

УДК 577.112.385:636.087.73

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЩЕНКОВ АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ (*MUSTELA VISON*) ПРИ ДЕЙСТВИИ ЭКСТРАКТА ИЗ ОБОГАЩЕННОЙ L-АРГИНИНОМ ХВОИ**

**А. Р. Унжаков<sup>1</sup>, Н. Н. Тютюнник<sup>1</sup>, Л. Б. Узенбаева<sup>1</sup>, И. В. Баишникова<sup>1</sup>,  
Е. П. Антонова<sup>1</sup>, Н. П. Чернобровкина<sup>2</sup>, Е. В. Робонен<sup>2</sup>, В. А. Илюха<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт биологии Карельского научного центра РАН

<sup>2</sup>Институт леса Карельского научного центра РАН

Установлено, что экстракт из биомассы хвои 10-летней сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), содержащий разные дозы L-аргинина, оказывает положительное влияние на жизнеспособность, рост и развитие ослабленных щенков американской норки. Введение в рацион хвойного препарата двухмесячным щенкам в оптимальных дозах способствует улучшению физиологического состояния, поддерживает высокий уровень неспецифической защитной реакции и костномозгового кроветворения.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** норка, аргинин, биомасса хвои, жизнеспособность, рост, развитие, гематологические показатели.

**A. R. Unzhakov, N. N. Tyutyunnik, L. B. Uzenbaeva, I. V. Baishnikova,  
E. P. Antonova, N. P. Chernobrovkina, E. V. Robonen, V. A. Ilyukha.  
PHYSIOLOGICAL STATE OF AMERICAN MINK KITS (*MUSTELA VISON*)  
UNDER THE EFFECT OF EXTRACT FROM PINE NEEDLES ENRICHED IN  
L-ARGININE**

It was shown that an extract from the needle biomass of 10-year-old *Pinus sylvestris*, containing different doses of L-arginine, had a positive effect on the viability, growth and development of weakened mink kits. The addition of the extract of pine needles to the diet in optimal doses maintains a high level of non-specific defense reactions and activates of bone marrow hematopoiesis.

**K e y w o r d s:** mink, arginine, biomass of pine needles, viability, growth, development, hematological indices.

---

Одной из важнейших проблем в физиологии питания млекопитающих является обеспечение животных полноценным и сбалансированным рационом [Черепанов, Кальницкий, 2013]. В условиях технологии интенсивного разведения и содержания в неволе хищных

пушных зверей большое внимание уделяется составу рациона, в частности качеству белков. В силу ряда финансовых проблем в зверохозяйствах для кормления животных часто используются неполноценные по аминокислотному составу корма, что приводит к наруше-

нию метаболизма [Балакирев и др., 2007]. Так, недостаток в рационе незаменимых аминокислот, в т. ч. и L-аргинина, в период беременности и лактации самок норок сказывается на физиологическом состоянии потомства. Щенки от таких самок рождаются нежизнеспособными или ослабленными, у них наблюдаются дистрофические изменения в органах и тканях, замедление роста и развития, изменение функции кроветворения и иммунной системы. В связи с этим поиск биологически активных веществ и кормовых добавок, обеспечивающих повышение жизнеспособности и сохранности ослабленных щенков пушных зверей, в частности норок, является актуальным.

В организме млекопитающих аргинин является предшественником для синтеза не только белков, но и оксида азота, мочевины, цитруллина, полиаминов, пролина, глутамата, креатина и агматина [Wu et al., 2009]. Установлено, что аргинин играет существенную роль при формировании меха у норок [Leoschke, Elvehjem, 1959], и несбалансированность кормовых рационов по микроэлементам и аминокислотам, включая аргинин, может приводить к «стрижке» меха [Супрун, 2005]. Известно, что добавки аргинина оказывают положительное влияние на ростовые процессы, а также на показатели иммунитета.

По отношению к аргинину хищные млекопитающие (*Carnivora*) представляют особую группу. По мнению некоторых авторов [Eisert, 2011], специфический обмен белка и потребность в отдельных аминокислотах хищников связаны с размерами мозга и необходимостью усиления глюконеогенеза для обеспечения мозга глюкозой. Среди этой систематической группы по типу питания и потребности в аргинине выделяют условную группу «гиперхищников». Так, домашние кошки (*Felis silvestris*) могут служить примером «гиперхищников», поскольку являются животными, получающими энергию в основном за счет белка пищи [Holliday, Steppan, 2004; Wang, Tedford, 2008]. В эту же группу кроме кошек включают и норок (*Mustela vison*), обладающих значительно более высокой потребностью в пищевом белке по сравнению со всеядными животными [Greaves, Scott, 1960; Rogers, Morris, 1979; NRC, 1982, 2006; MacDonald et al., 1984; Damgaard et al., 1998].

Целью настоящей работы явилось изучение влияния препарата из биомассы хвои, содержащего различные дозы L-аргинина, на сохранность, рост, развитие и гематологические показатели у ослабленных щенков американской норки.

## Материалы и методы

Работа выполнена с использованием приборно-аналитической базы Центра коллективного пользования научным оборудованием ИБ КарНЦ РАН.

Объектом исследования служили щенки американской норки (*Mustela vison*) зверохозяйства «Пряжинское» Республики Карелия. Все экспериментальные животные содержались на стандартном хозяйственном сбалансированном по основным компонентам рационе, включающем на 100 ккал 8,76–8,97 г переваримого белка, 4,67–4,87 г жира и 3,45–4,04 г безазотистых экстрактивных веществ. В возрасте двух месяцев щенки с учетом массы тела и пола были разделены на 6 групп по 10 щенков (5 самок и 5 самцов) в каждой. Первая контрольная группа была сформирована из числа нормально развивающихся щенков, вторая – из ослабленных, в корм которых препарат из биомассы хвои не вводили. Подопытным животным 3–6-й групп, отстающим в развитии, введение в корм хвойного экстракта с разным содержанием L-аргинина (3,7–10,3 мг/кг массы тела) осуществляли ежедневно в течение 14 дней с 26 июня по 10 июля. Препарат L-аргинина был получен из биомассы хвои 10-летней сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), выращенной при высоком уровне внесения в почву азотного удобрения [Чернобровкина и др., 2010, 2013]. Животных взвешивали и учитывали их сохранность (жизнеспособность) в течение 4 месяцев. Взятие крови проводили после 14-дневного скармливания препарата. Гематологические показатели определяли по стандартным методикам [Берестов, 2005]. Окраску мазков для подсчета лейкоформулы проводили по Паппенгейму–Крюкову [Узенбаева и др., 2004].

Полученные данные обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики с применением программного обеспечения Statgraphics 2.0 for Windows. Для сравнения различий между группами использовали параметрический t-критерий Стьюдента и непараметрический критерий Уилкоксона–Манна–Уитни. Сходство групп при многомерном оценивании производили с помощью кластерного анализа [Ивантер, Коросов, 2011; Коросов, Горбач, 2007].

Работа выполнена с соблюдением международных принципов Хельсинкской декларации о гуманном отношении к животным и правил проведения работ с использованием экспериментальных животных [Этическая экспертиза..., 2005].

## Результаты и обсуждение

Введение в рацион американских норок хвойного экстракта, содержащего аргинин в оптимальных дозах, оказало положительное влияние на динамику и прирост массы тела животных (табл. 1). Наибольший прирост живой массы наблюдался у щенков 4-й и 5-й подопытных групп и составил у самок 189–205 %, а у самцов 199–203 % по сравнению со 2-й контрольной группой. В 3-й и 6-й подопытных группах положительный эффект добавки на прирост массы тела был менее выраженным. Максимальная масса тела к концу эксперимента среди подопытных животных выявлена в 4-й и 5-й группах, в которых щенки получали хвойный препарат с оптимальным содержанием L-аргинина. К началу октября масса тела у самок и самцов подопытных животных находилась в пределах показателей 1-й контрольной группы. В 3-й и 6-й подопытных группах как у самок, так и у самцов под влиянием добавки ростостимулирующий эффект был менее выраженным.

Установлено, что к концу опыта сохранность щенков 1-й контрольной группы (нормальные щенки) составила 80 %, что сопоставимо с обычными результатами для норок [Dunstone, 1993]. В то же время во 2-й контрольной группе (ослабленные щенки) выживаемость щенков составила всего 30 %. Наиболее высокая сохранность щенков (50–60 %) выявлена в 4-й и 5-й

группах, которые получали хвойный экстракт с оптимальным содержанием L-аргинина.

Содержание эритроцитов и уровень гемоглобина у обследованных норок (табл. 2) соответствовали нормальным значениям, характерным для данного возраста [Берестов, 2005]. Однако наименьшее количество эритроцитов было выявлено у ослабленных щенков 2-й (контрольной) и 3-й (подопытной) групп. При этом у ослабленных щенков в контроле (2-я группа) концентрация гемоглобина также оказалась ниже, чем у нормально развивающихся щенков 1-й группы, и особенно по сравнению с показателями 4-й и 5-й групп. Полученные данные свидетельствуют о том, что введение добавки в оптимальных дозах оказывает выраженное влияние на эритропоэз у ослабленных щенков.

Количество лейкоцитов в периферической крови у исследованных животных находилось на высоком уровне и различия между группами были незначительными. Изменения выявлены в составе лейкоформулы, характеризующей соотношение различных типов клеток. У ослабленных щенков наблюдалось увеличение количества молодых форм – палочкоядерных нейтрофильных лейкоцитов, отражающее активацию костномозгового кроветворения, в то время как у нормально развивающихся щенков, за некоторым исключением, содержание незрелых нейтрофилов находилось в пределах нормы. Относительно высокое ко-

Таблица 1. Влияние препарата из биомассы хвои, содержащего L-аргинин в разных дозах, на динамику массы тела щенков американской норки, г ( $M \pm m$ )

Дата взвешивания	Группы					
	1	2	3	4	5	6
	Контрольные щенки		Подопытные ослабленные щенки			
нормальные	ослабленные	(доза препарата: 3,7–10,3 мг/кг массы тела) *				
	Самки					
26 июня	423 ± 10	308 ± 24	291 ± 33	279 ± 24	288 ± 26	301 ± 40
10 июля	485 ± 39	295 ± 57	355 ± 59	286 ± 21	346 ± 32	322 ± 48
26 июля	617 ± 29	418 ± 45	393 ± 94	551 ± 93	490 ± 30	418 ± 111
10 августа	1104 ± 67	520 ± 57	641 ± 165	1068 ± 128 <sup>2</sup>	1119 ± 65 <sup>3</sup>	909 ± 109 <sup>1</sup>
10 октября	1562 ± 102	989 ± 53	1244 ± 270	1571 ± 52 <sup>3</sup>	1687 ± 89 <sup>3</sup>	1310 ± 123 <sup>1</sup>
	Прирост массы тела, г – по сравнению с исходными данными					
	1139	681	953	1292	1399	1009
	Прирост массы тела, в % по отношению к контролю (ослабленные щенки)					
	167	100	140	189	205	148
	Самцы					
26 июня	478 ± 53	303 ± 37	344 ± 19	370 ± 20	355 ± 26	338 ± 80
10 июля	539 ± 71	375 ± 56	368 ± 28	361 ± 81	437 ± 45	421 ± 77
26 июля	734 ± 63	422 ± 42	470 ± 57	498 ± 32	630 ± 25	511 ± 46
10 августа	1709 ± 169	707 ± 42	937 ± 60 <sup>1</sup>	1458 ± 132 <sup>2</sup>	1623 ± 32 <sup>3</sup>	887 ± 21
10 октября	1847 ± 125	1033 ± 74	1523 ± 163 <sup>1</sup>	1827 ± 73 <sup>3</sup>	1835 ± 29 <sup>3</sup>	1599 ± 142 <sup>1</sup>
	Прирост массы тела, г – по сравнению с исходными данными					
	1369	730	1179	1457	1480	1261
	Прирост массы тела, в % по отношению к контролю (ослабленные щенки)					
	187	100	163	199	203	173

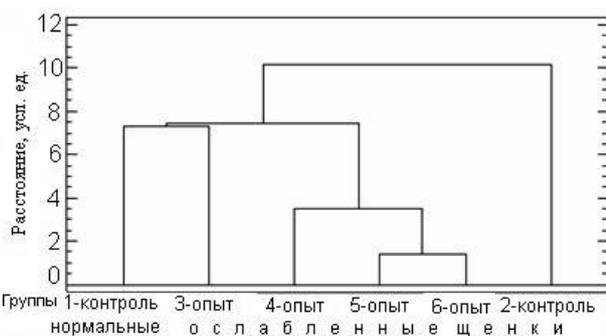
Примечание. \* – по материалам исследований подана заявка на изобретение в ФИПС, которая находится в стадии рассмотрения. <sup>1</sup> – (p < 0,05), <sup>2</sup> – (p < 0,01), <sup>3</sup> – (p < 0,001) – изменения достоверны по сравнению с контрольной группой ослабленных щенков.

Таблица 2. Влияние препарата из биомассы хвои, содержащего L-аргинин в разных дозах, на гематологические показатели щенков американской норки, ( $M \pm m$ )

Показатели	Группы					
	1	2	3	4	5	6
	Контрольные щенки		Подопытные щенки			
	нормальные	ослабленные	доза препарата: 3,7–10,3 мг/кг массы тела			
Эритроциты, $10^{12}/л$	$7,3 \pm 0,1$	$6,4 \pm 0,2$	$6,2 \pm 0,2$	$6,9 \pm 0,2$	$7,0 \pm 0,2$	$6,9 \pm 0,2$
Гемоглобин, г/100 мл	$16,3 \pm 0,3$	$14,6 \pm 0,5$	$13,7 \pm 0,6$	$17,6 \pm 0,2^2$	$16,7 \pm 0,5^1$	$15,5 \pm 0,8$
Лейкоциты, $10^9/л$	$9,8 \pm 1,0$	$10,4 \pm 1,2$	$9,6 \pm 1,2$	$10,0 \pm 1,8$	$9,8 \pm 0,9$	$9,43 \pm 1,2$
Лимфоциты, %	$21,9 \pm 3,1$	$18,4 \pm 1,8$	$19,8 \pm 3,7$	$23,8 \pm 3,7$	$20,6 \pm 4,2$	$22,1 \pm 3,2$
Моноциты, %	$8,4 \pm 1,6$	$12,4 \pm 5,5$	$11,0 \pm 1,2$	$7,2 \pm 1,6$	$10,0 \pm 1,7$	$9,0 \pm 2,8$
Нейтрофилы палочкоядерные, %	$5,2 \pm 1,5$	$11,0 \pm 2,3$	$10,4 \pm 2,6$	$12,8 \pm 4,9$	$12,4 \pm 1,5$	$17,1 \pm 4,0$
сегментоядерные, %	$63,2 \pm 2,5$	$57,4 \pm 6,9$	$58,4 \pm 3,8$	$55,4 \pm 4,3$	$56,6 \pm 3,2$	$50,7 \pm 3,8$
Эозинофилы, %	$1,0 \pm 0,4$	$0,8 \pm 0,4$	$0,8 \pm 0,2$	$0,9 \pm 0,4$	$0,40 \pm 0,3$	$0,9 \pm 0,4$
Базофилы, %	$0,2 \pm 0,2$	0	$0,1 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,1$	0	$0,1 \pm 0,2$

Примечание. <sup>1</sup> – ( $p < 0,05$ ), <sup>2</sup> – ( $p < 0,01$ ) – изменения достоверны по сравнению с контрольной группой ослабленных щенков.

личество палочкоядерных нейтрофилов у ослабленных щенков, по-видимому, явилось результатом снижения устойчивости организма и реакции на патоген бактериальной природы. Сравнение суммарного количества нейтрофилов (палочкоядерные и сегментоядерные) показало, что животные, получавшие аргинин, не отличались от щенков контрольных групп. Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что аргинин поддерживает неспецифическую защитную реакцию, осуществляемую нейтрофильным звеном лейкоцитов, на высоком уровне. Кластерный анализ показал (рис.), что все применяемые дозы препарата приближали изученные показатели «белой крови» к таковым у контрольной группы здоровых животных.



Дендрограмма сходства различных групп норок по показателям, характеризующим содержание лейкоцитов крови и лейкоформулу (метод ближайшего соседа, в анализ не включались данные по относительному содержанию палочкоядерных нейтрофилов)

Таким образом, добавка в рацион экстракта биомассы хвои, содержащего аргинин, поддерживает у ослабленных щенков норок на высоком уровне неспецифическую защитную реакцию организма, осуществляемую нейтро-

фильным звеном лейкоцитов, обеспечивает повышение концентрации гемоглобина в эритроцитах, а также высокую интенсивность роста и сохранность щенков, что свидетельствует об улучшении их физиологического состояния. Экстракт, полученный из древесной зелени сосны обыкновенной, обогащенной L-аргинином, является натуральным продуктом, содержащим различные биологически активные соединения, и может производиться из отходов лесопромышленного комплекса.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий», № гос. регистрации 01201257867, и гранта Президента РФ НШ-1410.2014.4.

Авторы выражают благодарность Э. Ф. Печориной, Т. Н. Ильиной, А. В. Морозову, Е. А. Хижкину, Т. В. Ильиной, О. К. Зайцевой за помощь в проведении экспериментов.

## Литература

- Балакирев Н. А., Кладовщиков В. Ф., Демина Т. М., Квартникова Е. Г., Перельдик Д. Н., Растимешина О. В., Лоевко Н. Н., Александрова В. С., Куликов А. Т. Нормы кормления и нормативы затрат кормов для пушных зверей и кроликов: справочное пособие. Москва: ГНУ НИИПЗК им. В. А. Афанасьева, 2007. 185 с.
- Берестов В. А. Клиническая биохимия. Петрозаводск: Карелия, 2005. 160 с.
- Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. 302 с.
- Коросов А. В., Горбач В. В. Компьютерная обработка биологических данных: методическое пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. 76 с.

Супрун А. А. Профилактика дефекта «стрижки» волосяного покрова норок // Новые энергосберегающие технологии в зоотехнии и ветеринарии: матлы межд. научно-практического семинара. Калининград, 2005. С. 172–178.

Узенбаева Л. Б., Илюха В. А., Тютюнник Н. Н., Голубева А. Г. Морфо-цитохимические исследования лейкоцитов крови пушных зверей. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2004. 24 с.

Черепанов Г. Г., Кальницкий Б. Д. Проблема взаимосвязи протеина и энергии при оценке потребностей в нутриентах и разработке систем питания продуктивных животных // Проблемы биологии продуктивных животных. 2013. № 2. С. 5–35.

Чернобровкина Н. П., Робонен Е. В., Зайцева М. И. Накопление L-аргинина в хвое сосны обыкновенной при регуляции азотного и борного обеспечения // Химия растительного сырья. 2010. № 3. С. 71–75.

Чернобровкина Н. П., Робонен Е. В., Морозов А. К., Макарова Т. Н. Накопление L-аргинина в хвое ели европейской при регуляции азотного и борного обеспечения // Труды КарНЦ РАН. Серия Экспериментальная биология. 2013. № 3. С. 159–165.

Этическая экспертиза биомедицинских исследований. Практические рекомендации / Под ред. Ю. Б. Белоусова. Москва, 2005. 156 с.

Damgaard B. M., Clausen T. N., Dietz H. H. Effect of dietary protein levels on growth performance, mortality rate and clinical blood parameters in mink (*Mustela vison*) // Acta Agric. Scand. A Anim. 1998. Vol. 48. P. 38–48.

Dunstone N. The mink., London: T&AD Poster natural history, 1993. 232 p.

Eisert R. Hypercarnivory and the brain: protein requirements of cats reconsidered // J. Comp. Physiol. B. 2011. Vol. 181. P. 1–17.

Greaves J. P., Scott P. P. Nutrition of the cat // Br. J. Nutr. 1960. Vol. 14. P. 361–369.

Holliday J. A., Steppan S. J. Evolution of hypercarnivory: the effect of specialization on morphological and taxonomic diversity // Paleobiology 2004. Vol. 30. P. 108–128.

Leoschke W. L., Elvehjem C. A. The importance of arginine and methionine for the growth and fur development of mink fed purified diets // J. Nutr. 1959. Vol. 89. P. 147–150.

MacDonald M. L., Rogers Q. R., Morris J. G. Nutrition of the domestic cat, a mammalian carnivore // Annu Rev. Nutr. 1984. Vol. 4. P. 521–562.

National Research Council Nutrient requirements of dogs and cats. National Academies Press, Washington, DC. 2006 (в тексте – NRC).

National Research Council Nutrient requirements of mink and foxes. National Academy Press, Washington, DC. 1982 (в тексте – NRC).

Rogers Q. R., Morris J. G. Essentiality of amino acids for the growing kitten // J. Nutr. 1979. Vol. 109. P. 718–723.

Wang X. M., Tedford R. H. How dogs came to run the world // Nat. Hist. 2008. Vol. 117. P. 18–23.

Wu G., Bazer F. W., Davis T. A., Kim S. W., Li P. Arginine metabolism and nutrition in growth, health and disease // Amino Acids. 2009. Vol. 37. P. 153–168.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

### Унжаков Алексей Рудольфович

старший научный сотрудник, к. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
эл. почта: uar@bio.krc.karelia.ru  
тел.: (8142) 573107

### Тютюнник Николай Николаевич

главный научный сотрудник, д. с.-х. н., профессор  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
эл. почта: tyutyunnik@krc.karelia.ru  
тел.: (8142) 573107

### Узенбаева Людмила Борисовна

старший научный сотрудник к. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910,  
эл. почта: uzenb@bio.krc.karelia.ru  
тел.: (8142) 573107

### Баишникова Ирина Валерьевна

главный биолог, к. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910,  
эл. почта: iravbai@mail.ru  
тел.: (8142) 573107

### Unzhakov, Alexei

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: uar@bio.krc.karelia.ru  
tel.: (8142) 573107

### Tyutyunnik, Nikolay

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: tyutyunnik@krc.karelia.ru  
tel.: (8142) 573107

### Uzenbaeva, Lyudmila

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: uzenb@bio.krc.karelia.ru  
tel.: (8142) 573107

### Baishnikova, Irina

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: iravbai@mail.ru  
tel.: (8142) 573107

**Антонова Екатерина Петровна**

стажер-исследователь  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910,  
эл. почта: antoonkina@rambler.ru  
тел.: (8142) 573107

**Чернобровкина Надежда Петровна**

ведущий научный сотрудник, д. б. н.  
Институт леса Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910,  
эл. почта: chernobr@krc.karelia.ru  
тел.: (8142) 768160

**Робонен Елена Вильямовна**

ведущий физик  
Институт леса Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910,  
эл. почта: er51@bk.ru  
тел.: (8142) 768160

**Илюха Виктор Александрович**

зав. лаб. экологической физиологии животных, д. б. н.  
Институт биологии Карельского научного центра РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск,  
Республика Карелия, Россия, 185910  
эл. почта: ilyukha@bio.krc.karelia.ru  
тел.: (8142) 573107

**Antonova, Ekaterina**

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: antoonkina@rambler.ru  
tel.: (8142) 573107

**Chernobrovkina, Nadezhda**

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: chernobr@krc.karelia.ru,  
tel.: (8142) 768160

**Robonen, Elena**

Forest Research Institute, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: er51@bk.ru,  
tel.: (8142) 768160

**Ilyukha, Victor**

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk,  
Karelia, Russia  
e-mail: ilyukha@bio.krc.karelia.ru  
tel.: (8142) 573107