание Отделения физиологии АН СССР (1984 г.)

Fig. 2. Field meeting of the staff members of the Department of Physiology of the Academy of Sciences of the USSR (1984)

Таким образом, сотрудниками лаборатории за период с 1972 по 1987 г. были разработаны лабораторные методы оценки здоровья пушных зверей, изучены особенности их обмена веществ, пищеварения, гормонального, иммунного и витаминного статуса, что явилось важным вкладом в частную физиологию и биохимию хищных млекопитающих. Уже на первом этапе Вячеслав Алексеевич заботился о формировании научной школы – подбирал учеников, сотрудничал с Петрозаводским госуниверситетом, чтобы в лабораторию шла молодежь, пытался внедрять современные методы исследований, которые наряду со спецификой объекта давали интересные научные результаты, организовывал всесоюзные конференции. В 1985 г. коллективу лаборатории присуждено 1-е место по результатам социалистического соревнования (рис. 3).

### **От изучения пушных зверей к экологической физиологии животных**

Второй этап развития научной школы связан с деятельностью Н. Н. Тютюнника. В 1987 году в связи с углублением и расширением исследований, направленных на изучение адаптаций животных к различным факторам среды, лаборатория физиологии пушных зверей была преобразована в лабораторию экологической физиологии животных. Основные научные исследования Н. Н. Тютюнника связаны с изучением влияния факторов среды

на организм млекопитающих, познанием структурных и функциональных механизмов адаптивных процессов. Разработка этого направления крайне важна в отношении хищных пушных зверей и грызунов, разводимых в неволе, где условия жизни значительно отличаются от природных. Неотъемлемой частью этих исследований является поиск средств обеспечения оптимального функционирования организма.

Под научным руководством Н. Н. Тютюнника были проведены комплексные исследования новых видов кормов и кормовых добавок, изучался минеральный состав волосяного покрова [Берестов и др., 1984], гормональный, энзиматический и витаминный статус пушных зверей в норме и патологии. Выявлены закономерности адаптивных перестроек в организме хищных пушных зверей в ответ на воздействие различных факторов среды. Многолетние исследования явились основой для разработки системы мониторинга за состоянием здоровья животных, введенных в зоокультуру, и его оптимизации, в том числе с использованием ряда биологически активных веществ [Тютюнник, Кожевникова, 1996]. Н. Н. Тютюнник является автором более 300 научных и научно-методических работ. Он получил три авторских свидетельства и три патента, разработал ряд методических пособий и рекомендаций, направленных на совершенствование способов кормления и оптимизацию физиологического состояния пушных зверей.



*Рис. 3. Коллектив лаборатории в 1985 году. Верхний ряд: Л. Б. Узенбаева, С. П. Изотова, В. В. Осташкова, Х. И. Мелдо, Л. Н. Муравья, Т. Н. Ильина, Л. Н. Сироткина, Е. Ю. Черкашина, Е. А. Косенкова; нижний ряд: А. П. Анисимова, Н. Н. Тютюнник, Г. Г. Петрова, В. А. Берестов, Л. К. Кожевникова, А. Р. Унжаков, Г. М. Малинина*  
*Fig. 3. Staff of the Laboratory in 1985. Top row: L. B. Uzenbaeva, S. P. Izotova, V. V. Ostashkova, Kh. I. Meldo, L. N. Murav'ya, T. N. Il'ina, L. N. Sirotkina, E. Yu. Cherkashina, E. A. Kosenkova; bottom row: A. P. Anisimova, N. N. Tyutyunnik, G. G. Petrova, V. A. Berestov, L. K. Kozhevnikova, A. R. Unzhakov, G. M. Malinina*

Идеи методологии и стратегии физиолого-биохимического мониторинга за состоянием организма пушных зверей, введенных в зоокультуру, имеющие важное значение для выявления доклинических признаков заболевания, отражены в книге «Haematology and Clinical Chemistry of Fur Animals», изданной в 1989 г. совместно с коллегами из Финляндии и Дании [Berestov et al., 1989]. В этот период предложены пути регуляции физиологического состояния и продуктивности животных при использовании природных метаболитов (янтарная кислота) и препаратов иммунологического профиля воздействия (мидийный гидролизат – МИГИ-К, шунгистим) и другие [Tyutyunnik et al., 1996; Узенбаева и др., 1998; Тютюнник и др., 1999]. Исследовалась возможность коррекции физиологического состояния пушных зверей и оптимизации репродуктивной функции биологически активными препаратами метаболического и иммунологического профиля действия. Выявлены причины возникновения стрессовых состояний у пушных зверей в условиях промышленного разведения, разработаны способы их предотвращения и коррекции вредного влияния. Обоснован метод стимуляции лактации с помощью триптофана – предшественника серотонина и нейролептиков.

Наряду с исследованиями прикладного характера все больше внимания уделялось изучению механизмов физиологических адаптаций.

В результате выполненных исследований показано, что пушные звери различного экогенеза, разводимые в неволе, представляют удачную экспериментальную модель для изучения и оценки влияния на организм не только факторов, воздействующих в процессе эволюционного развития, но и новых, связанных с технологией разведения [Унжаков, 1997; Тютюнник и др., 1998, 2002, 2005; Кожевникова и др., 2000, 2004; Илюха, 2001; Ильина, 2006; Ильина и др., 2008б].

В 1991 и 1998 гг. на базе Института биологии сотрудниками лаборатории проведены международные симпозиумы «Физиологические основы повышения продуктивности хищных пушных зверей», в работе которых принимали участие ученые из России, Украины, Белоруссии, Финляндии, Дании, Норвегии, Польши, Германии (рис. 4). Они явились началом создания общего проекта по изысканию способов оптимизации состояния зверей, разводимых на фермах, в рамках которого проведены совместные исследования в Финляндии на экспериментальной звероферме Университета г. Куопио и в Польше на базе Краковской с/х академии. Тематика последующих симпозиумов (2005 и 2009 гг.) была посвящена физиологическим основам повышения продуктивности млекопитающих и обсуждению современных проблем и методов экологической физиологии и патологии животных, введенных в зоокультуру.



Рис. 4. Первый международный симпозиум «Физиологические основы повышения продуктивности хищных пушных зверей» в Петрозаводске, 1991 г. Участники симпозиума перед зданием Карелзверопрома

Fig. 4. First international symposium *Physiological Bases for Increasing the Productivity of Predatory Fur Animals* in Petrozavodsk, 1991. The participants of the Symposium in front of the Karelzveroprom building

С 2008 г. заведующим лабораторией становится д. б. н. Виктор Александрович Илюха, а с 2017 г. – к. б. н. Светлана Николаевна Сергина (Калинина). В этот период внимание сотрудников направлено на изучение физиологии млекопитающих, обитающих в природе, а также на проведение экспериментов с изучением влияния светового фактора в лабораторных условиях. Во-первых, это было обусловлено тем, что появилась необходимость дифференцировать влияние содержания в специфических условиях от того, что наблюдается в природе (выяснить, является ли наблюдаемый феномен видоспецифической особенностью или же он привнесен условиями содержания). В ряде случаев получены парадоксальные, но вполне объяснимые результаты. Так, оказалось, что у содержащихся на сбалансированных рационах в условиях неволи хищников уровень жирорастворимых витаминов в печени ниже, чем у их диких сородичей [Ильина и др., 2009; Baishnikova et al., 2021]. Кроме того, непровольная domestикация в условиях клеточного содержания (работники в ходе разведения отбраковывают агрессивных животных) приводит к существенному изменению иммунной и пищеварительной функций [Kalinina et al., 2022a]. Ряд физиологических функций, например, адаптивные реакции к гипоксии, остались у клеточных животных такими же, как у их диких предков.

Во-вторых, еще на начальных этапах разведения пушных зверей было показано, что световой фактор играет ключевую роль в регуляции сезонной цикличности многих физиологических функций. Для ускорения созревания меха в звероводстве стали применять имплантируемый препарат, содержащий гормон мелатонин, введение которого имитирует наступление коротких осенних дней. Распространение звероводства в регионах, где эти животные никогда не обитали, поставило «естественный эксперимент» по влиянию специфического фотопериода на физиологические функции.

В-третьих, Карелия является регионом, где многие виды млекопитающих обитают на северной границе своего ареала. Удачными моделями для изучения зимней спячки являются летучие мыши [Antonova et al., 2018, 2022; Ilyina et al., 2022; Suominen et al., 2022]. Среди новых направлений исследований, получивших развитие в этот период, следует отметить изучение антиоксидантной защиты тканей и органов млекопитающих.

В настоящее время работа лаборатории связана с исследованием физиолого-биохимических путей адаптации млекопитающих к природным и антропогенным факторам среды,

выявлением закономерностей функционирования различных органов и систем в процессе приспособления, разработкой теории формирования адаптивных стратегий животных на основе комплексных исследований экологии, поведения, физиологии, морфологии и биохимии.

Исследования школы направлены на:

- проведение сравнительно-видового и онтогенетического анализа становления физиологических функций у природно адаптированных к гипоксии-реоксигенации млекопитающих различных систематических групп [Sergina et al., 2015; Унжаков, Тютюнник, 2016а, б; Ильина и др., 2017; Antonova et al., 2017а, б, 2018];

- исследование влияния разных световых режимов на состояние физиологических систем организма млекопитающих, роли мелатонина и его рецепторов в ответных реакциях на измененные фотопериодические условия [Ильина и др., 2005, 2008а; 2012; Khizhkin et al., 2010, 2017, 2018; Vinogradova et al., 2010; Morozov et al., 2015; Хижкин и др., 2016; Sergina et al., 2016; Night..., 2020; Антонова и др., 2021, 2022; Kalinina et al., 2021; Uzenbaeva et al., 2021; Михеева и др., 2022; Baishnikova et al., 2022];

- анализ морфофункциональных особенностей лейкоцитов крови у млекопитающих из природных популяций и разводимых в зоокультуре [Узенбаева и др., 2007, 2011а, б; Kizhina et al., 2017а, б, 2018, 2022, 2023];

- изучение влияния биологически активных веществ на различные функциональные системы организма с целью оптимизации физиологического состояния и повышения устойчивости млекопитающих в условиях domestикации [Унжаков и др., 2014; Баишникова и др., 2018; Baishnikova et al., 2018];

- исследования в области экологической токсикологии [Kalinina et al., 2022b].

Вопрос, в чем отличие школы экологической физиологии животных от других исследовательских групп, занимающихся сходной научной проблематикой, является не праздным, хотя ответить на него достаточно сложно. Во-первых, это те модельные объекты, которые использовались в самом начале становления школы и используются в настоящее время. Дикие животные, будучи введенными в зоокультуру достаточно давно, до настоящего времени не утратили физиологических особенностей своих диких предков. Несмотря на более чем вековую историю содержания в клетках, норки и песцы остались хищниками с особенностями пищеварения, характерными для хищников. Во-вторых, подходы к объектам исследования для решения практических и теоретических за-

дач. Уже изначально закладывалась идея о том, что если для детальной оценки состояния здоровья человека применяется клиническая диагностика, то для оценки состояния здоровья животных тоже возможна разработка аналогичных методов. В-третьих, понимание того, что изучение влияния экологического фактора не должно ограничиваться только экспериментами на лабораторных животных, а вариабельность физиологических показателей, с которой обычно борются физиологи и биохимики, в большинстве случаев является благом для исследователя, поскольку позволяет определить весь диапазон «нормы реакции». В-четвертых, мало выявить причину неблагополучия, нужно еще найти способы ее предотвратить или вылечить.

### Заключение

Завершая краткий исторический очерк, необходимо отметить, что за 50-летний период существования лаборатории экологической физиологии животных Карельского научного центра РАН в ней работало около 90 человек (рис. 5, 6). За эти годы успешно защищены 3 докторских (В. М. Олейник, 1997; Н. Н. Тютюнник, 2002; В. А. Илюха, 2004) и 17 кандидатских диссертаций (Г. Г. Петрова, 1971; Э. Л. Мельник, 1976; Л. Б. Узенбаева, 1980; Н. В. Турнина, 1981; С. П. Изотова, 1982; Г. М. Малинина, 1982; В. В. Осташкова, 1984; Л. Н. Сироткина, 1989;

Т. Н. Ильина, 1997; А. Р. Унжаков, 1997; Н. Л. Рендаков, 2003; Л. В. Сидорова, 2003; С. Н. Калинина, 2009; А. Г. Кижина, 2011; Е. А. Хижкин, 2011; И. В. Баишникова, 2012; Е. П. Антонова, 2016), опубликованы 13 монографий, 9 сборников научных статей и 8 учебных пособий. Несомненным достижением школы является открытие в 2005 году подготовки в Институте биологии аспирантов по специальности «Физиология человека и животных».

Члены школы уделяли и в настоящее время уделяют большое внимание подготовке будущей смены. Долгое время в ПетрГУ преподавали Н. Н. Тютюнник и В. А. Илюха, а Е. А. Хижкин, А. Г. Кижина и С. Н. Калинина преподают физиологические дисциплины в настоящее время. И. В. Баишникова является председателем ГАК по специальности «зоотехния». Е. А. Хижкин, А. Г. Кижина и И. В. Баишникова руководят выпускными квалификационными работами студентов ПетрГУ. Е. А. Хижкин, А. Г. Кижина и Е. П. Антонова проводят экскурсии для школьников и студентов, знакомя их с деятельностью лаборатории. Е. П. Антонова – лидер среди сотрудников лаборатории по популяризации знаний, она регулярно выступает с научными и научно-популярными докладами перед школьниками и студентами различных образовательных учреждений, публикует научно-популярные статьи, с февраля 2022 г. ведет группу «Молодые ученые КарНЦ РАН» в социальной сети «ВКонтакте».



Рис. 5. Празднование 45-летия лаборатории, 2017 г.

Fig. 5. Celebration of the 45<sup>th</sup> Anniversary of the Laboratory, 2017



Рис. 6. Современный коллектив лаборатории, 2023 г. Слева направо: Э. Ф. Печорина, Э. В. Панова, И. А. Зайцева, Е. П. Антонова, Е. А. Хижкин, Т. Н. Ильина, А. Г. Кижина, А. В. Морозов, С. Н. Калинина, А. Р. Унжаков, И. В. Баишникова

Fig. 6. Current staff of the Laboratory, 2023. From left to right: E. F. Pechorina, E. V. Panova, I. A. Zaitseva, E. P. Antonova, E. A. Khizhkin, T. N. Il'ina, A. G. Kizhina, A. V. Morozov, S. N. Kalinina, A. R. Unzhakov, I. V. Baishnikova

## Литература

Аникиева Л. В., Берестов А. А., Берестов В. А., Гурьянова С. Д., Осташкова В. В. Дифиллоботриоз песцов. Петрозаводск: Карелия, 1988. 142 с.

Аникиева Л. В., Берестов В. А., Куликов В. А., Осташкова В. В. Токсаскаридоз песцов. Петрозаводск: Карелия, 1984. 110 с.

Антонова Е. П., Володина А. Д., Илюха В. А. Влияние экзогенного мелатонина на антиоксидантную защиту печени и тонкого кишечника сирийского хомяка (*Mesocricetus auratus*) // Acta Biomedica Scientifica. 2021. Т. 6, № 4. С. 265–272. doi: 10.29413/ABS.2021-6.4.24

Антонова Е. П., Илюха В. А., Морозов А. В. Мелатонин как регулятор активности пищеварительных ферментов у сирийского хомяка (*Mesocricetus auratus*) – роль базового светового режима // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2022. Т. 85, № 3. С. 3–7. doi: 10.30906/0869-2092-2022-85-3-3-7

Баишникова И. В., Узенбаева Л. Б., Илюха В. А., Кижина А. Г., Печорина Э. Ф., Ильина Т. Н. Лейкоциты крови и морфометрические параметры лимфоцитов при различных дозах витаминов А и Е у американских норок (*Neovison vison*) // Труды Карельского научного центра РАН. 2018. № 12. С. 125–132. doi: 10.17076/eb906

Берестов В. А. Внутренние незаразные болезни пушных зверей. Петрозаводск: Карелия, 1978. 158 с.

Берестов В. А., Кожевникова Л. К. Ферменты крови пушных зверей. Л.: Наука, 1981. 184 с.

Берестов В. А. Лабораторные методы оценки состояния пушных зверей. Петрозаводск: Карелия, 1981. 151 с.

Берестов В. А., Мельников В. Д. Токсоплазмоз пушных зверей. Петрозаводск: Карелия, 1982. 112 с.

Берестов В. А., Тюрина Н. В., Тютюнник Н. Н. Минеральный состав волосяного покрова норки и песцов. Петрозаводск: Карелия, 1984. 159 с.

Берестов В. А., Узенбаева Л. Б. Фагоцитарная реакция крови у норки и песцов (сравнительная характеристика). Л.: Наука, 1983. 111 с.

Борисова А. Г. Александр Иванович Кяйвяряйнен (1946–2009) // Труды Карельского научного центра РАН. 2021. № 11. С. 120–123.

Ильина Т. Н., Виноградова И. А., Илюха В. А., Хижкин Е. А., Анисимов В. Н., Хавинсон В. Х. Влияние геропротекторов на возрастные изменения антиоксидантной системы печени крыс при различных световых режимах // Успехи геронтологии. 2008а. Т. 21, № 3. С. 386–393.

Ильина Т. Н., Виноградова И. А., Хижкин Е. А., Илюха В. А., Узенбаева Л. Б., Унжаков А. Р., Баишникова И. В., Кижина А. Г., Анисимов В. Н. Влияние освещения в пренатальный и постнатальный периоды на некоторые физиологические показатели самцов крыс // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2012. Т. 98, № 6. С. 714–723.

Ильина Т. Н., Данилов П. И., Илюха В. А. Некоторые физиологические, биохимические и этологические особенности американской норки (*Mustela vison* Schreber, 1777), сформировавшиеся в процес-

се естественной ферализации в биоценозе Карелии // Информационный вестник ВОГиС. 2009. Т. 13, № 3. С. 588–597.

Ильина Т. Н., Илюха В. А., Баишникова И. В., Белкин В. В., Сергина С. Н., Антонова Е. П. Система антиоксидантной защиты в тканях полуводных млекопитающих // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2017. Т. 53, № 1. С. 251–256.

Ильина Т. Н. Метаболизм тиамина в организме норки (*Mustela vison* Schr.) и песцов (*Alopex lagopus* L.): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1997. 17 с.

Ильина Т. Н., Руоколайнен Т. Р., Баишникова И. В. Возрастные изменения содержания витаминов А и Е в печени и сердце крыс при различных режимах освещенности и влиянии геропротекторов // Медицинский академический журнал. 2005. Т. 5, № 3. С. 27–29.

Ильина Т. Н., Руоколайнен Т. Р., Белкин В. В. Содержание токоферола в тканях млекопитающих различного экогенеза // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2008б. Т. 44, № 6. С. 577–581.

Ильина Т. Н. Содержание витаминов А и Е в тканях органов и крови песцов под влиянием алиментарного голодания // Сельскохозяйственная биология. 2006. № 6. С. 110–113.

Ильина Т. Н. У истоков звероводческой науки в Карелии // Кролиководство и звероводство. 2021. № 2. С. 4–7. doi: 10.52178/00234885\_2021\_2\_4

Илюха В. А. Супероксиддисмутаза и каталаза в органах млекопитающих различного экогенеза // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2001. Т. 37, № 3. С. 183–186.

Кожевникова Л. К., Тютюнник Н. Н., Унжаков А. Р., Мелдо Х. И. Видовая специфичность изоферментных профилей лактатдегидрогеназы органов грызунов различного экогенеза // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. 2004. Т. 90, № 2. С. 187–192.

Кожевникова Л. К., Тютюнник Н. Н., Унжаков А. Р., Мелдо Х. И. Изоферменты лактатдегидрогеназы при сезонных адаптациях хищных пушных зверей // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2000. Т. 36, № 1. С. 24–29.

Ланге К. А. Развитие и организация физиологической науки в СССР: очерки. М.: Наука, 1978. 302 с.

Малинина Г. М. Влияние возраста, сезона года и генотипа на активность лизоцима, бета-лизинов и комплемента сыворотки крови норок: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1982. 24 с.

Мельник Э. Л. Изучение факторов естественной резистентности у американской норки и голубого песца: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1976. 18 с.

Михеева (Фокина) В. О., Кижина А. Г., Антонова Е. П., Илюха В. А. Влияние продолжительности светового дня и мелатонина на морфофункциональную организацию лейкоцитов у сирийских хомяков (*Mesocricetus auratus*) // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 7. С. 38–48. doi: 10.17076/eb1496

Олейник В. М. Особенности пищеварения у норок и песцов клеточного разведения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1985. 24 с.

Олейник В. М. Характеристика ферментного спектра пищеварительного тракта у хищных млекопитающих: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб., 1997. 34 с.

Осташкова В. В. Возрастная и сезонная динамика активности сывороточных ферментов у песцов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1984. 21 с.

Рендаков Н. Л. Возрастная и сезонная динамика тиреоидных гормонов и катепсинов В и D у песцов (*Alopex lagopus* L.): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2003. 21 с.

Сироткина Л. Н. Гормональная функция половых желез норок и песцов в постнатальном онтогенезе и на разных стадиях репродуктивного цикла: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1989. 17 с.

Тютюнник Н. Н., Кожевникова Л. К. Биохимическое тестирование как способ оценки физиологического состояния пушных зверей, разводимых в промышленных комплексах // Сельскохозяйственная биология. 1996. № 2. С. 39–50.

Тютюнник Н. Н., Кожевникова Л. К., Мелдо Х. И., Кондрашова М. К., Бадовская Л. А., Унжаков А. Р. Оптимизация физиологического состояния и продуктивности норок янтарной кислотой // Сельскохозяйственная биология. 1999. № 4. С. 52–57.

Тютюнник Н. Н., Кожевникова Л. К., Унжаков А. Р., Мелдо Х. И. Изменения изоферментного спектра лактатдегидрогеназы органов норок при вирусном плазмозитозе // Ветеринария. 1998. № 4. С. 24–27.

Тютюнник Н. Н., Кожевникова Л. К., Унжаков А. Р., Мелдо Х. И. Изоферментные спектры лактатдегидрогеназы органов норок и песцов в постнатальном развитии // Онтогенез. 2002. Т. 33, № 3. С. 218–224.

Тютюнник Н. Н., Кожевникова Л. К., Унжаков А. Р., Мелдо Х. И. Изоферментные спектры лактатдегидрогеназы органов пушных зверей различного экогенеза // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2005. Т. 41, № 3. С. 240–246.

Узенбаева Л. Б., Голубева А. Г., Илюха В. А., Тютюнник Н. Н. Особенности структуры лейкоцитов крови норок различных генотипов // Вестник ВОГиС. 2007. Т. 11, № 1. С. 155–161.

Узенбаева Л. Б., Илюха В. А., Тютюнник Н. Н., Мелдо Х. И., Бойков Ю. А. Мидиевый гидролизат при алеутской болезни норок // Ветеринария. 1998. № 12. С. 21–23.

Узенбаева Л. Б., Кижина А. Г., Илюха В. А., Тютюнник Н. Н. Аномальные цитоплазматические гранулы в лейкоцитах крови у норок сапфирового окраса (цитологическое и цитохимическое исследование) // Морфология. 2011а. Т. 140, № 6. С. 60–64.

Узенбаева Л. Б., Трапезов О. В., Кижина А. Г., Илюха В. А., Трапезова Л. И., Тютюнник Н. Н. Влияние мутаций, затрагивающих окраску меха, на структуру лейкоцитов крови у американской норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) // Генетика. 2011б. Т. 47, № 1. С. 1–8.

Узенбаева Л. Б. Характеристика фагоцитарной реакции у норок и песцов клеточного разведения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1980. 26 с.

Унжаков А. Р. Изоферментные спектры лактатдегидрогеназы в тканях норок (*Mustela vison* Schr.) и песцов (*Alopex lagopus* L.) как индикаторы их физиологического состояния: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1997. 17 с.

Унжаков А. Р., Тютюнник Н. Н. Изоферментные спектры лактатдегидрогеназы в тканях енотовидных собак *Nyctereutes procyonoides* в осенний период // Биофизика. 2016а. Т. 61, № 4. С. 758–765.

Унжаков А. Р., Тютюнник Н. Н. Изоферментные спектры лактатдегидрогеназы в тканях млекопитающих семейства кунных // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2016б. Т. 52, № 6. С. 398–404.

Унжаков А. Р., Тютюнник Н. Н., Узенбаева Л. Б., Баишникова И. В., Антонова Е. П., Чернобровкина Н. П., Робонен Е. В., Илюха В. А. Физиологическое состояние щенков американской норки (*Mustela vison*) при действии экстракта из обогащенной L-аргинином хвои // Труды Карельского научного центра РАН. 2014. № 5. С. 222–227.

Хижкин Е. А., Сергина С. Н., Илюха В. А., Виноградова И. А. Роль мелатонина в регуляции возрастных изменений антиоксидантных ферментов у млекопитающих. Петрозаводск: ПетрГУ, 2016. 85 с.

Шноль С. Э. Герои, злодеи, конформисты отечественной науки. М.: URSS, 2009. 720 с.

Antonova E. P., Belkin V. V., Ilyukha V. A., Khizhkin E. A., Kalinina S. N. Seasonal changes in body mass and activity of digestive enzymes in *Eptesicus nilssonii* (Mammalia: Chiroptera: Vespertilionidae) during hibernation // J. Evol. Biochem. Physiol. 2022. Vol. 58, no. 4. P. 1055–1064. doi: 10.1134/S002209302204010X

Antonova E. P., Ilyukha V. A., Komov V. T., Khizhkin E. A., Sergina S. N., Gremyachikh V. A., Kamshilova T. B., Belkin V. V., Yakimova A. E. The mercury content and antioxidant system in insectivorous animals (Insectivora, Mammalia) and rodents (Rodentia, Mammalia) of various ecogenesis conditions // Biol. Bull. 2017a. Vol. 44, no. 10. P. 1272–1277. doi: 10.1134/S1062359017100028

Antonova E., Ilyukha V., Sergina S., Khizhkin E., Belkin V., Yakimova A., Morozov A. Antioxidant defenses in three vesper bats (Chiroptera: Vespertilionidae) during hibernation // Turk. J. Zool. 2017b. Vol. 41. P. 1005–1009. doi: 10.3906/zoo-1702-53

Antonova E. P., Ilyukha V. A., Sergina S. N., Unzhakov A. R., Belkin V. V. Lactate dehydrogenase isozymes in the tissues of hibernating bats (Chiroptera) // Biophysics. 2018. Vol. 63, no. 1. P. 116–121. doi: 10.1134/S0006350918010037

Baishnikova I., Ilyina T., Ilyukha V., Tirronen K. Species- and age-dependent distribution of retinol and  $\alpha$ -tocopherol in the Canidae family during the cold season // Biol. Commun. 2021. Vol. 66, no. 3. P. 269–279. doi: 10.21638/spbu03.2021.304

Baishnikova I., Ilyina T., Khizhkin E., Ilyukha V. Prolonged light deprivation modulates the age-related changes in  $\alpha$ -tocopherol level in rats // J. Evol. Biochem. Physiol. 2022. Vol. 58, no. 5. P. 1592–1603. doi: 10.1134/S0022093022050271

Baishnikova I., Sergina S., Ilyina T. Effect of vitamin E supplementation on  $\alpha$ -tocopherol status and tissue antioxidants in American minks (*Neovison vison*) // Turk.

J. Vet. Anim. Sci. 2018. Vol. 42, no. 6. P. 642–648. doi: 10.3906/vet-1803-82

Berestov V. A., Blomstedt L., Brandt A., Juokslahti T., Jørgensen G., Kozhevnikova L. K., Tyurnina N. W., Valtonen M. Haematology and clinical chemistry of fur animals. Finland, 1989. 159 p.

Ilyina T. N., Baishnikova I. V., Belkin V. V. Retinol and  $\alpha$ -tocopherol content in the liver and skeletal muscle of bats (Chiroptera) during Hibernation and Summer Activity // J. Evol. Biochem. Physiol. 2022. Vol. 58. P. 1697–1707. doi: 10.1134/S0022093022060035

Kalinina S. N., Ilyukha V. A., Trapezov O. V., Morozov A. V., Trapezova L. I., Nekrasova M. A., Stepanova M. A., Sysoeva E. A. Activity of digestive enzymes in the American mink (*Neovison vison*) selected for tameness and defensive aggression toward humans // J. Evol. Biochem. Physiol. 2022a. Vol. 58, no. 1. P. 64–72. doi: 10.1134/S0022093022010069

Kalinina S. N., Ilyukha V. A., Uzenbaeva L. B., Antonova Ye. P., Bruler Ye. S., Okulova I. I. Melanin in the pineal gland of species in the family Canidae // Neurosci. Behav. Physiol. 2021. Vol. 51, no. 9. P. 1312–1316. doi: 10.1007/s11055-021-01195-y

Kalinina S., Ilyukha V., Uzenbaeva L., Khizhkin E., Antonova E. Morphologic changes in the pineal gland of rats exposed to continuous darkness // Biol. Rhythm Res. 2016. Vol. 47, no. 5. P. 691–701. doi: 10.1080/09291016.2016.1183842

Kalinina S., Panchenko D., Ilyukha V., Canfield A., Baishnikova I., Antonova E., Nikerova K. Elements and antioxidants in wild boar from northwestern Russia // Eur. J. Wildl. Res. 2022b. Vol. 68. P. 22. doi: 10.1007/s10344-022-01570-1

Khizhkin E. A., Ilyukha V. A., Ilyina T. N., Unzhakov A. R., Vinogradova I. A., Anisimov V. N. Antioxidant system and energy provision of the rat heart during aging depend on illumination regimen and are resistant to exogenous melatonin // Bull. Exp. Biol. Med. 2010. Vol. 149, no. 3. P. 354–358. doi: 10.1007/s10517-010-0945-9

Khizhkin E. A., Ilyukha V. A., Vinogradova I. A., Antonova E. P., Morozov A. V. Circadian rhythms of antioxidant enzyme's activity in young and adult rats under light deprivation conditions // Adv. Gerontol. 2018. Vol. 31(2). P. 211–222. doi: 10.1134/S2079057018040069

Khizhkin E., Ilyukha V., Vinogradova I., Uzenbaeva L., Ilyina T., Yunash V., Morozov A., Anisimov V. Physiological and biochemical mechanisms of lifespan regulation in rats kept under various light conditions // Curr. Aging Sci. 2017. Vol. 10, no. 1. P. 49–55. doi: 10.2174/1874609809666160921115550

Kizhina A. G., Ilyukha V. A., Rossinskaya R. I. The effect of vitamin C on blood lymphocytes of American mink (*Neovison vison*): variation with sex and genotype // Braz. Arch. Biol. Technol. 2023. Vol. 66. e23210340. doi: 10.1590/1678-4324-2023210340

Kizhina A., Pechorina E., Mikheeva V. Effect vitamin C supplementation on some leukocyte parameters in American mink (*Neovison vison*) with abnormal granulogenesis // Tissue and Cell. 2022. Vol. 77. e101870. doi: 10.1016/j.tice.2022.101870

Kizhina A., Uzenbaeva L., Antonova E., Belkin V., Ilyukha V., Khizhkin E. Hematological parameters in

hibernating *Eptesicus nilssonii* (Mammalia: Chiroptera) collected from the North European part of Russia // *Acta Chiropterol.* 2018. Vol. 20, no. 1. P. 273–283. doi: 10.3161/15081109ACC2018.20.1.021

Kizhina A. G., Uzenbaeva L. B., Ilyukha V. A., Trape-zova L. I., Tyutyunnik N. N., Trapezov O. V. Selection for behavior and hemopoiesis in American mink (*Neovison vison*) // *J. Vet. Behav. Clin. Appl. Res.* 2017a. Vol. 17. P. 38–43. doi: 10.1016/j.jveb.2016.09.004

Kizhina A. G., Uzenbaeva L. B., Ilyukha V. A., Tyutyunnik N. N. Morphological abnormalities of blood and bone marrow leukocytes and age-related changes of different leukocyte counts in American minks (*Neovison vison*) // *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 2017b. Vol. 41. P. 570–577. doi: 10.3906/vet-1610-82

Morozov A. V., Khizhkin E. A., Svechkina E. B., Ilyukha V. A., Vinogradova I. A., Anisimov V. N., Khavin-son V. K. Effects of geroprotectors on age-related changes in proteolytic digestive enzyme activities at different lighting conditions // *Bull. Exp. Biol. Med.* 2015. Vol. 159, no. 6. P. 761–763. doi: 10.1007/s10517-015-3069-4

Night Shift Work // IARC Monographs on the identification of carcinogenic hazards to humans. Lyon (FR): International Agency for Research on Cancer, 2020. Vol. 124.

Sergina S., Antonova E., Ilyukha V., Łapiński S., Lis M., Niedbała P., Unzhakov A., Belkin V. Biochemical adaptations to dive-derived hypoxia/reoxygenation in semi-aquatic rodents // *Comp. Biochem. Physiol. B.* 2015. Vol. 190. P. 37–45. doi: 10.1016/j.cbpb.2015.08.012

Suominen K. M., Kotila M., Blomberg A. S., Pihlström H., Ilyukha V., Lilley T. M. Northern bat *Eptesicus nilssonii* (Keyserling and Blasius, 1839) // Hackländer K., Zachos F.E. (eds) Handbook of the Mammals of Europe. Handbook of the Mammals of Europe. Springer, 2022. P. 1–27. doi: 10.1007/978-3-319-65038-8\_45-1

Tyutyunnik N. N., Kozhevnikova L. K., Meldo H. I., Unzhakov A. R., Kondrashova M. N., Badovskaja L. A. Succinic acid as a stimulator of physiological processes and productivity in farm mink // *Scientifur.* 1996. Vol. 20, no. 1. P. 85–91.

Uzenbaeva L. B., Kizhina A. G., Kalinina S. N., Khizhkin E. A., Ilyukha V. A., Pechorina E. P., Fokina V. O. Effect of lighting regimes and the melatonin receptor antagonist luzindole on the composition of peripheral blood leukocytes of Wistar rats in postnatal ontogenesis // *Adv. Gerontol.* 2021. Vol. 11. P. 164–172. doi: 10.1134/S2079057021020156

Vinogradova I. A., Bukalev A. V., Ilyukha V. A., Lotosh T. A., Anisimov V. N., Semenchenko A. V., Zabezinski M. A., Khizhkin E. A. Circadian disruption induced by light-at-night accelerates aging and promotes tumorigenesis in young but not in old rats // *Aging.* 2010. Vol. 2, no. 2. P. 82–92. doi: 10.18632/aging.100120

## References

Anikieva L. V., Berestov A. A., Berestov V. A., Gur'yanova S. D., Ostashkova V. V. Diphyllbothriasis of Arctic foxes. Petrozavodsk: Karelia; 1988. 142 p. (In Russ.)

Anikieva L. V., Berestov V. A., Kulikov V. A., Ostashkova V. V. Toxascaridosis of Arctic foxes. Petrozavodsk: Karelia; 1984. 110 p. (In Russ.)

Antonova E. P., Belkin V. V., Ilyukha V. A., Khizhkin E. A., Kalinina S. N. Seasonal changes in body mass and activity of digestive enzymes in *Eptesicus nilssonii* (Mammalia: Chiroptera: Vespertilionidae) during hibernation. *J. Evol. Biochem. Physiol.* 2022;58(4): 1055–1064. doi: 10.1134/S002209302204010X

Antonova E. P., Ilyukha V. A., Komov V. T., Khizhkin E. A., Sergina S. N., Gremyachikh V. A., Kamshilova T. B., Belkin V. V., Yakimova A. E. The mercury content and antioxidant system in insectivorous animals (Insectivora, Mammalia) and rodents (Rodentia, Mammalia) of various ecogenesis conditions. *Biol. Bull.* 2017;44(10): 1272–1277. doi: 10.1134/S1062359017100028

Antonova E. P., Ilyukha V. A., Morozov A. V. Melatonin as a regulator of the activity of digestive enzymes in the Syrian hamster (*Mesocricetus auratus*) – the role of the basic light regime. *Eksperimental'naya i klinicheskaya farmakologiya = Experimental and Clinical Pharmacology.* 2022;85(3):3–7. doi: 10.30906/0869-2092-2022-85-3-3-7 (In Russ.)

Antonova E., Ilyukha V., Sergina S., Khizhkin E., Belkin V., Yakimova A., Morozov A. Antioxidant defenses in three vesper bats (Chiroptera: Vespertilionidae) during hibernation. *Turk. J. Zool.* 2017;41:1005–1009. doi: 10.3906/zoo-1702-53

Antonova E. P., Ilyukha V. A., Sergina S. N., Unzhakov A. R., Belkin V. V. Lactate dehydrogenase isozymes in the tissues of hibernating bats (Chiroptera). *Biophysica.* 2018;63(1):116–121. doi: 10.1134/S0006350918010037

Antonova E. P., Volodina A. D., Ilyukha V. A. Effect of exogenous melatonin on the antioxidant defense system in the liver and small intestine of the Syrian hamster (*Mesocricetus auratus*). *Acta Biomedica Scientifica.* 2021;6(4):265–272. doi: 10.29413/ABS.2021-6.4.24 (In Russ.)

Baishnikova I., Ilyina T., Ilyukha V., Tirronen K. Species- and age-dependent distribution of retinol and  $\alpha$ -tocopherol in the Canidae family during the cold season. *Biol. Commun.* 2021;66(3):269–279. doi: 10.21638/spbu03.2021.304

Baishnikova I., Ilyina T., Khizhkin E., Ilyukha V. Prolonged light deprivation modulates the age-related changes in  $\alpha$ -tocopherol level in rats. *J. Evol. Biochem. Physiol.* 2022;58(5):1592–1603. doi: 10.1134/S0022093022050271

Baishnikova I., Sergina S., Ilyina T. Effect of vitamin E supplementation on  $\alpha$ -tocopherol status and tissue antioxidants in American minks (*Neovison vison*). *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 2018;42(6):642–648. doi: 10.3906/vet-1803-82

Baishnikova I. V., Uzenbayeva L. B., Ilyukha V. A., Kizhina A. G., Pechorina E. F., Ilyina T. N. Blood leukocytes and morphometric parameters of lymphocytes at different doses of vitamins A and E in American mink (*Neovison vison*). *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of Karelian Research Centre RAS.* 2018;12:125–132. doi: 10.17076/eb906 (In Russ.)

Berestov V. A., Blomstedt L., Brandt A., Juokslahti T., Jørgensen G., Kozhevnikova L. K., Tyurnina N. W.,

Valtonen M. Haematology and clinical chemistry of fur animals. Finland; 1989. 159 p.

Berestov V. A. Internal non-contagious diseases of fur animals. Petrozavodsk: Karelia; 1978. 158 p. (In Russ.)

Berestov V. A., Kozhevnikova L. K. Blood enzymes of fur animals. Leningrad: Nauka; 1981. 184 p. (In Russ.)

Berestov V. A. Laboratory methods for assessing the state of fur animals. Petrozavodsk: Karelia; 1981. 151 p. (In Russ.)

Berestov V. A., Melnikov V. D. Toxoplasmosis of fur animals. Petrozavodsk: Karelia; 1982. 112 p. (In Russ.)

Berestov V. A., Tyurnina N. V., Tyutyunnik N. N. Mineral composition of the hairline of minks and Arctic foxes. Petrozavodsk: Karelia; 1984. 159 p. (In Russ.)

Berestov V. A., Uzenbaeva L. B. Phagocytic reaction of blood in minks and Arctic foxes (comparative characteristics). Leningrad: Nauka; 1983. 111 p. (In Russ.)

Borisova A. G. Alexander Ivanovich Kyaivyaryainen (1946–2009). *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of Karelian Research Centre RAS*. 2021;11:120–123. (In Russ.)

Ilyina T. N. At the origins of fur science in Karelia. *Krolikovodstvo i zverovodstvo = Rabbit Breeding and Fur Farming International Interdisciplinary Journal*. 2021;2:4–7. (In Russ.) doi: 10.52178/00234885\_2021\_2\_4

Ilyina T. N., Baishnikova I. V., Belkin V. V. Retinol and  $\alpha$ -tocopherol content in the liver and skeletal muscle of bats (*Chiroptera*) during Hibernation and Summer Activity. *J. Evol. Biochem. Physiol.* 2022;58:1697–1707. doi: 10.1134/S0022093022060035

Ilyina T. N., Danilov P. I., Ilyukha V. A. Some physiological, biochemical and ethological features of the American mink (*Mustela vison* Schreber, 1777), formed during natural fertilization in the biocenosis of Karelia. *Informatsionnyi vestnik VOGiS = Information Bulletin of Vavilov Society for Geneticists and Breeding Scientists*. 2009;13(3):588–597. (In Russ.)

Ilyina T. N., Ilyukha V. A., Baishnikova I. V., Belkin V. V., Sergina S. N., Antonova E. P. Antioxidant defense system in tissues of semiaquatic mammals. *J. Evol. Biochem. Physiol.* 2017;53(4): 282–288. doi: 10.1134/S0022093017040044

Ilyina T. N. Metabolism of thiamine in the body of minks (*Mustela vison* Schr.) and Arctic foxes (*Alopex lagopus* L.): Summary of PhD (Cand. of Biol) thesis. St. Petersburg; 1997. 17 p. (In Russ.)

Ilyina T. N., Ruokolainen T. R., Baishnikova I. V. Age-related changes in the content of vitamins A and E in the liver and heart of rats under different illumination conditions and the influence of geroprotectors. *Meditinskii akademicheskii zhurnal = Medical Academic Journal*. 2005;5(3):27–29. (In Russ.)

Ilyina T. N., Ruokolainen T. R., Belkin V. V. The content of tocopherol in the tissues of mammals of various ecogenesis. *J. Evol. Biochem. Physiol.* 2008;44(6): 577–581. (In Russ.)

Ilyina T. N. The content of vitamins A and E in the tissues of the organs and blood of Arctic foxes under the influence of alimentary starvation. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2006;6:110–113. (In Russ.)

Ilyina T. N., Vinogradova I. A., Ilyukha V. A., Khizhkin E. A., Anisimov V. N., Khavinson V. Kh. The influences of geroprotectors on age-related changes of antioxidant system in rats liver under different light condition. *Adv. Gerontol.* 2008;21(3): 386–393. (In Russ.)

Ilyina T. N., Vinogradova I. A., Khizhkin E. A., Ilyukha V. A., Uzenbayeva L. B., Unzhakov A. R., Baishnikova I. V., Kizhina A. G., Anisimov V. N. Influence of prenatal and postnatal illumination on male rat physiological parameters. *Russian Journal of Physiology*. 2012;98(6):714–723. (In Russ.)

Ilyukha V. A. Superoxide dismutase and catalase in the organs of mammals of different ecogenesis. *J. Evol. Biochem. Physiol.* 2001;37(3):183–186. (In Russ.)

Kalinina S. N., Ilyukha V. A., Trapezov O. V., Morozov A. V., Trapezova L. I., Nekrasova M. A., Stepanova M. A., Sysoeva E. A. Activity of digestive enzymes in the American mink (*Neovison vison*) selected for tameness and defensive aggression toward humans. *J. Evol. Biochem. Physiol.* 2022;58(1):64–72. doi: 10.1134/S0022093022010069

Kalinina S. N., Ilyukha V. A., Uzenbaeva L. B., Antonova Ye. P., Bruler Ye. S., Okulova I. I. Melanin in the pineal gland of species in the family Canidae. *Neurosci. Behav. Physiol.* 2021;51(9):1312–1316. doi: 10.1007/s11055-021-01195-y

Kalinina S., Ilyukha V., Uzenbaeva L., Khizhkin E., Antonova E. Morphologic changes in the pineal gland of rats exposed to continuous darkness. *Biol. Rhythm Res.* 2016;47(5):691–701. doi: 10.1080/09291016.2016.1183842

Kalinina S., Panchenko D., Ilyukha V., Canfield A., Baishnikova I., Antonova E., Nikerova K. Elements and antioxidants in wild boar from northwestern Russia. *Eur. J. Wildl. Res.* 2022;68:22. doi: 10.1007/s10344-022-01570-1

Khizhkin E. A., Ilyukha V. A., Ilyina T. N., Unzhakov A. R., Vinogradova I. A., Anisimov V. N. Antioxidant system and energy provision of the rat heart during aging depend on illumination regimen and are resistant to exogenous melatonin. *Bull. Exp. Biol. Med.* 2010;149(3): 354–358. doi: 10.1007/s10517-010-0945-9

Khizhkin E. A., Ilyukha V. A., Vinogradova I. A., Antonova E. P., Morozov A. V. Circadian rhythms of antioxidant enzyme's activity in young and adult rats under light deprivation conditions. *Adv. Gerontol.* 2018;31(2): 211–222. doi: 10.1134/S2079057018040069

Khizhkin E., Ilyukha V., Vinogradova I., Uzenbaeva L., Ilyina T., Yunash V., Morozov A., Anisimov V. Physiological and biochemical mechanisms of lifespan regulation in rats kept under various light conditions. *Curr Aging Sci.* 2017;10(1):49–55. doi: 10.2174/1874609809666160921115550

Kizhina A. G., Ilyukha V. A., Rossinskaya R. I. The effect of vitamin C on blood lymphocytes of American mink (*Neovison vison*): variation with sex and genotype. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 2023;66:23210340. doi: 10.1590/1678-4324-2023210340

Khizhkin E. A., Sergina S. N., Ilyukha V. A., Vinogradova I. A. The role of melatonin in the regulation of age-related changes in antioxidant enzymes in mammals. Petrozavodsk: PetrSU; 2016. 85 p. (In Russ.)

Kizhina A., Pechorina E., Mikheeva V. Effect vitamin C supplementation on some leukocyte parameters in American mink (*Neovison vison*) with abnormal granulogenesis. *Tissue and Cell*. 2022;77:101870. doi: 10.1016/j.tice.2022.101870

Kizhina A., Uzenbaeva L., Antonova E., Belkin V., Ilyukha V., Khizhkin E. Hematological parameters in hibernating *Eptesicus nilssonii* (Mammalia: Chiroptera) collected from the North European part of Russia. *Acta Chiropterol*. 2018;20(1):273–283. doi: 10.3161/15081109ACC2018.20.1.021

Kizhina A. G., Uzenbaeva L. B., Ilyukha V. A., Trapezova L. I., Tyutyunnik N. N., Trapezov O. V. Selection for behavior and hemopoiesis in American mink (*Neovison vison*). *J. Vet. Behav. Clin. Appl Res*. 2017;17:38–43. doi: 10.1016/j.jveb.2016.09.004

Kizhina A. G., Uzenbaeva L. B., Ilyukha V. A., Tyutyunnik N. N. Morphological abnormalities of blood and bone marrow leukocytes and age-related changes of different leukocyte counts in American minks (*Neovison vison*). *Turk. J. Vet. Anim. Sci*. 2017;41:570–577. doi: 10.3906/vet-1610-82

Kozhevnikova L. K., Tyutyunnik N. N., Unzhakov A. R., Meldo H. I. Lactate dehydrogenase isoenzymes during seasonal adaptations of predatory fur animals. *J. Evol. Biochem. Physiol*. 2000;36(1):24–29. (In Russ.)

Kozhevnikova L. K., Tyutyunnik N. N., Unzhakov A. R., Meldo H. I. Species specificity of isozyme profiles of lactate dehydrogenase in rodent organs of different ecogenesis. *Russian Journal of Physiology*. 2004;90(2):187–192. (In Russ.)

Lange K. A. Development and organization of physiological science in the USSR: Essays. Moscow: Nauka; 1978. 302 p. (In Russ.)

Malinina G. M. Influence of age, season of the year and genotype on the activity of lysozyme, beta-lysins and complement of mink blood serum: Summary of PhD (Cand. of Biol) thesis. Leningrad; 1982. 24 p. (In Russ.)

Mel'nik E. L. Study of natural resistance factors in the American mink and blue fox: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Leningrad; 1976. 18 p. (In Russ.)

Mikheeva (Fokina) V. O., Kizhina A. G., Antonova E. P., Ilyukha V. A. Influence of daylight hours and melatonin on the morphofunctional organization of leukocytes in Syrian hamsters (*Mesocricetus auratus*). *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of Karelian Research Centre RAS*. 2022;7:38–48. (In Russ.) doi: 10.17076/eb1496 (In Russ.)

Morozov A. V., Khizhkin E. A., Svechkin E. B., Ilyukha V. A., Vinogradova I. A., Anisimov V. N., Khavinson V. K. Effects of geroprotectors on age-related changes in proteolytic digestive enzyme activities at different lighting conditions. *Bull. Exp. Biol. Med*. 2015;159(6):761–763. doi: 10.1007/s10517-015-3069-4

Night Shift Work. *IARC Monographs on the identification of carcinogenic hazards to humans*. Vol. 124. Lyon (FR): International Agency for Research on Cancer; 2020.

Oleinik V. M. Characteristics of the enzyme spectrum of the digestive tract in carnivorous mammals: DSc (Dr. of Biol.) thesis. St. Petersburg; 1997. 34 p. (In Russ.)

Oleinik V. M. Peculiarities of digestion in minks and Polar foxes of cell breeding: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Leningrad; 1985. 24 p. (In Russ.)

Ostashkova V. V. Age and seasonal dynamics of the activity of serum enzymes in Polar foxes: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Leningrad; 1984. 21 p. (In Russ.)

Rendakov N. L. Age and seasonal dynamics of thyroid hormones and cathepsins B and D in Arctic foxes (*Alopex lagopus* L.): Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Petrozavodsk; 2003. 21 p. (In Russ.)

Sergina S., Antonova E., Ilyukha V., Łapiński S., Lis M., Niedbała P., Unzhakov A., Belkin V. Biochemical adaptations to dive-derived hypoxia/reoxygenation in semiaquatic rodents. *Comp. Biochem. Physiol. B*. 2015;190:37–45. doi: 10.1016/j.cbpb.2015.08.012

Shnol' S. E. Heroes, villains, conformists of domestic science. Moscow: URSS; 2009. 720 p. (In Russ.)

Sirotkina L. N. Hormonal function of the sex glands of minks and Arctic foxes in postnatal ontogenesis and at different stages of the reproductive cycle: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Leningrad; 1989. 17 p. (In Russ.)

Suominen K. M., Kotila M., Blomberg A. S., Pihlström H., Ilyukha V., Lilley T. M. Northern bat *Eptesicus nilssonii* (Keyserling and Blasius, 1839). *Hackländer K., Zaches F. E. (eds.) Handbook of the Mammals of Europe*. Springer; 2022. P. 1–27. doi: 10.1007/978-3-319-65038-8\_45-1

Tyutyunnik N. N., Kozhevnikova L. K. Biochemical testing as a way to assess the physiological state of fur animals bred in industrial complexes. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 1996;2:39–50. (In Russ.)

Tyutyunnik N. N., Kozhevnikova L. K., Meldo H. I., Kondrashova M. K., Badovskaya L. A., Unzhakov A. R. Optimization of the physiological state and productivity of minks with succinic acid. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 1999;4:52–57. (In Russ.)

Tyutyunnik N. N., Kozhevnikova L. K., Unzhakov A. R., Meldo H. I. Changes in the isoenzyme spectrum of lactate dehydrogenase in mink organs during viral plasmacytosis. *Veterinariya = Veterinary*. 1998;4:24–27. (In Russ.)

Tyutyunnik N. N., Kozhevnikova L. K., Unzhakov A. R., Meldo H. I. Isoenzyme spectra of lactate dehydrogenase in mink and arctic fox organs in postnatal development. *Ontogenez = Ontogenesis*. 2002;33(3):218–224. (In Russ.)

Tyutyunnik N. N., Kozhevnikova L. K., Unzhakov A. R., Meldo H. I. Isoenzyme spectra of lactate dehydrogenase in the organs of fur animals of various ecogenesis. *J. Evol. Biochem. Physiol*. 2005;41(3):240–246. (In Russ.)

Tyutyunnik N. N., Kozhevnikova L. K., Meldo H. I., Unzhakov A. R., Kondrashova M. N., Badovskaja L. A. Succinic acid as a stimulator of physiological processes and productivity in farm mink. *Scientifur*. 1996;20(1):85–91.

Uzenbaeva L. B. Characteristics of the phagocytic reaction in minks and Arctic foxes of cell breeding: Summary of PhD (Cand. of Biol) thesis. Leningrad; 1980. 26 p. (In Russ.)

Uzenbayeva L. B., Golubeva A. G., Ilyukha V. A., Tyutyunnik N. N. Features of the structure of blood leukocytes in minks of various genotypes. *Vestnik VOGiS*. 2007;11(1):155–161. (In Russ.)

Uzenbaeva L. B., Ilyukha V. A., Tyutyunnik N. N., Meldo H. I., Boykov Yu. A. Mussel hydrolysate in Aleutian mink disease. *Veterinariya = Veterinary*. 1998;12:21–23. (In Russ.)

Uzenbaeva L. B., Kizhina A. G., Ilyukha V. A., Tyutyunnik N. N. Morphology and cytochemistry of abnormal cytoplasmic granules in blood leukocytes in sapphire minks (cytological and cytochemical study). *Morphologiya = Morphology*. 2011;140(6):60–64. (In Russ.)

Uzenbaeva L. B., Kizhina A. G., Kalinina S. N., Khizhkin E. A., Ilyukha V. A., Pechorina E. P., Fokina V. O. Effect of lighting regimes and the melatonin receptor antagonist luzindole on the composition of peripheral blood leukocytes of Wistar rats in postnatal ontogenesis. *Adv. Gerontol.* 2021;11:164–172. doi: 10.1134/S2079057021020156

Uzenbayeva L. B., Trapezov O. V., Kizhina A. G., Ilyukha V. A., Trapezova L. I., Tyutyunnik N. N. Effect of mutations affecting coat color on the blood lymphocyte structure in the American mink (*Mustela vison* Schreber, 1777). *Russian Journal of Genetics*. 2011;47(1):76–82. doi: 10.1134/S1022795411010182

Unzhakov A. R. Isoenzyme spectra of lactate dehydrogenase in tissues of minks (*Mustela vison* Schr.) and Arctic foxes (*Alopex lagopus* L.) as indicators of their physiological state: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. St. Petersburg; 1997. 17 p. (In Russ.)

Unzhakov A. R., Tyutyunnik N. N. Isoenzyme spectra of lactate dehydrogenase in tissues of mustelid mammals. *J. Evol. Biochem. Physiol.* 2016;52(6):398–404. (In Russ.)

Unzhakov A. R., Tyutyunnik N. N. The isozyme spectra of lactate dehydrogenase in the tissues of the raccoon dog *Nyctereutes procyonoides* in the autumn. *Biophysics*. 2016;61(4):640–646. doi: 10.1134/S0006350916040254

Unzhakov A. R., Tyutyunnik N. N., Uzenbaeva L. B., Baishnikova I. V., Antonova E. P., Chernobrovkina N. P., Robonen E. V., Ilyukha V. A. Physiological condition of American mink (*Mustela vison*) puppies under the action of an extract from needles enriched with L-arginine. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of Karelian Research Centre RAS*. 2014;5:222–227. (In Russ.)

Vinogradova I. A., Bukalev A. V., Ilyukha V. A., Lotosh T. A., Anisimov V. N., Semenchenko A. V., Zabezhinski M. A., Khizhkin E. A. Circadian disruption induced by light-at-night accelerates aging and promotes tumorigenesis in young but not in old rats. *Aging*. 2010;2(2):82–92. doi: 10.18632/aging.100120

Поступила в редакцию / received: 10.05.2023; принята к публикации / accepted: 13.05.2023.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

### Илюха Виктор Александрович

д-р биол. наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории экологической физиологии животных ИБ КарНЦ РАН; профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и здоровьесберегающих технологий Института физической культуры спорта и туризма ПетрГУ

e-mail: [ilyukha.62@mail.ru](mailto:ilyukha.62@mail.ru)

### Тютюнник Николай Николаевич

д-р с.-х. наук

e-mail: [tyutyunnik41@mail.ru](mailto:tyutyunnik41@mail.ru)

### Калинина Светлана Николаевна

канд. биол. наук, старший научный сотрудник, руководитель лаборатории экологической физиологии животных ИБ КарНЦ РАН; доцент кафедры физиологии человека и животных, патофизиологии Медицинского института ПетрГУ

e-mail: [cvetnick@yandex.ru](mailto:cvetnick@yandex.ru)

## CONTRIBUTORS:

### Ilyukha, Viktor

Dr. Sci. (Biol.), Associate Professor, Chief Researcher at the Laboratory of Animal Ecophysiology, Institute of Biology KarRC RAS; Professor of Life Safety and Health-Saving Technologies Department, Institute of Physical Education, Sport and Tourism, PetrSU

### Tyutyunnik, Nikolai

Dr. Sci. (Agr.)

### Kalinina, Svetlana

Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Head of Laboratory of Animal Ecophysiology, Institute of Biology KarRC RAS; Associate Professor of Human and Animal Physiology, Pathophysiology Department, Institute of Medicine, PetrSU