

Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(11)

2014 г.

Учредитель

Государственное учреждение
«Республиканский научно-
практический центр
радиационной медицины
и экологии человека»

Журнал включен в:

- Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований по медицинской и биологической отраслям науки (31.12.2009, протокол 25/1)
- Перечень журналов и изданий ВАК Минобрнауки РФ (редакция май 2012г.)

Журнал зарегистрирован

Министерством информации
Республики Беларусь,
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 28.03.14.
Формат 60×90/8. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать цифровая. Тираж 211 экз.
Усл. печ. л. 17,8. Уч.-изд. л. 16,01.
Зак. 1203.

Издатель ГУ «Республиканский
научно-практический центр
радиационной медицины и экологии
человека»
ЛИ № 02330/619 от 3.01.2007 г.
Продлена до 03.01.2017

Отпечатано в Филиале БОРБИЦ
РНИУП «Институт радиологии».
220112, г. Минск,
ул. Шпилевского, 59, помещение 7Н

ISSN 2074-2088

Главный редактор

А.В. Рожко (д.м.н., доцент)

Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., зам. гл. редактора), В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Беяковский (д.м.н., профессор), Ю.В. Висенберг (к.б.н., отв. секретарь), Н.Г. Власова (к.б.н., доцент), А.В. Величко (к.м.н., доцент), В.В. Евсеенко (к.п.с.н.), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), А.В. Коротаяев (к.м.н.), А.Н. Лызииков (д.м.н., профессор), А.В. Макарович (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), Э.А. Надыров (к.м.н., доцент), И.А. Новикова (д.м.н., профессор), Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), Э.А. Повелица (к.м.н.), Ю.И. Рожко (к.м.н.), М.Г. Русаленко (к.м.н.), А.Е. Силин (к.б.н.), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), О.В. Черныш (к.м.н.), А.Н. Цуканов (к.м.н.), Н.И. Шевченко (к.б.н.)

Редакционный совет

В.И. Жарко (министр здравоохранения Республика Беларусь, Минск), А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск), С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Д.А. Базыка (д.м.н., профессор, Киев), А.П. Бирюков (д.м.н., профессор, Москва), Л.А. Бокерия (д.м.н., академик РАН и РАМН, Москва), А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва), Ю.Е. Демидчик (д.м.н., член-корреспондент НАН РБ, Минск), М.П. Захарченко (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Л.А. Ильин (д.м.н., академик РАМН, Москва), К.В. Котенко (д.м.н., профессор, Москва), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Г. Кручинский (д.м.н., Минск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), Д.Л. Пиневиц (Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), В.П. Сытый (д.м.н., профессор, Минск), Н.Д. Тронько (д.м.н., профессор, Киев), В.П. Филонов (д.м.н., профессор), В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), Р.А. Часнойть (к.э.н., Минск), В.Е. Шевчук (к.м.н., Минск)

Технический редактор

С.Н. Никонович

Адрес редакции

246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,
ГУ «РНИЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97
<http://www.mbr.rcrm.by> e-mail: mbr@rcrm.by

© Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический
центр радиационной медицины и
экологии человека», 2014

№ 1(11)

2014

Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

Founder

Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

Journal registration
by the Ministry of information
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

ISSN 2074-2088

Обзоры и проблемные статьи

- Ю.Г. Григорьев, А.П. Бирюков**
Радиобиология мобильной связи: современные аспекты фундаментальных и прикладных исследований 6
- Р.К. Апсаликов, Ж.Б. Ибраева, Л.М. Пивина, А.М. Нуртанова, А.В. Липихина**
Научно-методологические основы мониторинга состояния здоровья экспонированного радиацией населения Восточно-Казахстанской области 17

Медико-биологические проблемы

- А.Ю. Абросимов, М.И. Рыженкова**
Папиллярный рак щитовидной железы после аварии на Чернобыльской АЭС: морфологические особенности первичных и рецидивных опухолей 24
- Е.А. Дрозд, Ю.В. Висенберг, Н.Г. Власова**
Особенности формирования индивидуальных доз внутреннего облучения населения, проживающего на радиоактивно загрязненной территории 33
- А.В. Иванова**
Состояние липопероксидации в митохондриях мозга при гипогликемическом судорожном синдроме и различных способах его купирования 39
- И.Н. Николайкова, С.И. Вершинина**
Показатели иммунного статуса у пациентов с носительством вируса папилломы человека высокого онкогенного риска 47
- А.Н. Переволоцкий, Т.В. Переволоцкая**
Прогнозная оценка объемной активности радиоактивных изотопов инертных газов при штатном и аварийном выбросе Белорусской АЭС с реактором ВВЭР 53
- П.В. Уржумов, А.В. Возилова, П.Н. Донов, Е.А. Блинова, А.В. Аклеев**
Связь полиморфизма генов систем репарации ДНК с повышенным уровнем хромосомных aberrаций у облученных лиц 59

Reviews and problem articles

- Y. G. Grigoriev, A.P. Birukov**
Radiobiology mobile communication: modern aspects of fundamental and applied research 6
- R.K. Apsalikov, Zh.B. Ibrayeva, L.M. Pivina, A.M. Nurtanova, A.V. Lipikhina**
Scientific-methodological bases of health monitoring of population of East Kazakhstan region exposed to radiation 17

Medical-biological problems

- A.Yu. Abrosimov, M.I. Ryzhenkova**
Papillary thyroid carcinoma after Chernobyl accident: morphology of primary and recurrent tumors 24
- E. Drozd, Yu. Visenberg, N. Vlasova**
Peculiarities of formation of individual doses of internal exposure in population residing on the contaminated territory 33
- A.V. Ivanova**
Lipoperoxidation state of rat brain mitochondria at hypoglycemic convulsive syndrome and different ways of its arresting 39
- I.N. Nikolaykova, S.I. Verшинina**
Immune status in patients with human papillomavirus carriage high risk 47
- A.N. Perevolotsky, T.V. Perevolotskaya**
The predictive estimate of volumetric activity of radioactive isotopes of inert gases under normal and emergency emission of the Belarusian NPP with the PWR reactor 53
- P.V. Urzhumov, A.V. Vozilova, P.N. Donov, E.A. Blinova, A.V. Akleev**
Association of the DNA repair systems genes with elevated levels of chromosomal aberrations in exposed individuals 59

И.Я. Шахтамиров, Р.Х. Гайрабеков, Х.М. Мутиева, В.П. Терлецкий, В.Ю. Кравцов
Биоиндикация генотоксичности стойких органических загрязнителей в Чеченской Республике. Сообщение 1. Микроядерный тест в эритроцитах птиц 65

И.Я. Шахтамиров, Р.Х. Гайрабеков, Х.М. Мутиева, В.П. Терлецкий, В.Ю. Кравцов
Биоиндикация генотоксичности стойких органических загрязнителей в Чеченской Республике. Сообщение 2. Микроядерный тест в эритроцитах рыб 71

Клиническая медицина

И.Н. Мороз, Т.Г. Светлович, Т.В. Калинина
Физический и психологический компоненты здоровья как характеристики качества жизни лиц пожилого и старческого возраста при разных условиях оказания медико-социальной помощи 76

О.В. Мурашко, О.К. Кулага
Эндокринные расстройства у женщин репродуктивного возраста с доброкачественными кистозными опухолями яичников 82

Н.М. Оганесян, А.Г. Карапетян
Отдаленные медицинские последствия аварии на ЧАЭС: биологический возраст и качество жизни ликвидаторов 90

А.Е. Силин, А.В. Коротаев, В.Н. Мартинков, А.А. Силина, Т.В. Козловская, И.Б. Тропашко, С.М. Мартыненко
Анализ спектра генетических вариантов рецептора липопротеинов низкой плотности в группе пациентов с гиперхолестеринемией 98

Е. А. Слепцова, А. А. Гончар
Первичный гиперпаратиреоз: значимые ультразвуковые критерии в диагностике аденомы паращитовидной железы 104

М.В. Фридман, С.В. Маньковская, Н.Н. Савва, Ю.Е. Демидчик
Результаты лечения спорадического папиллярного рака щитовидной железы у детей и подростков 111

I.Ya. Shahtamirov, R.Kh. Gayrabekov, Kh.M. Moutieva, V.P. Terletskiy, V.Yu. Kravtsov
Bioindication genotoxicity of persistent organic pollutants in Chechen Republic. Message 1. Micronucleus test in chicken erythrocytes

I.Ya. Shahtamirov, R.Kh. Gayrabekov, Kh.M. Moutieva, V.P. Terletskiy, V.Yu. Kravtsov
Bioindication genotoxicity of persistent organic pollutants in Chechen Republic. Message 2. Micronucleus test in fish erythrocytes

Clinical medicine

I.Moroz, T. Svetlovich, T. Kalinina
Physical and psychological health components as characteristics of quality of life of elderly and old people in various settings of medical and social care provision

O.V. Murashko, O.K. Kulaga
Endocrine disorder in women of reproductive age with benign cystic ovarian tumors

N.M. Hovhannisyan, A.G. Karapetyan
The remote medical consequences of failure on Chernobyl NPP: biological age and quality of the life of liquidators

A. Silin, A. Korotaev, V. Martinkov, A. Silina, T. Kozlovskaya, I. Tropashko, S. Martynenko
Spectrum analysis of genetic variants of low density lipoprotein receptor in the group of patients with hypercholesterolemia

H. Sleptsova, A. Gonchar
Primary hyperparathyroidism: significant ultrasound criterias in diagnostics of parathyroid adenoma

M. Fridman, S. Mankovskaya, N. Savva, Yu. Demidchik.
Sporadic papillary thyroid carcinoma in children and adolescents: the results of treatment

И.М. Хмара, Ю.В. Макарова, С.В. Петренко, С.М. Чайковский Йодная обеспеченность детей в Беларуси	120	I. Khmara, Y. Makarova, S. Petrenko, S. Tchaikovsky Iodine sufficiency of children in Belarus	
В. Шпудейко, Ж. Пугачева, Д. Новик, Наото Такахаша Пероксидаза – негативный острый миелоидный лейкоз с диффузным и гранулярным гликогеном в бластных клетках	129	V. Shpudeiko, J. Pugacheva, D. Novik, Naoto Takahashi Peroxidase negative acute myeloid leukemia with a diffuse or granular form of glycogen in blast cells. Case Report	
Обмен опытом		Experience exchange	
К.Н. Апсаликов, А.В. Липихина, Ш.Б. Жакупова Территория и население Карагандинской области Республики Казахстан, пострадавшие в результате деятельности Семипалатинского испытательного ядерного полигона. Архивно-аналитическая справка	135	K.N. Apsalikov, A.V. Lipikhina, Sh.B. Zhakupova Territory and population of Karaganda region of the Republic of Kazakhstan affected by the activity of Semipalatinsk nuclear test site. Archival analytical reference	
А.П. Бирюков, Е.В. Васильев, С.М. Думанский, И.А. Галстян, Н.М. Надежина Применение бизнес-интеллектуальных технологий OLAP и DATA MINING для оперативного анализа радиационно-эпидемиологических данных	141	A.P. Biryukov, E.V. Vasil'ev, S.M. Dumansky, I.A. Galstjan, N.M. Nadezhina Application business intelligent technologies OLAP and DATA MINING for operational analysis radiation-epidemiological data	
С.Д. Бринкевич, О.Г. Суконко, Г.В. Чиж, Ю.Ф. Полойко Позитронно-эмиссионная томография. Часть 2: Синтез и медицинское применение радиофармацевтических препаратов, меченых ^{18}F	151	S.D. Brinkevich, O.G. Sukonko, G.V. Chizh, Yu.F. Poloiko Positron-Emission Tomography. Part 2: Synthesis and Medical Applications of ^{18}F -Labeled Radiopharmaceuticals	
А.П. Саливончик, Е.С. Тихонова, С.В. Зыблева Иммуноглобулин для подкожного введения как препарат выбора при лечении первичного иммунодефицита: история болезни	163	A.P. Salivonchik, E.S. Tikhonova, S.V. Zybleva Immunoglobulin for subcutaneous administration as the drug of choice in the treatment of primary immunodeficiency: a case history	
Правила для авторов	171		

**БИОИНДИКАЦИЯ ГЕНОТОКСИЧНОСТИ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ
ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ. СООБЩЕНИЕ 2.
МИКРОЯДЕРНЫЙ ТЕСТ В ЭРИТРОЦИТАХ РЫБ**

¹Чеченский государственный университет, г. Грозный, Россия

²Всероссийский НИИ генетики и разведения сельскохозяйственных
животных, г. Санкт-Петербург – Пушкин, Россия

³ФГУЗ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины
им. А.М. Никифорова» МЧС России, г. Санкт-Петербург, Россия

Для выявления генотоксичности стойких органических загрязнителей в естественных условиях представляется информативным изучение индуцированной нестабильности генома у рыб, которую можно определять микроядерным тестом (МЯТ). Учитывая липофильность стойких органических загрязнителей, более высокую чувствительность микроядерного теста следует ожидать у рыб с повышенным содержанием жира, чем у менее жирных рыб. Целью настоящего исследования стало проведение микроядерного теста в эритроцитах рыб, различающихся по процентному содержанию жира в мясе и обитающих в загрязненной стойкими органическими загрязнителями зоне р. Терек и в его менее загрязненном притоке – р. Сунжа.

В выборке усачей (*Barbus brachycephalus*, Kessler), обитающих в загрязненной зоне р. Терек, частота встречаемости эритроцитов с микроядрами оказалась значимо выше, чем у усачей из чистой зоны р. Сунжа ($p < 0,01$). Между выборками рыб буффало (*Ictiobus cyprinellus* Valenciennes), имеющих, в отличие от усачей содержание жира почти в два раза меньше и обитающих в тех же контрастных по загрязнению стойкими органическими загрязнителями водах, различия по микроядерному тесту выявлены не были ($p > 0,05$). Результаты указывают на более высокую чувствительность и эффективность микроядерного теста у рыб с повышенным содержанием жира. Для биоиндикации генотоксических эффектов стойких органических загрязнителей, загрязняющих реки Северного Кавказа, короткоголовый усач является удобным объектом для проведения микроядерного теста.

Ключевые слова: стойкие органические загрязнители, диоксины, рыбы, микроядерный тест, генотоксичность.

Введение

Загрязнение стойкими органическими загрязнителями (СОЗ) в настоящее время принято считать глобальным [12, 4]. Канцерогенность СОЗ в настоящее время доказана. Однако, вместе с тем, их генотоксические эффекты, промотирующие канцерогенез, дискутируются [3, 6].

Выраженные гипераккумуляторы СОЗ (главным образом диоксинов) – рыбы и дойные коровы. Поэтому изучение индуцированной нестабильности генома у рыб,

на наш взгляд, представляется конструктивным подходом, с помощью которого можно разобраться в вопросе о генотоксичности СОЗ в естественных условиях, в которых обитают организмы. Таким образом, рыбы, обитающие в природной среде, в которой выявлено загрязнение СОЗ, являются биоматрицами СОЗ и биоиндикаторами генотоксичности СОЗ.

Индуцированную геномную нестабильность у рыб возможно определить только одним цитогенетическим методом – микроядерным тестом, поскольку класси-

ческий хромосомный анализ у рыб сильно затруднен из-за сложной организации их кариома. Микроядра образуются в результате структурных и (или) числовых (геномных) хромосомных aberrаций из ацентрических фрагментов и (или) целых хромосом, отставших в ана-телофазе митоза. Таким образом, частота встречаемости клеток с микроядрами указывает на степень нестабильности генома.

Последствия военных действий, неконтролируемого сжигания нефтепродуктов, нарушенная система очистки промышленных и коммунальных сточных вод городов и селений – вероятные факторы загрязнения СОЗ почвенного покрова и поверхностных вод в Чеченской Республике.

Целью настоящего исследования стало проведение микроядерного теста в полевых условиях в эритроцитах рыб короткоголовых усача (*Varbus brachycephalus*, Kessler) и буффало (*Ictiobus cyprinellus*, Valenciennes), различающихся по процентному содержанию жира в мясе и обитающих в загрязненном СОЗ участке р. Терек и в его менее загрязненном притоке – р. Сунжа, протекающих по территории Чеченской Республики.

Материал и методы исследования

Исследования проводили в двух районах бассейна р. Терек, протекающей по территории Чеченской Республики, и различающихся в два раза по степени загрязнения воды СОЗ: в условно «грязной» зоне реки Терек и в условно «чистой» зоне её притока реки Сунжа концентрации диоксинов и полихлорированных бифенинов, как это было ранее установлено З.К. Амировой и И.Я. Шахтамировым (2013). Авторы этой работы сделали практическое полезное предложение использовать для биоиндикации короткоголовых усачей, имеющего наибольшее распространение и высокое содержание жира в мясе. Показатели процентного содержания жира в мясе усачей и буффало составили 3,27% и 1,38%, соответственно. Также З.К. Амировой и И.Я. Шахтамировым было показана

но, что рыба усач из р. Терек имеет более высокое содержание диоксинов (5,25 пг/г жира) вблизи г. Гудермес по сравнению с устьем реки Сунжа при впадении в р. Терек (3,16 пг/г жира) [1].

Таким образом, для проверки выдвинутой гипотезы о большей чувствительности и эффективности микроядерного теста (МЯТ) у рыб с повышенной жирностью у нас оказалась возможность провести в полевых условиях МЯТ на усачах и буффало, имеющих наибольшее распространение в бассейне реки Терек.

Для исследования были специально отловлены экземпляры усачей и буффало одного и того же товарного вида (сеголетки, размерами 8-10 см – усачи и 5-7 см буффало). Микроядра в эритроцитах определяли у 53 усачей из реки Терек и 59 усачей из реки Сунжа, а также одновременно у 55 буффало из реки Терек и 59 буффало из реки Сунжа. Вылов исследованных рыб проводился в одно и то же время осеннего периода.

Цитологические препараты для микроядерного теста (мазки крови из хвостовой артерии) получали сразу же после вылова рыбы в полевых условиях, а затем фиксировали и окрашивали по Май-Грюнвальду в лаборатории.

Частоту встречаемости эритроцитов с микроядрами у каждой особи определяли на 30 000 подсчитанных эритроцитов под иммерсионным объективом.

Значимость различий определяли с использованием критерия Вилкоксона-Манна-Уитни с помощью пакета программ Statistica 6.0.

Результаты исследования

Микроядра в эритроцитах исследованных нами рыб – короткоголовых усачей и буффало выглядели как идеально округлые хроматиновые тельца, имеющие ту же окраску и структуру хроматина, что и основное ядро, но и имеющие, в отличие от ядра, гораздо меньшие размеры – от 0,5 до 1 мкм в диаметре.

В выборке усачей (n=53) из загрязнённой зоны реки Терек средняя частота

встречаемости эритроцитов с микроядрами составила 0,43 ‰ при размахе изменчивости от 0,2 до 0,6 ‰. Эти же показатели в выборке усачей ($n=59$) из чистой зоны реки Сунжа оказались значительно ниже: 0,2 ‰ составило среднее значение при минимуме 0,0 ‰ и максимуме от 0,5 ‰.

Непараметрический U-критерий Вилкоксона-Манна-Уитни выявил значимые различия по микроядерному тесту между усачами из Терека и Сунжи в выборке рыб усачей (*Barbus brachycephalus*, Kessler), обитающих в загрязнённой зоне р. Терек, средняя частота встречаемости эритроцитов с микроядрами составила 0,43 ‰ при размахе изменчивости от 0,2 до 0,6 ‰. Эти же показатели в выборке усачей из чистой зоны р. Сунжа оказались значительно ниже: 0,2 ‰ составило среднее значение при минимуме 0,0 ‰ и максимуме от 0,5 ‰. Непараметрический U-критерий Вилкоксона-Манна-Уитни выявил достоверные различия по микроядерному тесту между усачами из Терека и Сунжи ($p<0,01$). Различия между усачами из условно «загрязненной» СОЗ и условно «чистой» зон (судя по средним значениям частоты встречаемости эритроцитов с микроядрами) оказались двукратными.

Таким образом, результаты МЯТ, проведенного на усаче короткоголовом, свидетельствуют о генотоксических эффектах у рыб, обитающих в загрязненной СОЗ зоне р. Терек.

Теперь рассмотрим результаты МЯТ, выполненного в тех же зонах бассейна реки Терек, на рыбе буффало, отличающейся от усача меньшей жирностью. Среднее значение частоты встречаемости эритроцитов с микроядрами в выборке буффало ($n=55$), обитающих в «загрязненной» СОЗ зоне реки Терек, составило 0,14 ‰, и почти столько же – 0,15 ‰ в выборке буффало ($n=59$), обитающих в «чистой» зоне реки Сунжа. Диапазон варьирования показателей МЯТ в обеих выборках от 0,00 ‰ до 0,40 ‰. Непараметрический U-критерий Вилкоксона-Манна-Уитни значимых различий по микроядерному тесту

между буффало из Терека и Сунжи не выявил ($p>0,05$). Таким образом, в отличие от усачей, МЯТ на буффало не выявил генотоксического влияния СОЗ, загрязняющих среду обитания этого вида рыб. Правильнее будет сказать, что, в отличие от усачей, буффало не дали «биологического отклика» на загрязнение СОЗ.

Микроядерный тест в эритроцитах рыб надежно зарекомендовал себя в природном мониторинге мутагенов и в эксперименте. Высокая чувствительность и информативность микроядерного теста в эритроцитах рыбы *Astyanax bimaculatus* позволила установить генотоксичность микроцистов цианобактерий из эвтрофических озер [2]. Значимые различия по частоте эритроцитов с микроядрами и по частоте эритроцитов с аномальными ядрами обнаруживаются между интактными особями, обитающими в обычной для них среде, и особями, помещенными в водные резервуары с добавлением солей ртути [11].

Ниже представим все данные, которые мы смогли получить в системах поиска научной информации, касающиеся генотоксических эффектов СОЗ у рыб в естественных условиях. Итак, если представлять данные в хронологическом порядке, то к настоящему времени известно, что частота эритроцитов с микроядрами повышалась у молоди плотвы, которую содержали в течение 300 сут в сточных водах с СОЗами [7]. Индукция микроядер и аномалий ядер в эритроцитах тропической морской рыбы *Bathygobius sorogator* в оценке генотоксичности факторов среды обитания (в полевых условиях) и в лабораторном эксперименте (с индукцией микроядер циклофосфамидом) была убедительно показана [5]. Микроядерный тест в исследовании этих авторов оказался эффективным в оценке степени загрязнения природной среды и воспроизводился в лабораторных условиях. Достоверно повышенные показатели микроядерного теста были зафиксированы в местах сброса промышленных стоков, при этом тест на аномалии ядер оказался неинформативным [5]. Вместе с тем,

в том же году микроядерный тест в эритроцитах тиляпии (*Oreochromis Niloticus*) не выявил мутагенности высококонцентрированных стоков автозаправочных станций в Бразилии даже несмотря на то, что в тестовых экспериментах произошло увеличение количества ядерных аномалий, указывающих на цитотоксичность воздействий, и увеличилась смертность рыбы [8]. Повышенные частоты возникновения эритроцитов с ядерными аномалиями, но не с микроядрами, были выявлены у рыб девяти видов, обитающих в загрязненном СОЗами пункте Восточной Амазонии [9].

Исследованные частоты встречаемости микроядер в эритроцитах семи видов рыб, обитающих в загрязненном эвотрофном озере Параноа (Бразилия), оказались различными у травоядных и хищных рыб. У хищных видов рыб частоты встречаемости микроядер в эритроцитах, а вместе с ними частоты встречаемости аномальных эритроцитов и показатели ДНК-комет ядер эритроцитов, оказались достоверно выше, чем у травоядных рыб [10]. Важно отметить, что эти данные полностью коррелируют с данными о том, что в мышцах жирной (плотоядной) рыбы диоксины накапливаются в гораздо большей концентрации, чем у травоядных рыб, обитающих в тех же водоемах, но имеющих низкий уровень жира в мышечной ткани [1]. Следовательно, для оценки генотоксичности факторов во внутренних водоемах более информативно проводить микроядерный тест в эритроцитах плотоядных рыб с высоким уровнем жира в тканях, что и было показано в нашей работе.

Заключение

Таким образом, результаты проведенного нами исследования указывают на более высокую чувствительность и эффективность МЯТ у рыб с повышенным содержанием жира. Для биоиндикации генотоксических эффектов СОЗ, загрязняющих реки Северного Кавказа, короткоголовый усач является удобным объектом для проведения микроядерного теста.

Библиографический список

1. Амирова, З.К. Диоксины и полихлорированные бифенилы в мышцах рыб из рек Чеченской республики / З.К. Амирова, И.Я. Шахтамиров // Биология внутренних вод. – 2013. – № 2. – С. 85-93.
2. Da Silva, R.O. Toxicity and genotoxicity in *Astyanax bimaculatus* (Characidae) induced by microcystins from a bloom of *Microcystis* sp. / R.O. Da Silva, C.K. Grisolia // Genet Mol. Biol.. – 2010. – Vol. 33, №4. – P. 750-755.
3. Korkalainen, M. Dioxin Induces Genomic Instability in Mouse Embryonic Fibroblasts / M. Korkalainen // PLoS One. – 2012. – Vol. 7, №5. – P. 83-92.
4. El-Shahawi, M. An overview on the accumulation, distribution, transformation, toxicity and analytical methods for the monitoring of persistent organic pollutants / M. El-Shahawi, A. Bashammakh, W. Al-Saggaf // Atlanta. – 2010. – Vol. 5. – P. 1586-1597.
5. Galindo, T. Evaluation of genotoxicity using the micronucleus assay and nuclear abnormalities in the tropical sea fish *Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837) (Teleostei, Gobiidae) / T. Galindo, M. Lília Moreira // Genet. Mol. Biol. – 2009. – Vol. 32, №2. – P. 394-398.
6. Rainho, C. Genotoxicity of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Nitro-Derived in Respirable Airborne Particulate Matter Collected from Urban Areas of Rio de Janeiro (Brazil), / C. Rainho // Biomed. Res. Int. – 2013. – P. 765-768.
7. Liney, K. Health Effects in Fish of Long-Term Exposure to Effluents from Wastewater Treatment Works / K. Liney // Environ. Health Perspect. – 2006. – № 114. – P. 81-89.
8. Oliveira, C. Toxicity and genotoxicity of wastewater from gasoline stations / C. Oliveira, C. Grisolia // Genet. Mol. Biol. – 2009. – Vol. 32, №4. – P. 853-856.
9. Melo, K. Profile of micronucleus frequencies and nuclear abnormalities in different species of electric fishes (*Gymnotiformes*) from the Eastern Amazon / K. Melo // Genet. Mol. Biol. – 2013. – Vol. 36, № 3. – P. 425-429.

10. Grisolia, C. Profile of micronucleus frequencies and DNA damage in different species of fish in a eutrophic tropical lake / C. Grisolia // Genet. Mol Biol.. – 2009. – Vol. 32, №1. – P. 138-143.

11. Da Rocha, C. Studies of micronuclei and other nuclear abnormalities in red blood

cells of *Colossoma macropomum* exposed to methylmercury / C. Da Rocha // Genet. Mol. Biol. – 2011. – Vol. 34, №4. – P. 694-697.

12. UNEP Chemicals. POPs – Regulatory actions and guidelines concerning persistent organic pollutants. – United Nations Environment Programme. – Geneva, 1998. – 267 p.

I.Ya. Shahtamirov, R.Kh. Gayrabekov, Kh.M. Moutieva, V.P. Terletskiy, V.Yu. Kravtsov

**BIOINDICATION GENOTOXICITY OF PERSISTENT ORGANIC
POLLUTANTS IN CHECHEN REPUBLIC. MESSAGE 2.
MICRONUCLEUS TEST IN FISH ERYTHROCYTES**

Fish that live in inland waters are hyperaccumulators of persistent organic pollutants (POPs), which are selectively accumulated in fat tissue. To identify in vivo genotoxicity of POPs, study of induced genomic instability in fish seems to be informative, which can be determined by the micronucleus test (MT). Given the lipophilic nature of POPs, higher MT sensitivity is expected in fish with higher fat content than in less fatty fish.

The purpose of this study was to conduct micronucleus test in field conditions in fish erythrocytes differing in the percentage of fat in meat and inhabiting the POPs contaminated zone of Terek river as well as in less contaminated tribute of Sunzha river. In a sample of longhorn fish (*Barbus brachycephalus*, Kessler) living in the contaminated area of the Terek river mean frequency of erythrocytes with micronuclei was 0,43 ppm in the range of variability 0,2 to 0,6 ppm. The same parameters in a sample of pure longhorn r. Sunzha zone were significantly lower: 0,2 ppm was the mean value at a minimum of 0,0 and a maximum of 0,5 ppm. Nonparametric U-test Wilcoxon-Mann-Whitney test revealed significant differences between the micronucleus test in fish of the Terek and Sunzha rivers ($p < 0,001$). Between samples of buffalo (*Ictiobus cyprinellus*, Valenciennes), having half fat content of that of longhorn and living in the same contrasting POPs waters, MT differences by the same criterion has not been identified ($p > 0,05$).

Thus, the results of our study indicate on higher sensitivity and efficiency of MT in fish with higher fat content. Bioindication for genotoxic effects of POPs in North Caucasus rivers, brachycephalic barbel is a convenient target for micronucleus test.

Key words: *persistent organic pollutants, fish, micronucleus test, genotoxicity.*

Поступила 03.03.2014