

3. Атлас Кировской области. Федеральная служба геодезии и картографии России. М. 1997. 32 с.
4. Природа Кировской области / Под ред. С.Л. Щекленна. Ч. 2. С. 72–96.
5. Дьяконов К.Н., Аношко В.С. Мелиоративная география. М.: Изд-во МГУ, 1995. 254 с.
6. Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища. М. 1987. 331 с.
7. ГОСТ 17.1.1.02-77 Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов.
8. Водохозяйственный паспорт Белохолуницкого водохранилища. Сост. РОСГИПРОВОДХОЗ. М. 1981.
9. Водохозяйственный паспорт Омутнинского водохранилища. Сост. РОСГИПРОВОДХОЗ. М. 1981.
10. Проект «Правила использования водных ресурсов Большого Кирсинского водохранилища». ООО «Научно-производственное объединение «Омега». Пермь. 2012. 30 с.
11. Водохозяйственный паспорт Чернохолуницкого водохранилища. Сост. ОАО «Кировводпроект».
12. Государственный водный реестр: электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.textual.ru/gvr/>
13. <http://kosmosnimki.ru>
14. Кулявина Т.И., Домнина Е.А. Изучение экологического состояния Омутнинского водохранилища // Формирование и реализация экологической политики на региональном уровне: Материалы V всероссийской научно-практической конференции. Ч. 1. Ярославль. Изд-во ЯГПУ, 2011. С. 92–95
15. Ильина Е.К., Макаренко З.П., Поярков Ю.А. Результаты гидрологических исследований Белохолуницкого пруда и рек Белая Холуница, Погорелка в г. Белая Холуница Белохолуницкого района Кировской области // Экология родного края: проблемы и пути решения: Материалы Всерос. молод. науч.-практич. конф. с междунар. участием. Книга 1. Киров. 2012. С. 56–57.
16. Отчёт по договору № 1/ОП-2011 на выполнение научно-исследовательских работ по теме «Изучение степени эвтрофикации Омутнинского водохранилища (пруда)». Киров, 2012. 121 с.

УДК 599.323.43:591.147.1-14:539.16.04

Морфологическое состояние щитовидной железы полёвок-экономок, обитающих в условиях повышенного уровня естественной радиоактивности

© 2013. О. В. Раскоша, к.б.н., н.с., О. В. Ермакова, д.б.н., в.н.с.,
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,
e-mail: raskosha@ib.komisc.ru, ermakova@ib.komisc.ru

В статье приведены результаты изучения состояния щитовидной железы (ЩЖ) полёвок-экономок, отловленных на участках с нормальным и повышенным уровнем радиоактивного загрязнения (Ухтинский район, Республика Коми). Выявлено, что внутривидовые процессы оказывают модифицирующее действие на структурно-функциональное состояние ЩЖ мышевидных грызунов в условиях радиоактивного загрязнения среды обитания. По морфологическим параметрам в фазу спада по сравнению с пиком численности популяции полёвок тиреоидная паренхима находится в менее активном состоянии. Обитание популяций полёвок-экономок в течение многих поколений в условиях повышенного уровня естественной радиоактивности вызывает существенные отклонения от контроля в структурно-функциональном состоянии ЩЖ. Эффективность радиационного воздействия зависит от пола, возраста животного, участка отлова, а также от фазы популяционного цикла.

Studied a structural-functional condition of a thyroid gland of tundra voles living on sites with the increased level of a natural radioactivity (in Republic Komi areas in Russia). The condition of a thyroid gland of tundra voles, living both on control is established, that, and on sites with increased by a level radioactivity depends on the period population a cycle. High sensitivity of a thyroid gland of animals chronic influence ionizing is shown radiation in small doses which depends as on a physiological condition of a separate individual, and to a population as a whole.

Ключевые слова: щитовидная железа, морфологическое состояние, мышевидные грызуны, повышенный уровень радиоактивности, популяционные процессы

Keywords: thyroid gland, morphological condition, tundra voles, the increased natural radioactivity, factors of population

В связи с распространением в мире территорий с повышенным радиационным фоном всё острее становится проблема действия малых доз ионизирующей радиации на живые

организмы. Поэтому особый интерес вызывают работы, проводимые в природных условиях, когда живые организмы одновременно подвергаются действию комплекса факторов, которые в сочетании с ионизирующей радиацией могут вызывать самые разнообразные биологические эффекты [1 – 3]. На степень проявления радиационных воздействий могут влиять и экологические факторы, такие как биологические циклы численности животных [4].

К настоящему времени в научной литературе имеются сведения о высокой чувствительности щитовидной железы (ЩЖ) к действию различных раздражителей, в том числе и к ионизирующим излучениям [5 – 7]. В связи с этим использование для биоиндикации ЩЖ, гормоны которой участвуют в поддержании гомеостаза и осуществлении адаптации организма к постоянно изменяющимся условиям окружающей среды, представляется нам весьма актуальным. Целью работы была оценка по морфологическим параметрам состояния ЩЖ полёвок-экономок, обитающих на участках с нормальным и повышенным уровнем естественной радиоактивности, в разные фазы популяционного цикла.

Материал и методика

Исследования проводили на трёх участках, расположенных в зоне средней тайги Ухтинского района Республики Коми, различающихся преимущественно по уровню γ -фона и содержанию радионуклидов в почве и воде, но близких по экологическим условиям. Контрольный участок (1,5 га) характеризуется мощностью дозы 10–15 мкР/ч и средним кларковым содержанием радиоактивных элементов в почве: ^{238}U – $1,0 \cdot 10^{-6}$ г/г; ^{232}Th – $6,0 \cdot 10^{-6}$ г/г; ^{226}Ra – $8,0 \cdot 10^{-13}$ г/г [7]. На территории радиевого участка (1,6 га) удельная активность ^{226}Ra в почве варьирует от 0,01 до 80 Бк/г [9], что превышает среднее содержание радионуклида в почвах подобного типа, при этом удельная активность ^{238}U близка к нормальному геохимическому фону. Мощность экспозиционной дозы на радиевом участке составляет в среднем 10–1500 мкР/ч. Для урано-радиевого участка (3 га) характерно повышенное содержание ^{226}Ra (0,01–300 Бк/г) и ^{238}U (0,01–10,0 Бк/г), а также большая мощность экспозиционной дозы 20–3000 мкР/ч [10].

В качестве объекта исследования использовали полёвок-экономок (*Microtus oeconomus* Pall.), отловленных в пик и спад популяционного цикла. Продолжительность отлова на

каждом участке составила 4–5 сут при ежедневном осмотре ловушек. Относительную численность животных оценивали по количеству пойманных зверьков на 100 ловушек-суток. Возраст полёвок определяли по комплексу морфологических признаков [11].

У животных после декапитации извлекали ЩЖ, которые помещали в формалин, и далее органы подвергали стандартной гистологической обработке [12]. Срезы окрашивали реактивом Шиффа. Для морфометрических расчётов использовали срезы равной толщины (4–5 мкм), приготовленные на одном и том же микротоме с максимальной стандартизацией сроков фиксации и условий дальнейшей обработки материала. При морфометрическом исследовании тиреоидной паренхимы использовали точечный метод определения относительных объёмов тканевых компонентов органа [13], на основании полученных показателей рассчитывали индекс активности ЩЖ (ИА) – соотношение относительных объёмов эпителия и коллоида [14]. С помощью объект-микрометра МОВ-1-15^х с окулярной линейкой измеряли высоту фолликулярного эпителия, диаметры ядер, а также длинный (L) и короткий (B) поперечники фолликулов (от 50 до 100 замеров). Средний диаметр фолликулов рассчитывали по формуле $D=(L+B)/2$. По отношению среднего диаметра фолликула к высоте тиреоидного эпителия рассчитывали индекс функции железы (ИФ) [13]. Подсчитывали число тироцитов, приходящихся на 1 фолликул, и количество фолликулов на 1 поле зрения. Измерения проводили в соответствии с методическими рекомендациями, в том числе разработанными для щитовидной железы [12, 13]. Анализ препаратов проведён на световом микроскопе «NU-2» при увеличении окуляра $\times 12,5$; объектива $\times 12,5$; $\times 25$ и 100. Всего для морфологического исследования взяты ЩЖ от 123 полёвок-экономок (67 органов в «пик» и 56 в «спад» численности популяции).

Статистическую обработку результатов проводили по общепринятым методикам вариационной статистики [15]. Достоверность различий между сравниваемыми группами оценивали по t-критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования, представленные в таблицах 1 и 2, показали, что большинство исследуемых структурных параметров ЩЖ у полёвок-экономок, отловленных на

участках с нормальным (контрольный участок) и повышенным уровнем радиоактивности (радиевый и урано-радиевый участки) изменялось в соответствии с фазой численности популяции. Значения интегральных индексов (ИА и ИФ) ЩЖ свидетельствуют о снижении функциональной активности тиреоидной ткани животных в период спада численности по сравнению с пиком (рис. 1). Наши данные согласуются с полученными ранее результатами гистологического исследования тиреоидной ткани леммингов [4] и полёвок-экономок [1, 16] и косвенно подтверждают значимость эндокринных механизмов в регуляции численности популяции.

Вместе с тем обнаружены различия с контролем в аналогичную фазу численности в состоянии ЩЖ у полёвок, отловленных на участках с повышенным уровнем естественной радиоактивности. Так, у животных после действия радиационного фактора выявлено существенное уменьшение объёмной плотности и высоты фолликулярного эпителия, а также увеличение количества коллоида в тиреоидной паренхиме (особенно в спад численности популяции). Значения индексов железы подтверждали снижение функциональной активности исследуемой ткани у зверьков, отловленных на радиоактивно-загрязнённых участках по сравнению с контрольными животными (в спад численности). Выявлены расстройства кровообращения, связанные с застойным полнокровием крупных сосудов, их расширением, очаговыми кровоизлияниями (рис. 2). По данным литературы, нарушение микроциркуляции способствует развитию гипоксии в ткани, а вместе с тем дистрофии и атрофии клеток паренхимы [17]. В наших исследованиях выявлены разнообразные изменения в тироцитах, выражающиеся в искривлении их формы, трудно различимых границах клеток, вспенивании и вакуолизации цитоплазмы, представляющие собой морфологические признаки жировой и белковой дистрофии. Наряду с деструктивными процессами проявлялись также реакции компенсаторно-приспособительного характера, выражающиеся в пролиферации эпите-

оидной паренхиме (особенно в спад численности популяции). Значения индексов железы подтверждали снижение функциональной активности исследуемой ткани у зверьков, отловленных на радиоактивно-загрязнённых участках по сравнению с контрольными животными (в спад численности). Выявлены расстройства кровообращения, связанные с застойным полнокровием крупных сосудов, их расширением, очаговыми кровоизлияниями (рис. 2). По данным литературы, нарушение микроциркуляции способствует развитию гипоксии в ткани, а вместе с тем дистрофии и атрофии клеток паренхимы [17]. В наших исследованиях выявлены разнообразные изменения в тироцитах, выражающиеся в искривлении их формы, трудно различимых границах клеток, вспенивании и вакуолизации цитоплазмы, представляющие собой морфологические признаки жировой и белковой дистрофии. Наряду с деструктивными процессами проявлялись также реакции компенсаторно-приспособительного характера, выражающиеся в пролиферации эпите-

Таблица 1

Объёмные плотности структурных компонентов (%) ЩЖ полёвок-экономок с контрольного и радиоактивно-загрязнённых участков в разные фазы численности популяции

Участок отлова	Пол	Возраст, кол-во животных	Коллоид	Фолликулярный эпителий	Строма и сосуды	Экстрафолликулярные клетки
Пик численности						
Контрольный	♂	Пер. (4)	50,4±2,1	44,5±1,7	2,7±0,5	6,3±0,2
		С.п. (7)	38,9±1,0	54,6±0,9	3,0±0,4	6,2±0,7
	♀	С.п. (12)	48,8±1,4	45,8±1,1	2,6±0,3	3,8±0,4
Радиевый	♂	Пер. (6)	52,9±2,2	40,1±1,7	4,2±0,7	6,1±0,2
		С.п. (12)	50,0±1,8	44,6±1,5	3,3±0,4	5,0±0,5*
Урано-радиевый	♂	Пер. (4)	45,3±1,9	49,3±0,3*	2,0±1,0	6,2±0,7
		С.п. (4)	39,1±3,2	49,5±2,7	3,0±0,7	5,5±0,4
	♀	Пер. (14)	50,2±1,5	43,8±1,4	2,5±0,7	6,1±0,7
		С.п. (4)	45,8±1,9	47,7±2,5	3,2±1,2	6,2±0,7*
Спад численности						
Контрольный	♂	С.п. (3)	44,5±2,4	46,8±2,7	6,1±0,8	5,1±1,2
	♀	С.п. (4)	42,7±2,5	46,6±2,7	5,9±0,9	2,9±0,7
Радиевый	♂	С.п. (3)	57,5±5,5*	33,3±2,4**	4,2±0,7*	2,8±0,5
		С.неп. (8)	49,1±2,3	41,5±1,7	5,3±0,6	4,3±0,6
	♀	С.п. (15)	57,9±3,5**	34,9±2,9**	4,7±1,0	6,4±0,3***
		С.неп. (6)	45,6±1,2	44,8±1,4	5,7±0,8	4,8±1,1
Урано-радиевый	♂	С.п. (3)	60,4±5,9*	33,8±4,2*	3,0±1,0*	4,7±2,7
		С.неп. (3)	66,0±4,7	33,5±3,4	2,0±0,6	4,0±3,0
	♀	С.п. (11)	57,5±3,0**	34,0±2,8*	4,8±1,1	4,4±2,1

Примечание. Здесь и в таблице 2: Пер. – перезимовавшие, С.п. – сеголетки половозрелые, С.неп. – сеголетки неполовозрелые. Различия достоверны между контролем и опытом при * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. Достоверные различия между пиком и спадом выделены жирным шрифтом.

Таблица 2

Морфометрические показатели ЩЖ полёвок-экономок с контрольного и радиоактивно загрязнённых участков в разные фазы популяционного цикла

Участок отлова	Пол	Возраст	Мкм		Количество		Индекс функции, усл.ед.
			высота фолликулярного эпителия	диаметр ядра тироцита	тироцитов в фолликуле	фолликулов на поле зрения	
Пик численности							
Контрольный	♂	Пер.	8,0±0,3	5,1±0,1	20,1±0,8	64,3±2,0	8,3
		С.п.	8,0±0,1	6,0±0,3	16,9±0,6	89,9±2,8	8,3
	♀	С.п.	6,2±0,6	5,1±0,2	16,8±0,6	84,0±12,6	9,7
Радиевый	♂	Пер.	6,1±0,2*	5,1±0,1	19,2±1,0	82,0±5,3*	12,3*
	♀	С.п.	6,3±0,2	5,2±0,2	17,8±0,7	88,4±8,6	9,6
Урано-радиевый	♂	Пер.	5,3±0,2***	5,0±0,2	17,5±1,5	100,0±7,0***	13,2*
		С.п.	8,1±0,4	6,2±0,2	22,7±1,2***	98,2±6,6	7,4
	♀	Пер.	5,5±0,4	4,3±0,3	19,6±0,6	104,3±2,6	12,2
		С.п.	6,1±0,2	5,4±0,2	18,5±1,3	85,3±5,6	9,7
Спад численности							
Контрольный	♂	С.п.	7,2±0,2	5,4±0,1	22,4±1,3	94,7±7,1	10,1
	♀	С.п.	6,2±0,2	4,9±0,1	24,2±1,1	108±4,9	11,5
Радиевый	♂	С.п.	5,1±0,1***	4,4±0,1***	23,3±1,0	86,0±4,0	15,1
		С.неп.	5,1±0,1	4,5±0,1	17,4±0,6	117,0±7,0	10,9
	♀	С.п.	4,9±0,1***	4,8±0,2	19,5±0,8*	86,4±4,0**	13,8
		С.неп.	5,4±0,1	4,6±0,1	15,2±1,6	120,3±5,4	9,5
Урано-радиевый	♂	С.п.	6,6±0,3	5,2±0,1	16,1±1,1**	86,8±8,5	8,8
		С.неп.	4,9±0,2	4,3±0,3	19,6±1,2	83,5±1,2	13,4
	♀	С.п.	6,7±0,3	4,8±0,2	21,1±1,4	82,7±7,3*	9,7

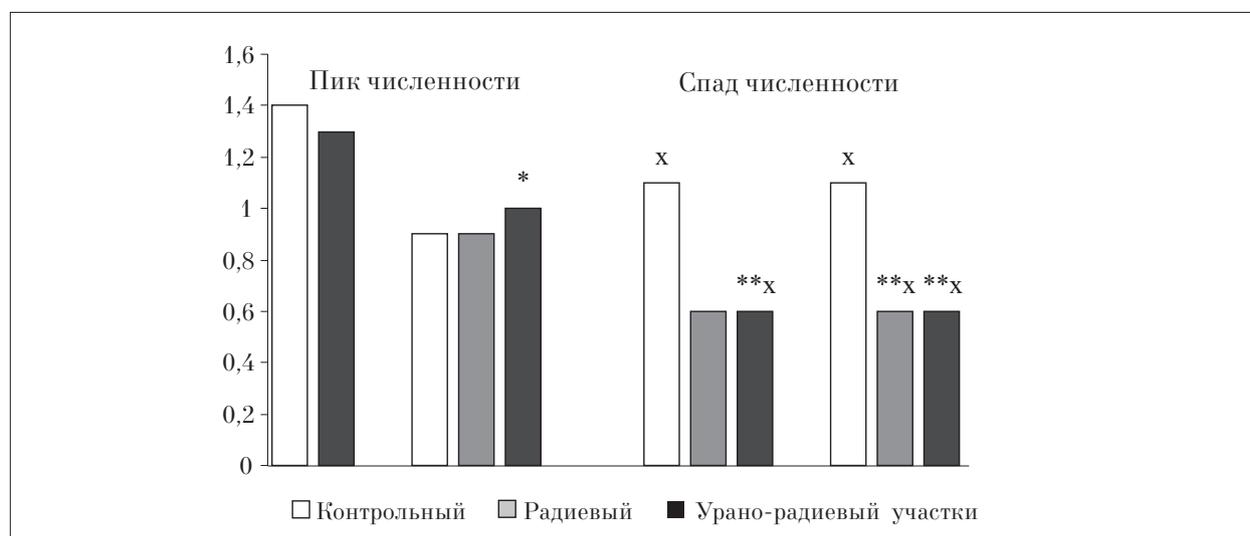


Рис. 1. Индекс активности (усл.ед.; по оси ординат) ЩЖ полёвок-экономок, отловленных на контрольном и радиоактивно загрязнённых участках. Различия достоверны между пиком и спадом при $x_p \leq 0,05$; между контролем и опытом при $*p \leq 0,05$; $**p \leq 0,01$

лия, в результате чего образовывались псевдососочки и «сандерсоновы подушки», которые представляют собой эпителиальные формирования, выпячивающиеся в просвет фолликулов (рис. 3). У одних животных с радиоактивных участков структурные перестройки охватывали значительную площадь тиреоидной паренхимы, тогда как у других лишь незначительную её часть.

Известно, что многие техногенные факторы (мутагены, радионуклиды и др.) способны индуцировать развитие патологических изменений органа, сопровождающихся усилением пролиферации. Проведённый нами анализ соотношения размерных классов фолликулов в тиреоидной ткани полёвок показал увеличение в 1,4 раза количества мелких фолликулов у животных, испытывающих радиационное воздействие, что может свидетельствовать об активизации процессов фолликулогенеза (рис. 4). Ранее выявлено, что после чернобыльской аварии ЩЖ имела преимущественно микрофолликулярное строение [1]. В работах других авторов с использованием гемитироидэктомии – стандартной модели усиления морфогенеза продемонстрировано усиление пролиферативной активности тироцитов [18].

Выраженность наблюдаемых нами морфологических и функциональных изменений ЩЖ в значительной степени зависела от типа радиоактивного загрязнения участка и наиболее ярко проявлялась у полёвок с урано-радиевого участка, который отличался от радиевого большей мощностью экспозиционной дозы, а также значительным содержанием урана, являющегося более токсичным элементом по сравнению с радием.

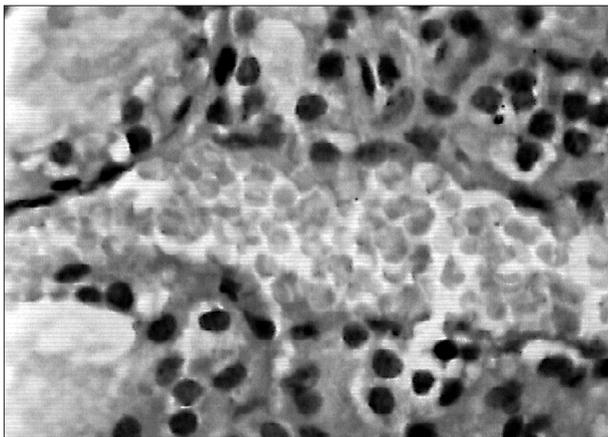


Рис. 2. Микрофото. Расширенные сосуды, застой эритроцитов в ЩЖ полёвки-экономки урано-радиевого участка в фазу спада численности популяции. Реактив Шиффа и гематоксилин; об. $\times 40$, ок. $\times 12,5$.

Кроме того, выявлены различия в реакции ЩЖ самцов и самок на хроническое облучение в малых дозах. У половозрелых самок с радиоактивных участков в обе фазы популяционного цикла происходило достоверное увеличение количества экстрафолликулярных клеток в тиреоидной ткани по сравнению с контролем. По данным литературы, появление большого количества этих клеток наблюдали при различных состояниях организма, которые можно назвать стрессовыми или, во всяком случае, необычными [19]. Так, в первый год аварии в районе Чернобыльской АЭС обнаружено, что в тиреоидной ткани полёвок-экономок количество экстрафолликулярных клеток увеличилось более чем в 7 раз по сравнению с контрольными зверьками [1]. У облучённых самцов число клеток этого типа было в пределах нормы (в фазу пика) или достоверно ниже контрольных значений (в фазу спада). Отмечено, что деструктивные нарушения и морфологические признаки угнетения тиреоидной функции в условиях повышенного уровня радиоактивности наиболее ярко проявлялись у самцов. С возрастом структурно-функциональные нарушения в ЩЖ полёвок с радиоактивно-загрязнённых участков проявлялись более отчётливо.

Большее разнообразие структурных нарушений в тиреоидной паренхиме облучённых животных отмечали в период спада численности популяции (по сравнению с пиком). Они выражались в пикнозе ядер тироцитов, полнокровии сосудов, склеивании эритроцитов в монетные столбики, обнажении стенки сосудов, более частых явлениях десквамации тиреоидных клеток в полость фолликулов. В ЩЖ

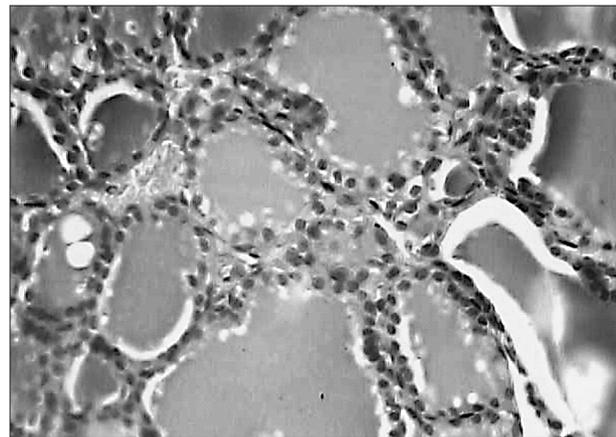


Рис. 3. Микрофото. Псевдососочки (П) и «сандерсоновы подушки» (С) в ЩЖ полёвки-экономки радиевого участка в фазу пика численности популяции. Реактив Шиффа и гематоксилин; об. $\times 25$, ок. $\times 12,5$



Рис. 4. Гистограмма распределения фолликулов разного диаметра в ЩЖ полёвок-экономок, обитавших в условиях повышенного уровня радиоактивности. По оси ординат – частота фолликулов каждого класса (в %); по оси абсцисс – средний диаметр фолликулов (в мкм)

животных в эту фазу популяционного цикла залегали различные по форме, размерам и интенсивности окраски коллоидного вещества фолликулы, большинство из которых имели гетерогенный по высоте эпителий, что отражает разную степень функциональной активности как тироцитов, так и в целом фолликулов. При высокой численности функциональная асинхронность в ЩЖ полёвок с опытных участков была менее выражена.

Таким образом, в результате проведённого исследования обнаружено, что внутривидовые процессы оказывают модифицирующее действие на структурно-функциональное состояние ЩЖ мышевидных грызунов в условиях радиоактивного загрязнения среды обитания. По большинству морфологических параметров в фазу спада по сравнению с пиком численности популяции животных тиреоидная паренхима находится в менее активном состоянии. Обнаружены существенные изменения в структурно-функциональном состоянии ЩЖ полёвок, длительное время находящихся в условиях повышенного уровня радиоактивности по сравнению с контролем, что свидетельствует о чувствительности этого органа к хроническому воздействию ионизирующей радиации в малых дозах. В целом можно заключить, что выраженность и характер ответной реакции исследуемого органа на радиоэкологический фактор зависит как от физиологического состояния отдельной особи, так и от состояния популяции в целом.

Работа выполнена при поддержке грантов «Проекты программ Президиума РАН» № 12-П-4-1021 и РФФИ № 13-04-01750А.

Литература

1. Ermakova O. V. Comparative Morphological Analysis of Peripheral Endocrine Glands of Small Mammals Inhabiting Areas with High Levels of Radioactivity and Exposed to Chronic Irradiation in Model Experiments // *Biophysics*. 2011. V. 56. № 1. P. 135–139.
2. Grigorkina E., Olenev G. East urals radioactive trace: Adaptive strategy of rodents' population // *Radio-protection*. 2011. V. 46. № 6 P. 437–443.
3. Kudyasheva A.G., Shishkina L.N., Zagorskaya N.G., Taskaev A.I // 20 Years after the Chernobyl accident: past, present and future / Ed. by E. Burlakova, V. Naidich. N.-Y.: Nova Science Publ., 2006. P. 303–329.
4. Чернявский Ф.Б., Ткачев А.В. Популяционные циклы леммингов в Арктике: Экологические и эндокринные аспекты. М.: Наука, 1982. 164 с.
5. Лушников Е.Ф., Цыб А.Ф., Ямасита С. Рак щитовидной железы в России после Чернобыля. М.: ОАО «Медицина», 2006. 128 с.
6. Надольник Л.И., Нецецкая Э.В., Кардаш Н.А. и др. Функционально-морфологическая характеристика щитовидной железы крыс в отдалённые сроки после однократного воздействия радиационного излучения в больших и малых дозах // *Радиация, биология. Радиоэкология*. 2004. Т. 44. № 5. С. 353–343.
7. Мизина Т.Ю., Ситникова С.Г. Ранние отдалённые реакции тиреоид-гонадного звена крыс разных возрастных групп на воздействие ионизирующего излу-

ния // Радиационная биология. Радиоэкология. 1998. Т. 38. Вып. 3. С. 393–398.

8. Селятицкая В.Г., Обухова Л.А. Эндокринно-лимфоидные отношения в динамике адаптивных процессов. Новосибирск. 2001. 168 с.

9. Маслов В.И. О проведении комплексных радиоэкологических исследований в биогеоценозах с повышенной радиоактивностью // Радиоэкологические исследования в природных биогеоценозах. М. 1972. С. 9–21.

10. Носкова Л.М., Шуктомова И.И. Долговременная динамика радиационной обстановки на территории бывшего радиевого производства // Экология. 2009. № 1. С. 73–76.

11. Шуктомова И.И., Носкова Л.М. Распределение ^{226}Ra и ^{232}Th на территории хранения отходов радиевого производства // Радиохимия. 2006. Т. 48. № 6. С. 533–536.

12. Тупикова Н.В., Емельянова Л.Е. К методике учёта лимингов на неогороженных площадках // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1975. Т. 80. Вып. 1. С. 145–171.

13. Основы гистологии и гистологической техники / Под ред. В.Г. Елисеева, М.Я. Субботина, Ю.А. Афанасьев и др. М.: Наука, 1967. 268 с.

14. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. М.: Медицина, 1990. 382 с.

15. Быков В.Л. Стереологический анализ щитовидной железы (обзор методов) // Арх. анат. гистол. и эмбриол. 1979. № 7. С. 124–132.

16. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика, 1998. 459 с.

17. Ермакова О.В., Раскоша О.В. Комплексная оценка состояния щитовидной железы полёвок-экономок, обитающих на участках с повышенным уровнем естественной радиоактивности // Радиационная биология. Радиоэкология. 2005. № 3. С. 351–357.

18. Попова М.Ф. Радиочувствительность и стимулирующие свойства регенерирующих тканей млекопитающих. М.: Наука, 1984. 174 с.

19. Павлов А.В., Добороджигинадзе Т.Р., Миро Т.И., Александров Ю.К. Регенерация щитовидной железы при различной локализации резецированных участков органа // Проблемы эндокринологии. № 5. 1993. С. 49–51.

20. Глумова В.А. Щитовидная железа. В кн.: Структурные основы адаптации и компенсации нарушенных функций / Под ред. Д.С. Саркисова. М.: Медицина, 1987. С. 320–328.

УДК 581.9 (471.51)

Эколого-таксономическая структура альгогруппировок почв г. Кирова

© 2013. В. А. Ефремова¹, аспирант, Л. В. Кондакова^{1,2}, д.б.н., зав. кафедрой экологии,

¹Вятский государственный гуманитарный университет,

²Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН,
e-mail: VitalinaRose@gmail.com

Приведены результаты исследований эколого-таксономической структуры альгофлоры почв различных функциональных зон г. Кирова. Представлены доминирующие и специфические виды, виды с наиболее высокой встречаемостью. Показатель степени аридности для общей урбанофлоры г. Кирова составляет 1,1. Проведён сравнительный анализ видового состава ценофлор различных типов городских местообитаний с использованием коэффициента видового сходства Сьеренсена-Чекановского и коэффициента ранговой корреляции Спирмена.

The results of studies of soil algal flora ecological-taxonomic structure of various functional areas in Kirov City are shown. Dominant and specific species are presented, as well as the species with the highest frequency of occurrence. The aridity index for overall urbanoflora in Kirov is 1.1. Comparative analysis of species composition of coenofloras of various urban habitat types is carried out with the use of the Serensen-Chekanovskiy's species similarity index and Spearman's rank correlation coefficient.

Ключевые слова: урбанизация, городские почвы, альгофлора, доминантные и специфические виды, жизненные формы

Keywords: urbanization, urban soils, algal flora, dominant and specific species, life forms

Одной из главных мировых проблем в настоящее время является урбанизация территории. В ходе урбанизации большинство экосистем бывает нарушено или разрушено вследствие раздробления среды обитания и внесе-

ния загрязнений [1]. Значительную техногенную нагрузку в городских условиях испытывают почвы. Впервые термин «городские почвы» был введён Д. Г. Бокгеймом в 1974 г. [2]. В современном понимании городские почвы –