

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПРИБОРЫ

№ 2
2014

ISSN: 2072-9952

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

**Рязанцев Г.Б., Мысливец В.И., Шипилова Л.М.,
Мнацаканян В.Г.**

Природный реактор возобновляемой энергии:
морская биогелиоэлектростанция 3

ЗАГРЯЗНЕНИЕ, КОНТРОЛЬ, АНАЛИЗ И ОХРАНА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Кранухин В.Б., Кулемин В.В., Лавриков В.А.,
Кулюхин С.А., Велешко И.Е., Велешко А.Н.**

Применение спирального фильтрующего элемента
для очистки газовых выбросов от твердых примесей 10

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

Кранивин В.Ф., Солдатов В.Ю.

Новая информационно-моделирующая технология организации и
проведения гидрофизических исследований 15

Расина Л.Н., Орехова Н.А., Вараксин А.Н.

Изменение взаимосвязей между параметрами метаболического
гомеостаза как показатель реакции на радиационное воздействие
(на примере животных зоны восточно-уральского радиоактивного
следа) 26

ЭКОЛОГИЯ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

Кузнецов К.И., Зайцев А.И., Костенко И.С.,

Куркин А.А., Пелиновский Е.Н.

Наблюдения волн-убийц
в прибрежной зоне о. Сахалин 33

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Нехорошев С.В., Нехорошев В.П.

Исследование маркирующих свойств
низкомолекулярных продуктов термоокислительной
деструкции атактического полипропилена 40

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Галченко Ю.П.

Анализ структуры экологической нагрузки
на геосферу Земли при освоении месторождений
на больших глубинах 47

Учредитель и издатель:

ООО Издательство «Научтехлитиздат»

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ
по делам печати, телерадиовещания
и средств массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-1132
Подписной индекс ОАО «Роспечать» 79218
Подписной индекс «Пресса России» 27866

**Главный редактор д-р техн. наук, проф.
Т.Г. САМХАРАДЗЕ**

Редакция:

Сердюк В.С., Боброва Е.А.,
Краснова Л.М., Паляева Ю.С.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Аксенов Ю.П., д-р техн. наук
Гавардашвили Г.В., д-р техн. наук, проф.
Галченко Ю.П., д-р техн. наук
Гузайров М.И., д-р техн. наук, проф.
Галиев А.Л., д-р техн. наук, проф.
Гуляев Ю.В., акад. РАН
Ицхак Д., д-р философии, проф., Израиль
Карась В.И., д-р физ.-мат. наук, Украина
Лагарьков А.Н., акад. РАН
Лаверов Н.П., акад. РАН
Лошак Ж., д-р физики, президент Фонда Луи де Бройля,
член Парижской АН, Франция
Матвеев В.А., д-р техн. наук, проф., заслуженный
деятель науки и техники РФ
Михайлов Ю.Б., д-р техн. наук, проф.
Мовсун-заде Э.М., д-р хим. наук, Азербайджан
Нагишвили О.Г., д-р техн. наук, акад. Национальной
АН Грузии
Проходская В.Ю., канд. биол. наук.
Проходский Ю.М., д-р техн. наук
Романов А.А., д-р техн. наук
Рыбин В.М., д-р техн. наук, проф., заслуженный деятель
науки и техники РФ
Самхарадзе Т.Г., д-р техн. наук, проф.
Тагасов В.И., д-р техн. наук, проф.
Трубецкой К.Н., акад. РАН
Федик И.И., чл.-корр. РАН
Филенко О.Ф., д-р биол. наук.
Хомич В.Ю., акад. РАН
Харгиттай И., д-р философии, член Национальной
АН Венгрии
Чебышов С.Б., д-р техн. наук, проф.
Щербаков Н.С., д-р техн. наук., проф., заслуженный
деятель науки РФ

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

Публикация статей бесплатная. Правом внеочередной
публикации пользуются аспиранты и докторанты.

Материалы, опубликованные в настоящем журнале, не
могут быть полностью или частично воспроизведены,
тиражированы и распространены без письменного
разрешения редакции.

При перепечатке отдельных частей статей ссылка
обязательна.

Подписано в печать 21.01.14.

Формат 60×88 1/8. Бумага кн.-журн. Печать офсетная.

Усл.-печ. л. 14,3. Усл. кр.-отг. 32,1. Уч.-изд. л. 19,2. Зак. 445.

Тираж 2 700 экз.

☒ Адрес редакции:

107258, Москва, Алымов пер., д. 17, стр. 2.

☎ Тел.: 8 (499) 168-04-95,

факс: 8 (499) 168-23-58. Бухгалтерия: 8 (499) 168-24-28.

✉ E-mail: esip_99@mail.ru

<http://www.tgizd.ru>

Оригинал-макет и электронная версия подготовлены

ООО Издательство «Научтехлитиздат»

Отпечатано в ООО Издательство «Научтехлитиздат».

107258, Москва, Алымов пер., д. 17, стр. 2

Л.Н. Расина
канд. биол. наук
E-mail: rasina@ios.uran.ru
(Институт органического синтеза
им. И.Я. Постовского УрО РАН)

Н.А. Орехова
канд. биол. наук
(Институт экологии растений и животных УрО РАН)

А.Н. Вараксин
доктор физ.-мат. наук, проф.
E-mail: varaksin@ecko.uran.ru
(Институт промышленной экологии УрО РАН)
г. Екатеринбург, Российская Федерация

ИЗМЕНЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ПАРАМЕТРАМИ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО ГОМЕОСТАЗА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ РЕАКЦИЙ НА РАДИАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ (НА ПРИМЕРЕ ЖИВОТНЫХ ЗОНЫ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА)

С целью изучения реакций организма млекопитающих на радиоактивное загрязнение окружающей среды проведен регрессионный анализ параметров метаболического гомеостаза у лесных мышей (*Apodemus (S.) uralensis* Pall., 1811), обитающих в зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС), и на контрольной территории с содержанием ^{90}Sr в почве до 17 и 44 кБк/м² соответственно. Определены значения коэффициентов корреляции Пирсона (r), характеризующие тесноту связи между показателями (Y и X), и значения коэффициентов уравнений регрессии (b_p), характеризующие зависимость Y от X . Смещение баланса между энергообразующими и пластическими процессами в сторону возрастания энергетического обмена в результате увеличения активности цитохромоксидазы митохондрий при более низком уровне пластических белок-синтезирующих процессов определяет возрастание физиологической напряженности клеток, тканей и организма в целом в условиях техногенного радиационного загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: зона Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС); малая лесная мышь; метаболический гомеостаз в организме; взаимосвязь биохимических показателей; регрессионный анализ.

L.N. Rasina
Cand. of Biol. Sciences
E-mail: rasina@ios.uran.ru
(Institute of Organic Synthesis named I.Ya. Postovsky Ural
Branch of Russian Academy of Sciences)

N.A. Orekhova
Cand. of Biol. Sciences
(Institute of Plant and Animal Ecology Ural Branch of Russian Academy of Sciences)

A.N. Varaksin
Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor
E-mail: varaksin@ecko.uran.ru
(Institute of Industrial Ecology the Ural Division
of the Russian Academy of Sciences)
Yekaterinburg, Russian Federation University»

THE RELATIONSHIP CHANGE BETWEEN PARAMETERS OF METABOLIC HOMEOSTASIS AS EVIDENCE OF REACTIONS TO RADIATION EXPOSURE (AN EXAMPLE OF ANIMALS WITHIN EAST-URAL RADIOACTIVE TRACK)

In order to study reactions to the radioactive contamination of the environment with wood mouse (*Apodemus (S.) uralensis* Pall., 1811), which live on the East Ural Radioactive Trace (EURT) and the control territory (^{90}Sr content in the soil to 17 MBq/m² and 44 kBq/m², respectively), the regression analysis of parameters of metabolic homeostasis (lipid and carbohydrate metabolism, energy exchange and plastic processes) was conducted. The values of the Pearson's correlation coefficients (r), describing the closeness of relationship between parameters (Y and X), and the values of the regression coefficients b_p , characterizing the dependence of Y on X were established. Shifting the balance between energy exchange and plastic processes in the direction of increasing energy metabolism by increasing the activity of the mitochondrial cytochrome oxidase at a lower level of plastic protein-synthesizing process determines the increase in physiological tension of cells, tissues and the body as a whole in the conditions of technogenic radioactive contamination of the environment.

Keywords: zone of the East Ural Radioactive Trace (EURT); *Apodemus (S.) uralensis*; the metabolic homeostasis in organism; the relationships between biochemical parameters; regression analysis.

Изучение параметров метаболического гомеостаза в организме мелких млекопитающих зоны ВУРСа является частью комплексных исследований жизнедеятельности организма и популяций в условиях загрязненной радионуклидами окружающей среды [1...4].

Цель работы – оценка изменений взаимосвязей параметров метаболического гомеостаза в организме мелких млекопитающих зоны ВУРСа как реакции на радиоактивное загрязнение среды обитания.

В задачи исследований входил регрессионный анализ биохимических показателей липидного и углеводного обмена, про- и антиоксидантных, энергообразующих и пластических процессов в организме малых лесных мышей (*Apodemus (S.) uralensis Pall., 1811*), отловленных в загрязненной радионуклидами зоне ВУРСа с содержанием ^{90}Sr в почве от 6,7 до 16,7 МБк/м², и на фоновой контрольной территории с содержанием ^{90}Sr в почве до 44 кБк/м² [5].

Проведенное в предыдущем исследовании [6] разделение выборок малых лесных мышей контрольной территории и зоны ВУРСа по параметрам метаболического гомеостаза методами дискриминантного анализа показало более выраженную реакцию на радиоактивное загрязнение

липидного и углеводного обмена по сравнению с белковым; дискриминантный анализ показал также информативность биохимических показателей лесных мышей в изучении хронического низкоинтенсивного лучевого воздействия. Изменения взаимосвязей между наиболее информативными показателями метаболического гомеостаза характеризует основы функциональной реактивности и механизмов физиологической адаптации организма и популяций к радиоактивному загрязнению среды обитания.

Степень метаболических взаимосвязей оценивали по показателям:

- липидного обмена (концентрация общих липидов и вторичного продукта их перекисного окисления (ПОЛ) – малонового диальдегида (МДА) в печени) [7, 8];
- углеводного обмена (содержание гликогена печени и концентрация глюкозы в плазме крови) [9, 10];
- про- и антиоксидантных процессов (концентрация МДА и активность каталазы в митохондриях миокарда) [8, 11];
- энергообразующих и пластических процессов (активность цитохромоксидазы митохондрий и содержание общего белка плазмы крови) [8, 12].

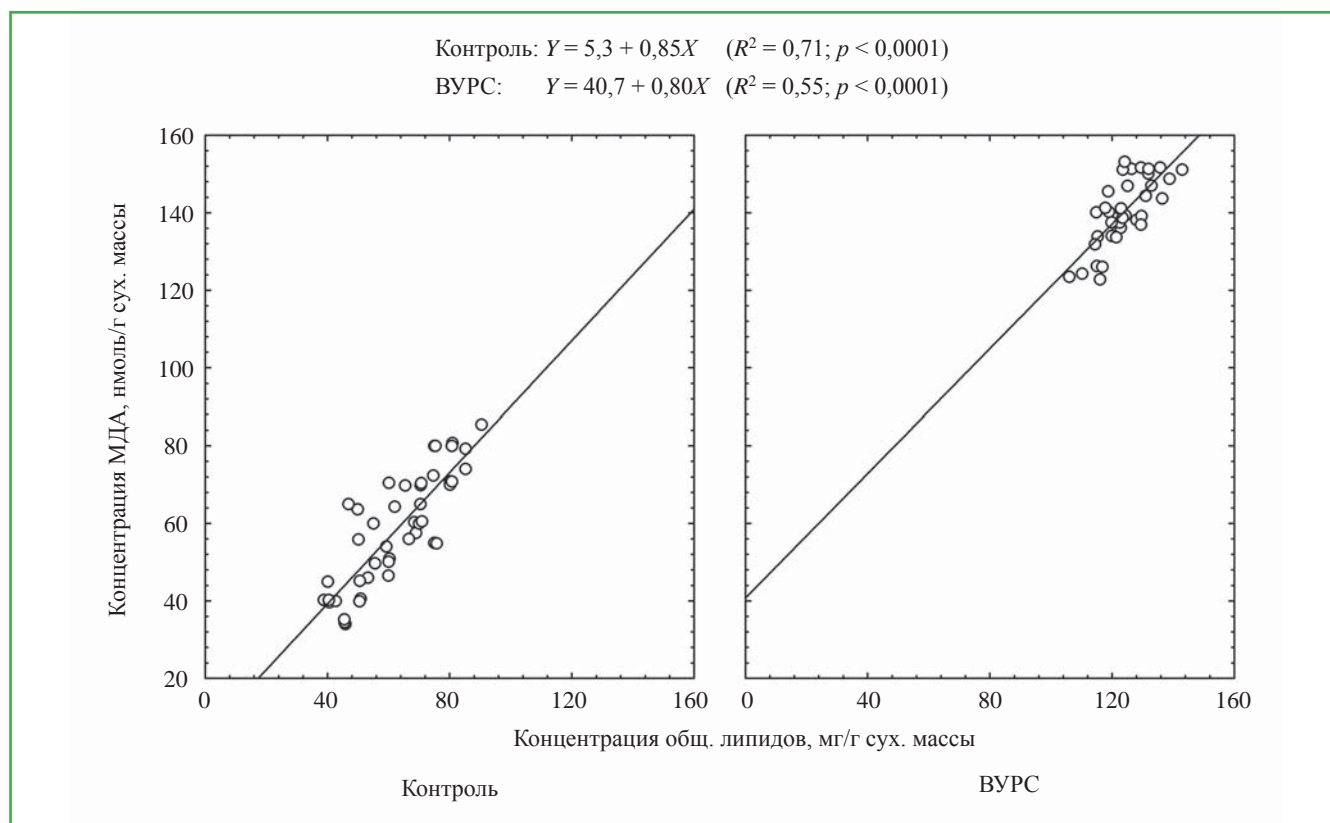


Рис. 1. Взаимосвязь показателей липидного обмена (концентрация МДА и общих липидов печени) у лесных мышей, отловленных на контрольной территории и в зоне ВУРСа

Регрессионный анализ проведен на экспериментальных данных, экстраполированных к моменту отлова животных, что позволило исключить влияние фактора «Время пребывания животных в виварии» после эвакуации их из природной среды на функционально-метаболические показатели животных [13].

Результаты исследования взаимосвязей между показателями метаболического гомеостаза представлены на рисунках 1...4.

Для показателей липидного обмена положительная корреляционная взаимосвязь между концентрацией общих липидов (значения X) и МДА (значения Y) в ткани печени отражает уровни синтеза и окисления липидных резервов организма (рис. 1). У животных контрольной территории и зоны ВУРСа отмечается высокая теснота связи между показателями (коэффициенты корреляции Пирсона $r=0,84$ и $r=0,74$ соответственно). У животных зоны ВУРСа наблюдается увеличение относительно контроля значений X и Y , а также коэффициента b_0 уравнения регрессии, связывающего Y и X (уравнение регрессии в виде $Y=b_0+b_1X$ приведено в верхней части рис. 1), что указывает на повышение уровня липидного обмена в сторону большей активации его катаболической (окислительной) составляющей. Результаты

характеризуют мобилизацию липидных резервов, возрастание в радиоактивной среде обитания потребности органов и тканей в субстратах окисления, что направлено на повышение уровня энергетического гомеостаза организма и его функциональную активацию при неблагоприятном воздействии [14].

Для показателей углеводного обмена отрицательная корреляционная взаимосвязь между концентрацией глюкозы в плазме крови (значения X) и содержанием гликогена печени (значения Y) позволяет рассматривать глюкозу в циркуляторном русле как субстрат для формирования углеводных резервов организма (рис. 2). У контрольных животных установлена высокая теснота связи между этими показателями ($r=-0,81$), тогда как в зоне ВУРСа связь менее выражена ($r=-0,54$). У животных зоны ВУРСа наблюдается уменьшение относительно контроля значений X , коэффициента b_0 уравнения регрессии при смещении значений Y в сторону более высоких величин. Результаты показывают более выраженный чем в контроле расход глюкозы в тканях в качестве источника энергии для функциональной активации, а также направленность метаболизма на восстановление запасов углеводных резервов.

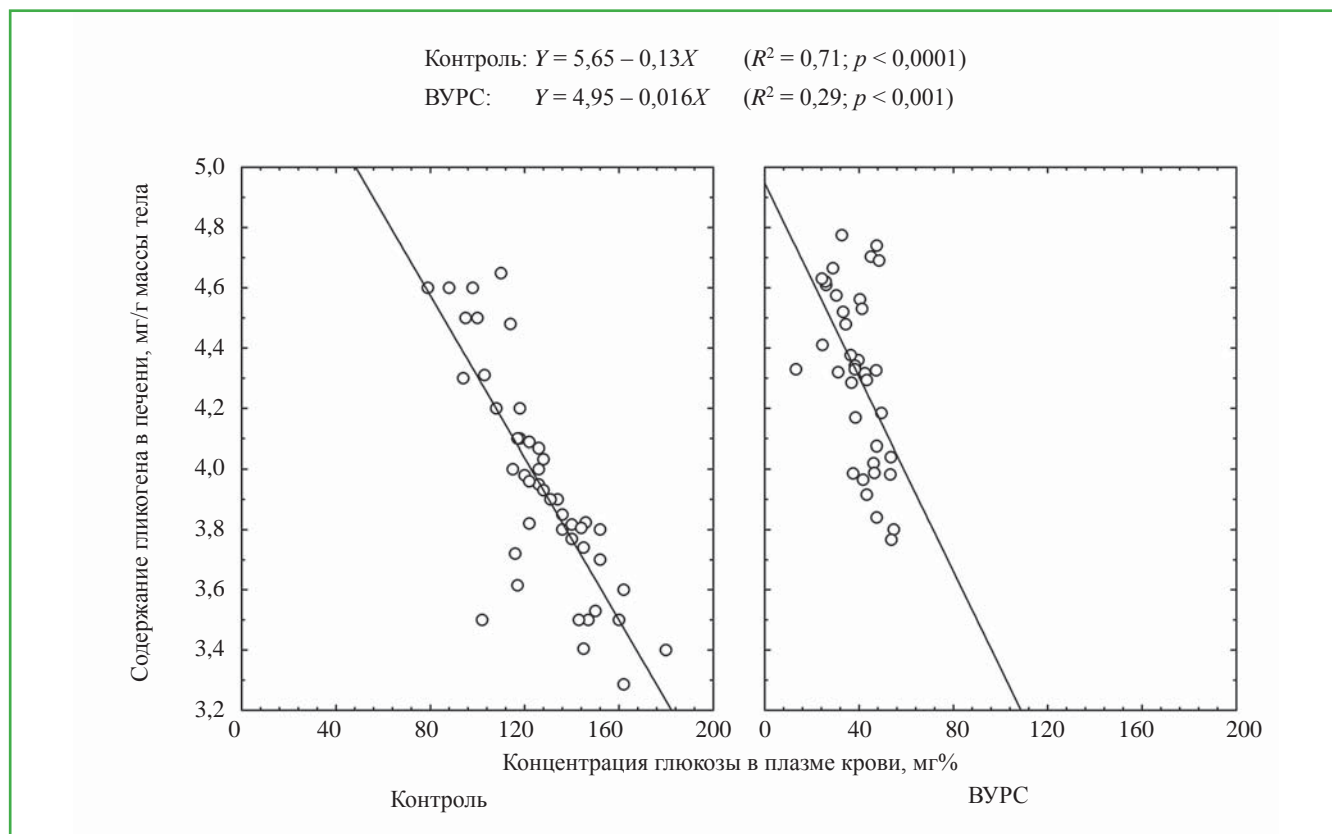


Рис. 2. Взаимосвязь показателей углеводного обмена (содержание гликогена печени и концентрация глюкозы в плазме крови) у лесных мышей, отловленных на контрольной территории и в зоне ВУРСа

Для про- и антиоксидантных процессов на контрольной территории и в зоне ВУРСа установлена положительная корреляционная взаимосвязь между активностью каталазы (значения X) и концентрацией МДА (значения Y) в митохондриях миокарда (рис. 3), что подтверждается другими исследованиями [4] и связано со способностью пероксид водорода (H_2O_2) индуцировать не только процессы ПОЛ (наблюдается накопление продуктов перекисного окисления липидных компонентов митохондриальных мембран), но и биосинтез каталазы [15]. У контрольных животных установлена высокая теснота связи между этими показателями ($r=0,97$), тогда как в зоне ВУРСа она менее выражена ($r=0,53$). У животных зоны ВУРСа наблюдается выраженное увеличение относительно контроля значений Y , коэффициента b_0 уравнения регрессии при незначительном смещении значений X в сторону более высоких величин. Это характеризует прооксидантный сдвиг, выражающийся в избыточном, относительно контроля, накоплении продуктов перекисного окисления липидных компонентов митохондриальных мембран при недостаточности функционирования антиоксидантной защиты.

На рисунке 4 показана взаимосвязь между показателями, характеризующими пластические

(белоксинтезирующие) и энергообразующие процессы. Установленное нами увеличение активности цитохромоксидазы в митохондриях печени (значения X) сопряжено с ростом содержания общего белка в плазме крови (значения Y), что подчеркивает роль энергообразующих реакций в обеспечении пластических процессов (рис. 4). Теснота связи между показателями у контрольных животных более выражена, чем в зоне ВУРСа, $r=0,76$ и $r=0,65$, соответственно. У животных зоны ВУРСа наблюдается выраженное увеличение относительно контроля значений X , коэффициента b_0 уравнения регрессии при смещении значений Y в сторону более низких величин. В условиях ВУРСа это определяет преимущественный расход энергии на функциональную активность, а не на пластические, белоксинтезирующие процессы, что свидетельствует о напряженной работе физиологических систем.

Выводы

С целью изучения реакций организма млекопитающих на радиоактивное загрязнение окружающей среды проведен корреляционный и регрессионный анализ параметров метаболического гомеостаза у лесных мышей (*Apodemus (S.) uralensis Pall., 1811*), обитающих в зоне ВУРС, и на

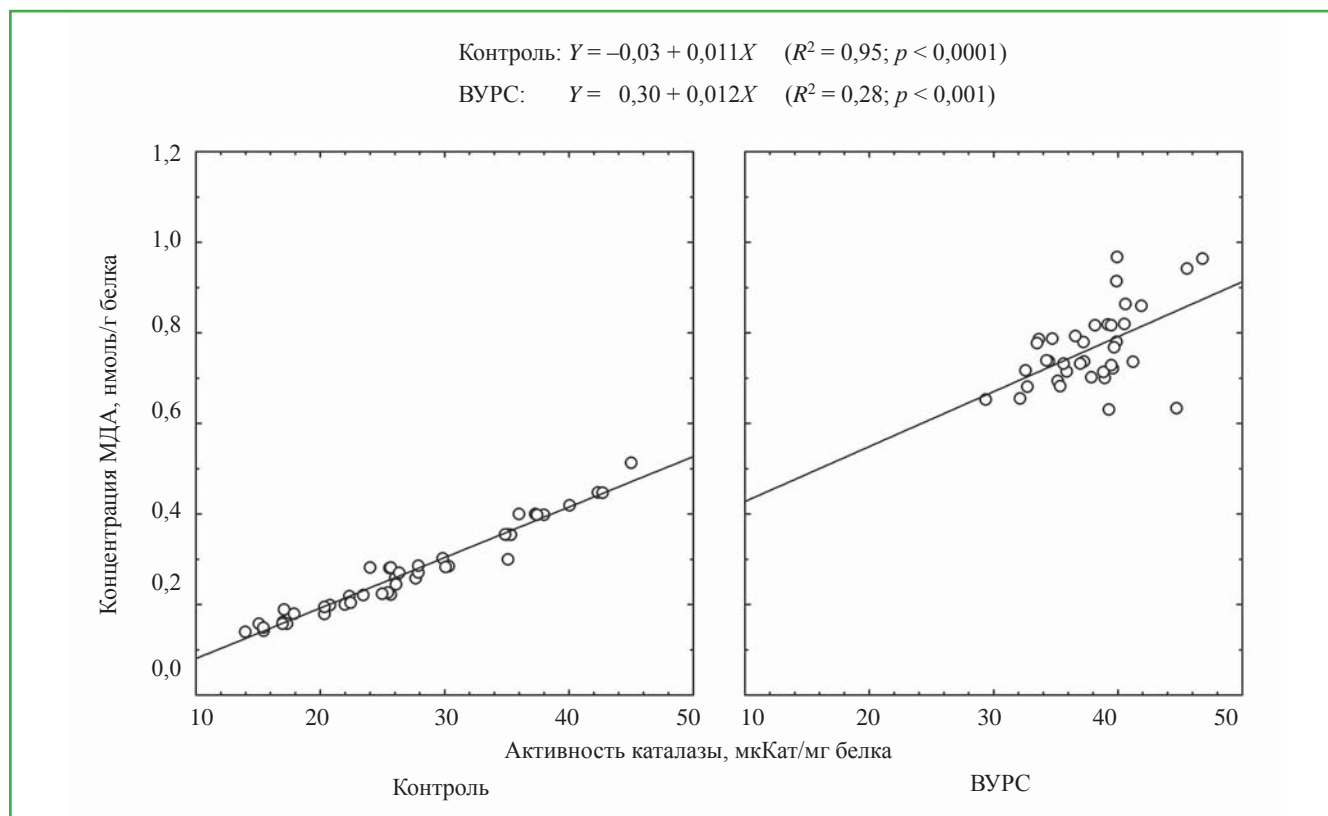


Рис. 3. Взаимосвязь показателей про- и антиоксидантных процессов (концентрация МДА и активность каталазы в митохондриях миокарда) у лесных мышей, отловленных на контрольной территории и в зоне ВУРСа

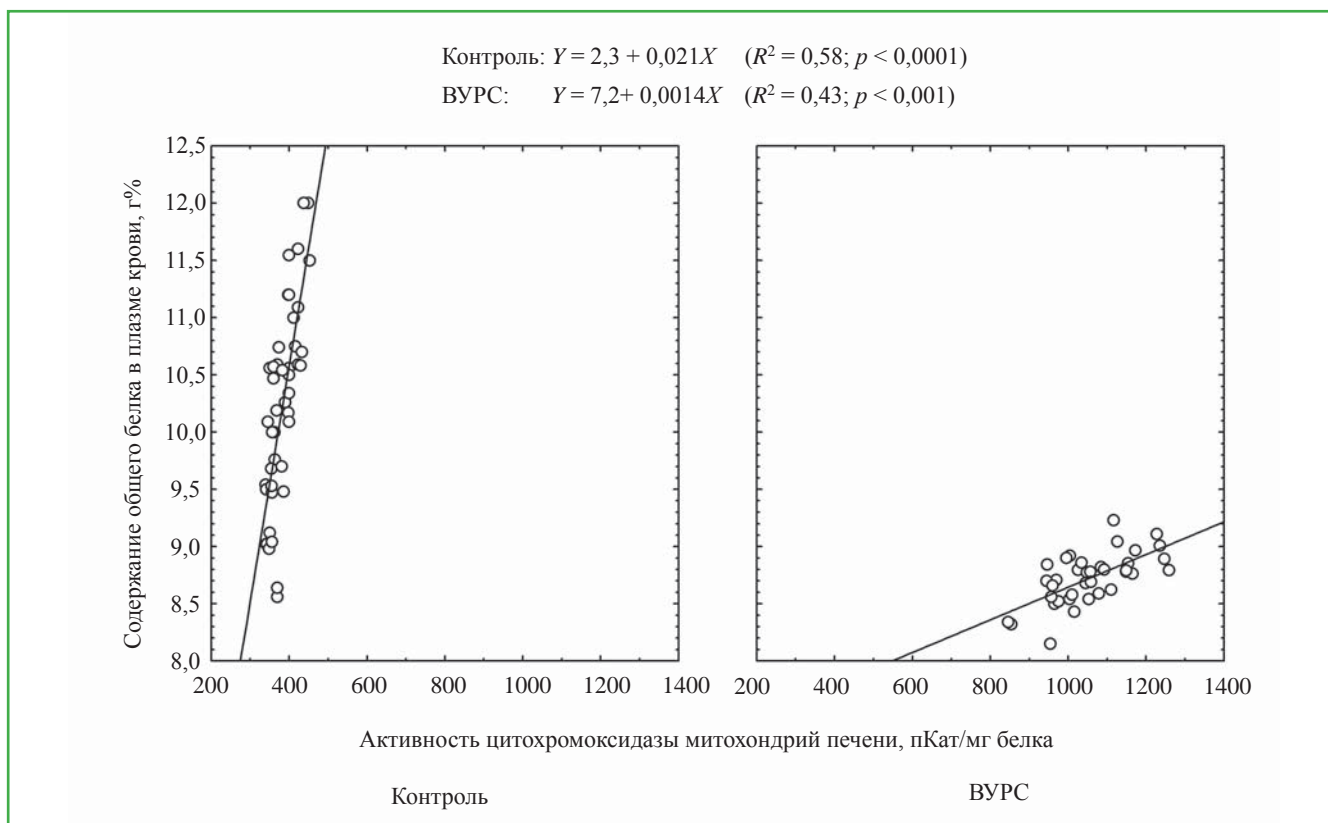


Рис. 4. Взаимосвязь показателей пластических и энергообразующих процессов (содержание общего белка плазмы и активность цитохромоксидазы митохондрий печени) у лесных мышей, отловленных на контрольной территории и в зоне ВУРСа

контрольной территории с содержанием ^{90}Sr в почве от 6,7 до 16,7 МБк/м² и до 44 кБк/м², соответственно. Определены значения парных коэффициентов корреляции Пирсона (r), характеризующие тесноту связи между показателями (Y и X), и значения коэффициентов уравнений регрессии (b_0 , b_1), характеризующие зависимость Y от X .

У животных зоны ВУРСа установлены более низкие значения коэффициентов корреляции Пирсона r (от 0,74 до 0,53), характеризующие, согласно шкале Чеддока, заметную тесноту связи между метаболическими показателями; у животных контрольной территории значения r выше 0,76 соответствуют высокой тесноте связи. Уменьшение тесноты связи между параметрами метаболического гомеостаза у животных зоны ВУРСа обусловлено, прежде всего, снижением размаха колебаний показателей, как характеристики более узких границ функционально-метаболических реакций, в рамках которых происходит физиологическая адаптация к данному типу загрязнения среды обитания, его уровню и длительности воздействия на организм и популяции.

У животных зоны ВУРСа установлены статистически значимые изменения коэффициентов b_0

уравнений регрессии (по сравнению с контролем), что свидетельствует о сдвигах в соотношении количественных значений параметров метаболического гомеостаза. В липидном и углеводном обмене, отражающем уровни синтеза и окисления липидных и углеводных резервов организма, наблюдается смещение исходного баланса в сторону катаболической (окислительной) составляющей как результата мобилизации резервов и возрастания в радиоактивной среде потребности органов и тканей в субстратах окисления для функциональной активации. Для про- и антиоксидантных процессов, характеризующих уровни процессов ПОЛ и антиокислительной активности, установлен прооксидантный сдвиг, выражающийся в избыточном относительно контроля накоплении продуктов перекисного окисления липидных компонентов митохондриальных мембран при недостаточности функционирования антиоксидантной защиты. Для энергообразующих и пластических процессов отмечена выраженная активация энергетического обмена на фоне сниженной интенсивности пластических процессов, что определяет физиологическую напряженность клеток, тканей и организма в целом в условиях техногенного радиационного воздействия.

Работа поддержана проектом № 12-М-24-2016 Программы междисциплинарных фундаментальных исследований УрО РАН и проектом № 12-П-3-1035 Программы Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Akleyev A.V., Dimov G.P., Veremeyeva G.A. et al. Early hematopoiesis inhibition under chronic radiation exposure in humans. *Radiation and environmental biophysics*. 2010. Vol. 49. № 2, pp 281...291.
2. Chumak A., Thevenov C., Gulaya N. et al. Monohydroxylated fatty acid content in peripheral blood mononuclear cells and immune status of people at long times after the Chernobyl accident. *Radiation research*. 2001. Vol. 156. № 51, pp. 476...487.
3. Orekhova N.A., Rasina L.N. Biochemical analysis of the metabolism of small rodents living in different radioecological conditions. *Russian J. Theriol*. 2012. Vol. 11. № 1, pp. 21...31.
4. Shevchenko O.G., Zagorskaya N.G., Kudyasheva A.G., Shishkina L.N. Dependence of response reaction of root voles to low-intensity irradiation on initial state of the tissue antioxidant system. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. Vol. 44. № 2, pp. 212...220.
5. Pozolotina V.N., Molchanova I.V., Mikhailovskaya L.N., Ul'yanova E.V. Recent levels of radionuclide contamination in the East Ural Radioactive Trace and biological effects in local population of *Plantago major* L. *Russian Journal of Ecology*. 2005. Vol. 36. № 5, pp. 320...328.
6. Расина Л.Н., Орехова Н.А., Вараксин А.Н. Поиск наиболее значимых функционально-метаболических последствий длительного низкоинтенсивного облучения // *Экологические системы и приборы*. 2012. № 6. С. 39...44.
7. Fletcher M.J. A colorimetric method for estimating serum triglycerides. *J. Clin. Chim. Acta*. 1968. Vol. 22. № 3, pp. 393...397.
8. Орехович В.Н. Современные методы в биохимии. М.: Медицина, 1977. 391 с.
9. Данченко Е.О., Чиркин А.А. Новый методический подход к определению концентрации гликогена в тканях и некоторые комментарии по интерпретации результатов // *Судебно-медицинская экспертиза*. 2010. № 3. С. 25...28.
10. Srikanth M., Venkateswara Rao G., Sambasiva Rao K.R.S. Modified assay procedure for the estimation of serum glucose using microwell reader. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*. 2004. Vol. 19. № 1, pp. 34...35.

11. Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г. и др. Метод определения активности каталазы // *Лабораторное дело*. 1988. № 1. С. 16...19.
12. Congdon R.W., Muth G.W., Splittgerber A.G. The binding interaction of Coomassie Blue with proteins. *Anal. Biochem*. 1993. Vol. 213. № 2, pp. 407...413.
13. Расина Л.Н., Орехова Н.А., Вараксин А.Н. Статистический анализ эколого-физиологических данных в интерпретации техногенных воздействий // *Экологические системы и приборы*. 2011. № 12. С. 50...53.
14. Horowitz J.F. Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. *TRENDS in Endocrinology and Metabolism*. 2003. Vol. 14. № 8, pp. 386...392.
15. Salvi M., Battaglia V., Brunati A.M. et al. Catalase takes part in rat liver mitochondria oxidative stress defense. *J. Biol. Chem*. 2007. Vol. 282. № 17, pp. 24407...24415.

REFERENCES

1. Akleyev A.V., Dimov G.P., Veremeyeva G.A. et al. Early hematopoiesis inhibition under chronic radiation exposure in humans. *Radiation and environmental biophysics*. 2010. Vol. 49. № 2, pp 281...291.
2. Chumak A., Thevenov C., Gulaya N. et al. Monohydroxylated fatty acid content in peripheral blood mononuclear cells and immune status of people at long times after the Chernobyl accident. *Radiation research*. 2001. Vol. 156. № 51, pp. 476...487.
3. Orekhova N.A., Rasina L.N. Biochemical analysis of the metabolism of small rodents living in different radioecological conditions. *Russian J. Theriol*. 2012. Vol. 11. № 1, pp. 21...31.
4. Shevchenko O.G., Zagorskaya N.G., Kudyasheva A.G., Shishkina L.N. Dependence of response reaction of root voles to low-intensity irradiation on initial state of the tissue antioxidant system. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*. Vol. 44. № 2, pp. 212...220.
5. Pozolotina V.N., Molchanova I.V., Mikhailovskaya L.N., Ul'yanova E.V. Recent levels of radionuclide contamination in the East Ural Radioactive Trace and biological effects in local population of *Plantago major* L. *Russian Journal of Ecology*. 2005. Vol. 36. № 5, pp. 320...328.
6. Rasina L.N., Orekhova N.A., Varaksin A.N. Poisk naibolee znachimykh funktsionalno-metabolicheskikh posledstviy dlitel'nogo nizkointensivnogo oblucheniya [Search for the most significant functional-metabolic effects of prolonged irradiation of low intensity]. *Ekologicheskiye sistemy i pribory* [Ecological Systems and Devices]. 2012. № 6, pp. 39...44.

7. Fletcher M.J. A colorimetric method for estimating serum triglycerides. *J. Clin. Chim. Acta.* 1968. Vol. 22. № 3, pp. 393...397.
8. Orekhovich V.N. *Sovremennyye metody v biochimii* [Modern methods in biochemistry]. M: Meditsina [Moscow: Publishing house «Medicine»]. 1977. 391 p.
9. Danchenko E.O., Chirkin A.A. Novyy metodicheskiy podkhod k opredeleniyu kontsentratsii glikogena v tkanyakh i nekotoryye kommentarii po interpretatsii rezultatov [A new methodological approach to the determination of the concentration of glycogen in tissues and some comments on the interpretation of the results]. *Sudebno-meditsinskaya ekspertiza* [Forensic medical examination]. 2010. № 3, pp. 25...28.
10. Srikanth M., Venkateswara Rao G., Sambasiva Rao. K.R.S. Modified assay procedure for the estimation of serum glucose using microwell reader. *Indian Journal of Clinical Biochemistry.* 2004. Vol. 19. № 1, pp. 34...35.
11. Koroljuk M.A., Ivanova L.I., Mayorov I.G. et al. Metod opredeleniya aktivnosti katalazy [The method for determining the activity of catalase]. *Laboratornoe delo* [Laboratory business]. 1988. № 1. C. 16...19.
12. Congdon R.W., Muth G.W., Splittgerber A.G. The binding interaction of Coomassie Blue with proteins. *Anal. Biochem.* 1993. Vol. 213. № 2, pp. 407...413.
13. Rasina L.N., Orekhova N.A., Varaksin A.N. Statisticheskii analiz ekologo-fiziologicheskikh dannykh v interpretatsii tekhnogennykh vozdeystviy [Statistical analysis of ecology-physiological data in the interpretation of technogenic effects]. *Ekologicheskiye sistemy i pribory* [Ecological Systems and Devices]. 2011. № 12, pp. 50...53.
14. Horowitz J.F. Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. *TRENDS in Endocrinology and Metabolism.* 2003. Vol. 14. № 8, pp. 386...392.
15. Salvi M., Battaglia V., Brunati A.M. et al. Catalase takes part in rat liver mitochondria oxidative stress defense. *J. Biol. Chem.* 2007. Vol. 282. № 17, pp. 24407...24415.

Информация об авторах

Расина Лариса Николаевна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник

E-mail: rasina@ios.uran.ru

Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН

620219, г. Екатеринбург, Российская Федерация, ул. С. Ковалевской/Академическая 20/22

Орехова Наталья Александровна, канд. биол. наук, научный сотрудник

Институт экологии растений и животных УрО РАН

620144, г. Екатеринбург, Российская Федерация, ул. 8 Марта, 202

Вараксин Анатолий Николаевич, доктор физ.-мат. наук, проф.

E-mail: varaksin@ecko.uran.ru

Институт промышленной экологии УрО РАН

620990, г. Екатеринбург, Российская Федерация, ул.С. Ковалевской, 20

Information about the authors

Rasina Larisa Nikolaevna, Cand. of Biol. Sciences, Senior Researcher

E-mail: rasina@ios.uran.ru

Institute of Organic Synthesis named I.Ya. Postovsky Ural Branch of Russian Academy of Sciences

620219, Yekaterinburg, Russian Federation, S. Kovalevskaya/Akademicheskaya Street, 20/22

Orekhova Natalya Aleksandrovna, Cand. of Biol. Sciences, Researcher

Institute of Plant and Animal Ecology Ural Branch of Russian Academy of Sciences

620144, Yekaterinburg, Russian Federation, 8 Marta Street, 20

Varaksin Anatoly Nikolaevich, Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor

E-mail: varaksin@ecko.uran.ru

Institute of Industrial Ecology the Ural Division of the Russian Academy of Sciences

620990, Yekaterinburg, Russian Federation, S. Kovalevskaya Street, 20