

Технология и сервис, включая комплекс средств и приспособлений, позволяют создать наборы аварийного реагирования (Н.А.Р.), включая сорбенты, боны, коврики, маты и т. д., в том числе мобильные мини-заводы с модульным оборудованием на сухопутных, речных и морских транспортных средствах для производства и нанесения сорбента непосредственно на место аварийного разлива нефтепродуктов и их производных, с разработкой алгоритмов технологических процессов согласно регламентов ПЛАРН. Технология с применением УМК модульного типа позволяет также создавать мультисорбенты с использованием нанотехнологий.

Многофункциональные полимерные сорбенты с дифференцированной нефтеемкостью соответствуют аттестату аккредитации выпускаемой продукции согласно требованию международных стандартов ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2000, сорбенты прошли государственную экспертизу Минздрава РФ, Минприродресурсов РФ, Госстандарта РФ, Госпожнадзора МЧС РФ, Ростехнадзора РФ.

Заключение..

1. Полимерные сорбенты с дифференцированной нефтеемкостью применимы в мобильных установках нанесения на нефтезагрязненные участки грунта и водных поверхностей.

2. Эксплуатационным преимуществом полимерных сорбентов серии «Униполимер» является их биоразложение в условиях отсутствия контакта с нефтью или нефтепродуктами в естественных природных условиях

Литература

1. Охрана окружающей среды и рациональное природопользование: справочник / авт.-сост. М.Г. Мелкозеров [и др.]; под ред. В.М. Мелкозеров. Красноярск: СФУ, Политехн. ин-т, 2007. 198 с.

2. Безопасность труда в нефтегазовом комплексе: справ. пособие / сост. С.П. Аржанов, С.И. Васильев, Л.Н. Горбунова. Красноярск: ИПК СФУ, 2008. 519 с

3. Поропласты композиционные: ТУ 2254-001-02067876-2009 / Васильев С.И., Мелкозеров В.М. Красноярск, 2009. 31с.

4. Многофункциональная установка для очистки и рекультивации почв и пахотных земель от нефтяных загрязнений: пат. 98975 Рос. Федерация. № 2010121626; заявл. , 27.05.2010; опубл. 10.11. 2010, Бюл. № 6. 11 с.

5. Композиция для карбамидного пенопласта: пат. 2411267 Рос. Федерация. № 2009127199; заявл. 14.07.2009; опуб. 10.02.2011, Бюл. № 4. 4 с.: ил.

УДК 612.014.42

*Т.В. Шилкова, Д.З. Шибкова**

АДАПТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СИСТЕМЕ КРОВИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НЕИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В экспериментах на мышах линии СВА исследовано влияние электромагнитного поля радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ) низкой интенсивности на индукцию микроядер в эритроцитах различной степени зрелости костного мозга беременных самок мышей СВА и эритроцитах селезенки плодов, облученных в период эмбрионального развития (несущая частота ЭМП РЧ – 925 ± 3 МГц, уровень плотности потока мощности (ППМ) $1,2$ мВт/см², длительность экспозиции – 10 мин., ежедневно в течение пяти дней). Установлено, что при воздействии исследуемого фактора происходят достоверные изменения пролиферативной активности клеток эритроидного ростка костного мозга и частоты микроядер в эритроцитах селезенки плодов облученных самок мышей СВА.

Ключевые слова: адаптация, электромагнитное излучение, экспериментальные животные, беременность, система крови, микроядра.

* - автор, с которым следует вести переписку.

Массовое распространение источников ЭМП РЧ – мобильной сотовой связи – вызвало повышенный интерес многих исследователей к проблеме возможного негативного влияния данного фактора на живой организм [1, 2]. По данным [6, 8] проведена оценка влияния ЭМП РЧ как антропогенного стресс-фактора на организм на системном, клеточном и субклеточном уровне.

Изучение генотоксического действия ЭМП дециметрового диапазона является одним из направлений исследований данного фактора на субклеточном уровне. В качестве индикатора генотоксического действия таких факторов, как ионизирующее и неионизирующее излучение, ряд авторов [4, 5, 6] используют цитогенетический анализ (микроядерный тест) – метод оценки наличия хромосомных повреждений в большинстве популяций делящихся клеток. Метод основан на учете клеток костного мозга, содержащих микроядра – особые ядерные структуры, которые образуются под воздействием факторов, способных вызывать наследственные изменения (мутации).

Известно, что микроядра представляют собой небольшие образования, состоящие из фрагментов хромосом [3]. При делении клеток на стадии телофазы эти фрагменты могут включаться в ядра дочерних клеток или образовывать одиночные или множественные микроядра в цитоплазме. Крупные микроядра формируются при патологических митозах, что обусловлено отставанием отдельных хромосом в метафазе и в анафазе, в то время как мелкие микроядра встречаются преимущественно при структурных абберациях хромосом. Указанные процессы, лежащие в основе образования микроядер, свидетельствуют о снижении жизнеспособности таких клеток, что является маркером нестабильности их функционирования.

Изучение генотоксического действия ЭМП РЧ на беременных животных приобретает двойное значение, поскольку одновременно облучению подвергаются как минимум два живых организма – матери и плода. Известно, что в период беременности все жизненно важные функции организма матери и плода находятся в тесной взаимосвязи [7]. Воздействие любого фактора, в том числе и электромагнитного поля, влечет за собой формирование ответных реакций как со стороны материнского организма, так и со стороны плода.

Целью исследования было оценить степень влияния электромагнитного поля РЧ низкой интенсивности на индукцию микроядер в полихроматофильных (ПХЭ) и нормальных хроматофильных (НХЭ) эритроцитах костного мозга беременных самок мышей СВА и эритроцитах различной степени зрелости селезенки плодов, облученных в период эмбрионального развития.

Материалы и методы исследования. В эксперименте были использованы две группы (первая группа контроля – «беременные, ложное облучение» и вторая опытная группа – «беременные, воздействие ЭМИ радиочастотного диапазона») самок мышей инбредной линии СВА 10-12-недельного возраста, выращенных в виварии лаборатории «Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды» на кафедре анатомии, физиологии человека и животных Челябинского государственного педагогического университета. Опытную группу беременных самок подвергали воздействию ЭМП РЧ дециметрового диапазона с несущей частотой 925 ± 3 МГц (частота следования импульсов соответствовала сигналу подвижной станции мобильной связи стандарта GSM) с интенсивностью $1,2$ мВт/см², периодом экспозиции 10 минут ежедневно в течение пяти суток. Уровень плотности потока мощности соответствовал максимально допустимому уровню, соответствующему предельно допустимой энергетической экспозиции (200 мкВт·ч/см²), принятой санитарными правилами и нормами для электромагнитных излучений радиочастотного диапазона (СанПиН 2.2.4/2.18.055-96).

Животных в контейнере не фиксировали, и они могли перемещаться в процессе облучения, что обеспечивало усреднение дозы облучения. Контейнер с животными располагался в специальной камере, поверхности которой были покрыты радиопоглощающим материалом.

Забор материала проводили на следующие сутки после последней экспозиции. Все работы с лабораторными животными проводили согласно принципам гуманного отношения к животным и правилам лабораторной практики [10].

Определение частоты микроядер в эритроцитах костного мозга мышей СВА проводили по методу Schmid (1975) [12]. Метод учета микроядер в полихроматофильных и нор-

мальных хроматофильных эритроцитах костного мозга широко используется как показатель и критерий генотоксического поражения [3, 4].

Для оценки частоты микроядер в эритроцитах из бедренной кости мыши костный мозг выдували на предметное стекло и готовили мазки. Препараты костного мозга окрашивали по Романовскому-Гимзе. При анализе препаратов оценивали частоту встречаемости ПХЭ и НХЭ. В популяциях ПХЭ и НХЭ выявляли клетки с микроядрами, количество которых рассчитывали на 1000 ПХЭ.

В период эмбрионального развития кроветворную функцию наряду с костным мозгом выполняет селезенка. Определение частоты микроядер у потомства мышей СВА в период эмбрионального развития проводили по мазкам селезенки, окрашенным по Романовскому-Гимзе.

Результаты были подвергнуты статистической обработке с вычислением среднего арифметического значения (M), ошибки средней арифметической (m). Для сравнения средних величин использовали t -критерий Стьюдента.

Результаты исследования. На первом этапе эксперимента были исследованы показатели костного мозга беременных самок мышей двух экспериментальных групп. Анализ представленных данных показывает, что при воздействии исследуемого фактора происходит достоверное повышение коэффициента ПХЭ/НХЭ в опытной группе животных

по сравнению с группой контроля – «беременные, ложное облучение». Данное изменение коэффициента ПХЭ/НХЭ может быть обусловлено либо сокращением клеточного цикла ПХЭ в костном мозге, либо ускорением миграции зрелых эритроцитов из костного мозга в периферическую кровь. Ранее проведенное исследование [11] позволяет установить, что изменение коэффициента ПХЭ/НХЭ при воздействии ЭМП дециметрового диапазона происходит не за счет увеличения пролиферации незрелых эритроцитов (ПХЭ), поскольку по сравнению с ложно облученными животными в костном мозге самок мышей опытной группы отмечается лишь тенденция к увеличению ядерных клеток, а связано с ускорением миграции зрелых эритроцитов в периферическую кровь.

С помощью микроядерного теста у самок мышей опытной группы при воздействии ЭМП РЧ по сравнению с группой ложно облученных животных было выявлено достоверное снижение частоты НХЭ с микроядрами на 47 %, что, возможно, связано с сокращением общего числа НХЭ в костном мозге, а также отмечалась тенденция к увеличению частоты ПХЭ с микроядрами. Отсутствие достоверных изменений частоты ПХЭ с микроядрами в костном мозге у мышей опытной группы позволяет предположить, что воздействие ЭМП РЧ приводит к развитию в клетках адаптивных реакций, направленных на усиление репарационных процессов ДНК. Полученные результаты не противоречат

Таблица 1

Соотношение эритроцитов различной степени зрелости и частота микроядер в эритроцитах костного мозга у самок экспериментальных животных в период беременности ($M \pm m$)

Экспериментальные группы	Отношение ПХЭ/НХЭ	Частота микроядер	
		в ПХЭ (‰)	в НХЭ (‰)
Контрольная группа (ложное облучение) $n=42$	$2,85 \pm 0,31$	$5,0 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,2$
Опытная группа (облучение ЭМП РЧ) $n=30$	$3,95 \pm 0,53^*$	$5,5 \pm 0,3$	$1,7 \pm 0,3^*$

* $p \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе беременных животных («ложное облучение»).

Соотношение эритроцитов различной степени зрелости и частота микроядер в эритроцитах селезенки у потомства экспериментальных животных ($M \pm m$)

Экспериментальные группы	Отношение ПХЭ/НХЭ	Частота микроядер	
		в ПХЭ (‰)	в НХЭ (‰)
Контрольная группа (ложное облучение) n=25	1,36 ± 0,23	2,5 ± 0,3	1,5 ± 0,3
Опытная группа (облучение ЭМП РЧ) n=26	1,45 ± 0,42	3,8 ± 0,5*	1,6 ± 0,2

* $p \leq 0,05$ по отношению к контрольной группе беременных животных («ложное облучение»).

данным [6, 9], согласно которым однократное воздействие ЭМП РЧ (ППМ 1,2 мВт/см²) приводит к достоверному повышению частоты полихроматофильных и нормальных хроматофильных эритроцитов с микроядрами в костном мозге у мышей экспериментальных групп, а увеличение длительности воздействия приводит к снижению выраженности этого эффекта.

На втором этапе эксперимента был проведен микроядерный анализ эритроцитов селезенки плодов, полученных от самок мышей двух экспериментальных групп.

Результаты, представленные в табл. 2, свидетельствуют, что у эмбрионов, полученных от самок опытной группы (облучение ЭМП РЧ), отмечалась тенденция к повышению коэффициента ПХЭ/НХЭ. Данные изменения коэффициента ПХЭ/НХЭ носят однонаправленный характер с показателями самок мышей опытной группы. Повышение частоты микроядер в ПХЭ на 52 % свидетельствует о наличии патологических изменений в процессе деления клеток, а также подтверждает, что клетки и ткани плода по сравнению с материнским организмом являются более чувствительными к воздействию ЭМП РЧ низкой интенсивности. Достоверных изменений частоты микроядер в НХЭ селезенки плодов, полученных от облученных беременных самок мышей, не отмечалось.

На основании результатов, полученных в экспериментальном исследовании, можно заключить, что в кроветворных органах у беременных животных и их плодов на воздействие ЭМП РЧ формируются ответные реакции, выраженные в форме изменения соотношения ПХЭ и НХЭ в костном мозге у самок мышей и селезенке плодов, связанные с сокращением

длительности клеточного цикла, а также повышения частоты клеток, содержащих микроядра.

Литература

1. Григорьев Ю.Г., Шафиркин А.В., Васин А.Л. Биоэффекты хронического воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона малых интенсивностей (стратегия нормирования) // Радиационная биология. Радиоэкология. 2003. Т. 43, № 5. С. 501-511.
2. Дунаев В.Н. Электромагнитные излучения и риск популяционному здоровью при использовании средств сотовой связи // Гигиена и санитария. 2007. № 6. С. 56-57.
3. Ильинских Н.Н., Ильинских И.Н., Бочаров Е.Ф. Цитогенетический гомеостаз и иммунитет. Новосибирск, 1986. С. 24-31.
4. Ильинских Н.Н., Новицкий В.В., Ванчугова Н.Н. Микроядерный анализ и цитогенетическая нестабильность. Томск, 1992. С. 48-54.
5. Ковалева О.А. Цитогенетические аномалии в соматических клетках млекопитающих // Цитология и генетика. 2008. №1. С. 58-72.
6. Коломиец И.А. Адаптивные реакции клеток крови млекопитающих на воздействие электромагнитных полей радиочастотного диапазона: автореф. дис. ...канд. биол. наук. Челябинск, 2009.
7. Некрасова И.В. Половые стероидные гормоны беременности как регуляторы функциональной активности клеток иммунной системы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Челябинск, 2010. 24 с.
8. Пряхин Е.А. Адаптационные реакции на субклеточном, клеточном, системном и организменном уровнях при воздействии элек-

тромагнитных полей: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Челябинск, 2007

9. Пряхин Е.А. Адаптивные реакции при воздействии факторов электромагнитной природы // Вестн. ЧГПУ. 2006. № 6. С. 136-145.

10 Санитарные правила по устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев) № 1945-73 от 06.04.1973.

11. Оценка биологических эффектов электромагнитного поля радиочастотного диапазона низкой интенсивности на систему крови

экспериментальных животных / Т.В. Шилкова, Д.З. Шибкова, Н.В. Ефимова, Н.Д. Полевик // Вестн. Южно-Урал. гос. ун-та. 2011. Вып. 26, № 7. С. 10-14.

12. Schmid W., Boller K. Chemical mutagenesis in animals. The marrow of the Chinese hamster as an in vivo test system // Haematologische Befunde nach Behandlung mit Trenimon. Humangenetik. 1975. Vol. 11. P. 35-54.

Работа выполнена при поддержке ГРАНТа Минобрнауки 1.1.10

УДК 535.34

Т.В. Губарева

ПЕРХЛОРАТ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ: ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗНИКНОВЕНИЕ

Изучены физико-химические преобразования на поверхности щелочно-галлоидных кристаллов при воздействии холодной азотной, кислородной и воздушной плазмы. Получены экспериментальные данные о формировании новых продуктов типа нитратов, хлоратов и перхлоратов щелочных металлов методами ИК-спектроскопии. Получена информация для оптимизации атмосферных процессов, заканчивающихся гетерогенными реакциями «кристалл – атмосферный воздух».

Ключевые слова: морской аэрозоль, частицы морской соли, щелочно-галлоидные кристаллы, плазмохимия, гетерогенные реакции.

Введение. Гетерогенные процессы с участием щелочно-галлоидных кристаллов интенсивно изучаются в атмосферной химии в связи с исследованием процессов трансформации атмосферных аэрозольных частиц. Щелочно-галлоидные аэрозольные частицы поступают в атмосферу в значительных количествах с поверхности Мирового океана и солончаковых территорий суши. Во время пребывания в атмосфере эти частицы подвергаются воздействию разнообразных факторов. В настоящее время в связи с трансформацией щелочно-галлоидных частиц рассматривается действие химических факторов на гетерогенные реакции с участием этих частиц.

Воздействие физических факторов, стимулирующее гетерогенные реакции, при этом не учитывается [1 – 7]. Влияние ионизирующего излучения, света и электрического разряда имеется в атмосфере. Солнце посылает мощный поток солнечных лучей, солнечное космическое излучение и солнечный ветер. Жесткая компонента солнечного излучения (ионизирующая) задерживается в ионосфере и в озоновом слое нижней атмосферы (жесткий

ультрафиолет). Мягкий ультрафиолет и видимый свет обеспечивают тепло на поверхности Земли и существование жизни на Земле. Галактическое (ГКИ) и солнечное (СКИ) космические излучения представляют собой преимущественно ядра атомов водорода с небольшой примесью ядер других элементов. Частицы ГКИ имеют гигантскую энергию и пронизывают всю атмосферу. Кроме света и ионизирующего излучения, важным фактором являются атмосферные разряды (молнии). Плазма этих электрических разрядов существенно влияет на химический состав атмосферы, вызывая процессы окисления и восстановления, синтеза и деструкции различных молекул [8].

Нитрат и перхлорат – обычные загрязнители атмосферы городов. Оба иона подвижны в грунтовой воде и быстро распространяются от источника загрязнения. Перхлорат находят во многих пробах грунтовой воды. Загрязнения перхлоратом широко распространены, поэтому необходимы исследования для понимания факторов и источников загрязнения.