

УДК 575.224:574.2 (574)

¹А.К. Шаметов*, ²Б.Е. Шимшиков, ³Н. Кожаметов,
³М.Н. Бурханова, ²А.Н. Кожаметова, ⁴Р.К. Бигалиева, ¹А.Б. Бигалиев

¹Казахский государственный женский педагогический университет, Казахстан, г. Алматы

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

³РГКП НЦП «Санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга», Казахстан, г. Алматы

⁴Казахстанско-Российский медицинский университет, Казахстан, г. Алматы

*e-mail: askhan.shametov@gmail.com

Радиационная характеристика тест-объектов зоны хвостохранилища кошкар-ата и цитогенетический анализ грызунов

Проведено исследование объектов окружающей среды с использованием аналитических методик, что позволило определить количественное содержание токсичных компонентов на уровне предельно допустимых концентраций; содержание приоритетных загрязнителей и радиоактивных изотопов. Изучены экотоксикологические параметры тест-объектов зоны хвостохранилища Кошкар-Ата (почвы, воды, растений, животных, биосубстратов) территории г. Актау и прилегающих населенных пунктов. Цитогенетические исследования проведены на грызунах (*R. opimus*, большая песчанка). Установлено частота клеток с нарушением хромосом, индуцированные поллютантами у животных отловленных с прилегающих к хвостохранилищу Кошкар-Ата территории примерно в 1,5-2 раза превышает уровень с контрольной группы. Проведенный анализ свидетельствует, что в клетках костного мозга грызунов генные и геномные мутаций проявляются в виде нарушения структуры и числа хромосом. Опираясь на полученные результаты можно полагать, что загрязнение среды обитания представляет реальную угрозу для устойчивости генома биоты и человека.

Ключевые слова: хвостохранилище, экосистема, техногенез, хромосома, хромосомные aberrации, цитогенетика, анализ, индукция, тяжелые металлы, растения, грызуны, толерантность, поллютанты.

А.Қ. Шаметов, Б.Е. Шымшықов, Н. Қожаметов, М.Н. Бурханова,

А.Н. Қожаметова, Р.Қ. Бигалиева, А.Б. Бигалиев

**Тест-объектілердің (топырақ, су, өсімдік, жануарлар, биосубстраттар)
радиациялық ерекшеліктері және жануарларға цитогенетикалық талдау жасау**

Аналитикалық әдістемелерді пайдаланып қоршаған орта объектілеріне зерттеулер жүргізілді, улы компоненттердің сандық мөлшері шектік раулы шама деңгейінде анықталды. Актау қаласы және іргелес жатқан елді мекендер аумағындағы Қошқарата қалдық қоймасы маңындағы тест-объектілердің (топырақ, су, өсімдік, жануар, биосубстрат) экотоксикологиялық параметрлері зерттелінді. Кеміргіштерге (*R. opimus*, үлкен құмтышқан) цитогенетикалық зерттеу жүргізіліп, поллютанттармен индукцияланған хромосомалық бұзылыстар анықталды. Алынған нәтижелерге сүйене отырып қоршаған ортаның ластануы биота мен адам геномының тұрақтылығына қатер туғызытындығын айтуға болады.

Түйін сөздер: қалдық қойма, экожүйе, техногенез, хромосома, хромосомалық aberrация, цитогенетика, талдау, индукция, ауыр металлдар, өсімдік, кеміргіштер, тұрақтылық, поллютанттар.

A.K. Shametov, B.E. Shymshykon, N. Kozhachmetov, M.N. Burchanova,

A.N. Kozhachmetova, R.K. Bigaliev, A.B. Bigaliev

**Radiation characterization of test-objects of Koshkar-ata sewage water reservoir
and cytogenetic analysis of the rodents**

A study of environmental subject's has used analytical techniques, allowing to quantify content of identify priority toxic components at the level of maximum allowable concentration and radioactive isotopes. Ecotoxicological parameters was studied of test objects from Koshkar -Ata area (soil, water, plants, animals, biological substrates) and the Aktau city residence village. Cytogenetic research has conducted on rodents (*R. opimus*, great gerbil). It was established that the frequency of cells with chromosome violation induced by pollutants in animals captured from

adjacent to the Koshkar -Ata area of about 1.5-2 times more than of control group. The analysis shows that in bone marrow cells of rodents from Koshkar-Ata area gene and genomic mutations manifest as in appropriate structure and number of chromosomes. Based on these results we can assume that environmental pollution poses a real threat to the stability of the human and biota genome.

Key words: subject's, ecosystem, chromosome, chromosome aberrations, cytogenetic, heavy metals, plants, rodents, tolerance, pollutant.

Источниками загрязнения уранодобывающего и перерабатывающего производства являются радионуклиды из цепочки распада урана-238, урана-235 и тория-232. Общая активность обусловлена семейством урана-238, из которого наиболее активными являются торий-230, радий-226 и радон-222. По предварительным оценкам мощность дозы гамма-излучения на поверхности отвалов территории страны достигает 3000 мкР/ч [1].

Сложная экологическая обстановка сложилась вокруг хвостохранилища Кошкар-Ата, расположенного в 8 км восточнее побережья Каспийского моря вблизи г. Актау, в 5 км к северу от промышленной зоны и занимающего всю площадь природной впадины «Кошкар-Ата». С 1965 бессточная впадина Кошкар-Ата использовалась в качестве хранилища хвостовых отходов обогащения, складирования и хранения, неиспользуемых пока твердых отходов химико-гидрометаллургического производства (ХГМЗ); для приема и последующего испарения (транспортирующей твердые отходы) морской воды, сбросных вод серно-кислотного завода (СКЗ) [1,2,3]. Отсюда, если поддерживать в озере прежний уровень воды, то может произойти сброс токсичных отходов в Каспий. Если дать озеру высохнуть, то радиоактивная пыль будет покрывает землю и пастбища вокруг Актау и прилегающие населенные пункты. Постоянно растущие объемы отходов промышленного производства формируют новые техногенные ландшафты, с ростом высоты отвалов и терриконов они становятся источниками интенсивного пылеобразования.

Материалы и методы исследований

В 2013 году отобраны биоиндикаторы зоны хвостохранилища Кошкар-Ата и прилегающих территорий, а также прибрежной зоны Каспия. В целом, в условиях комплексного загрязнения среды наиболее эффективным методом биологического мониторинга являются исследования с использованием тест-объектов. Отсюда, в качестве тест-объектов в соответствии с литературными данными были выбраны следующие виды:

- мышевидные грызуны, обитатели прибрежной зоны, отловлены с помощью живоловок, доставлены живыми и помещены в виварий

В качестве объектов природной среды были взяты пробы почвы, воды, биосубстраты, отобранные в г. Актау и пригородных поселках п. Атамекен, п. Баскудук, ст. Мангистау, с. Баянды, с. Умирзак, п. Кзыл-Тобе и с. Акшукур Мангистауской области. Выполнены лабораторно-инструментальные исследования для оценки воздействия хвостохранилища Кошкар-Ата на экосистему прилегающих территорий.

Отобраны и исследованы на радиоактивность 9 проб из выше перечисленных населенных пунктов и промышленной площадки завода ХГМЗ. Пробы воды – 8 образцов, биосубстраты – шерсть верблюда, коровы, овцы, козы, хвоста лошади.

Отбор проб почвы проводился на пробных площадках, закладываемых так, чтобы исключить искажение окружающей среды. Перед пробоотбором проводилась подготовка выбранного участка: удаляется растительность, крупные камни. В намеченной точке пробоотбора выкапывается приямок, а затем грунт с заданной глубиной (15 см) и площадью вместе с дерниной извлекается монолитом при помощи специальной лопатки и упаковывается в полиэтиленовый пакет [4.5]. Растительность точки забора выстригается в диаметре 1,5 метра вокруг точки. Образцы почв и воды были отобраны после проведения гамма-съемки. Места отбора образцов почвы определяли согласно методическим рекомендациям «По санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды» №5.05.008-99 г., совместно с сотрудниками Казахского национального университета имени аль-Фараби и Научно-практического центра санитарно-эпидемиологической экспертизы и мониторинга КГСЭН МЗ Республики Казахстан. Мощность экспозиционной дозы внешнего облучения в выбранной точке забора определяли методом альфа, бета- и гамма-дозиметрии. На каждом ключевом участке установлены уровень естественного радиационного

фона с помощью полевых дозиметров. Измерение МЭД при обследовании населенных пунктов осуществляли приборами Интерсептор и РКС-01СОЛО, диапазон измерений которых от 0,1 до 30 мк³в/ч и от 0,1 до 10 Зв/ч соответственно, погрешность измерений приборов составляла 15% и выше в зависимости от величины измеряемой мощности дозы. Согласно техническому заданию были проведены отбор проб объектов окружающей среды (почва, растения, животные, поверхностные и грунтовые воды, донные отложения) для изучения радиационных характеристик с регистрацией их в точке отбора. Для оценки радиоактивности с целью объективного исследования были выбраны долгоживущие радионуклиды техногенного и природного происхождения, которые могут представлять наибольшую радиационную опасность для жизни и здоровья населения. Был выбран цезий-137 как наиболее долгоживущий и распространенный, техногенный радионуклид. Из радионуклидов природно-техногенного происхождения, наиболее распространенные для данной местности для исследования нами были выбраны радионуклиды торий-232, радий-226 и калий-40.

Лабораторный исследования проб поверхностных и грунтовых вод, донных отложений проведены согласно требованиям гигиенических нормативов «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности», утвержденной Постановлением Правительства Республики Казахстан от 02.03.2012г. № 201.

Отлов грызунов (большая песчанка) проводили живоловками с территории хвостохранилища. В качестве контроля были отловлены животные из зоны Прибалхашья. Согласно стандартным (общепринятым) методикам готовили цитологические препараты для хромосомного анализа [5.6]. Для установления мутагенного потенциала использовали тест по учету хромосомных и геномных мутаций в клетках костного мозга. Перед забоем определяли вес каждого животного. Внутрибрюшинно животным вводили 0,04% раствор колхицина из расчета 1 мл на 100 г массы тела. Через 1,2 – 1,5 часа после ввода колхицина животных забивали и готовили цитологические препараты по общепринятой методике. После забоя у животных извлекали бедренную кость, отрезали эпифизы и клетки костного мозга вымывали в центрифужную про-

бирку гипотоническим раствором 0,56 % KCl ($t=37C^{\circ}$) объемом 5 мл. Клетки костного мозга ресуспензировали в растворе с помощью пастеровской пипетки. Взвесь клеток оставляли в термостате на 10-15 минут. Затем клетки центрифугировали в течение 5 минут (1000 об.), сливали надосадочную жидкость и осторожно по стенке добавляли холодную смесь фиксатора, состоящего из 3-х частей этанола и 1 части ледяной уксусной кислоты. Клетки фиксировали трехкратно по 20 минут. Общее время фиксации было не меньше 1 часа. После окончания фиксации клетки раскапывали с помощью пастеровской пипетки на мокрые холодные обезжиренные стекла под углом 45°, которые затем высушивали в термостате при $t=37C^{\circ}$. Для окраски хромосом использовали краситель Gimsa (Merck, Germany). Метафазные пластинки анализировали и фотографировали в световом микроскопе Axioskop-40 (Zeiss). Статистическую обработку полученных результатов проводили общепринятыми методами вариационной статистики.

Результаты исследований и обсуждение

Мониторинг состояния исследуемой территории хвостохранилища позволяет определить степень миграции радиоактивных веществ в окружающую природную среду. В ходе мониторинга учтены те объекты окружающей среды, где наблюдаются ранние проявления миграции радионуклидов. Исследованы пробы почвы, воды как показатели первого звена распространения радионуклидов, а так же шерсть домашних животных, так как они являются переносчиками радиоактивного загрязнения с территории хвостохранилища в чистую зону. Исследования проводили современными спектрометрическими и радиометрическими методами, согласно зарегистрированным методикам. В пробах почвы и шерсти животных определялось естественные и искусственные радионуклиды (Ra^{226} , Cs^{137} , Th^{232} , K^{40}). Исследованиями установлено незначительное содержание цезия-137 в пробе № 4 п. Баянды. Учитывая, что данный радионуклид искусственного происхождения можно принимать это как факт загрязнения почвенного слоя. Но, тем не менее, при исследовании воды и шерсти животных с этого поселка не наблюдается накопление содержания радиоактивных веществ. Хотя вода как природный растворитель является первой ступенью распространения радиоактивных веществ. В данном случае

можно считать, что цезий-137 растворился в воде и концентрация его ниже порога чувствительности прибора, и это явление естественное, принимая во внимание о незначительном его содержании в почве. Однако нельзя отрицать тот факт, что цезий-137 является долгоживущим радионуклидом и одним из потенциально опасных для окружающей среды и здоровья населения. Хорошо известна способность цезия накапливаться в течении длительного времени в природной среде и организмах.

В остальных исследованных образцах содержание радионуклидов в пределах естественного фона для данного региона. Отмечается умеренная миграция радиоактивных веществ в шерсть животных и воду. Согласно международным нормам и национальными нормативно-правовым актам Республики Казахстан вода нормируется по содержанию в сумме всей альфа и бета-излучающих радионуклидов, которая не должна превышать для альфа- активности – 0,2 Бк/л и 1,0 – для бета- излучающих радионуклидов соответственно. Считается такое содержание радионуклидов в воде при ежедневном употреблении в организме человека детерминированных эффектов облучения не отмечается, стохастические эффекты считаются минимизированными, насколько это возможно. Результаты исследований питьевой воды с близлежащих к хвостохранилищу поселков свидетельствует о том, что вода пригодна для питья, кроме пробы № 2 с поселка Атамекен, где выявлено превышение содержания альфа-излучающих радионуклидов и составило 0,27 Бк/л. Согласно требованиям нормативно-правовых актов как международных так и национальных необходимо данную пробу воды в дальнейшем лабораторно диагностировать на содержание отдельных изотопов, которые вносят весомый вклад на общую альфа-активность.

Результаты изучения радиационных характеристик тест-объектов (почвы, воды, растений, животных, биосубстратов) с регистрацией в точке отбора в г.Актау и пригородных поселках: ст. Мангистау, с. Баянды, с. Даулет, с. Умирзак, п. Кызыл-Тобе и с. Акшукыр. Основой оценки опасности загрязнения почв, используемых под сельскохозяйственные угодья, является транслокационный показатель вредности. С продуктами растительного происхождения в организм человека поступает в среднем до 70% вредных хими-

ческих веществ. Уровень транслокации химических веществ (переход их в корневую систему) определяет уровень накопления токсикантов в кормах для животных и продуктов питания для человека. Основные положения дифференциальной оценки степени опасности загрязнения почв позволяют ранжировать территорию и дать рекомендации по практическому использованию почв для выращивания сельхозкультур.

Оценку загрязнения почв изучаемого региона проводили по коэффициенту концентрации химических веществ путем сравнения их с фоном и ПДК (Сср/фон и ссртдк). Категория загрязненности почв химическими веществами и степень их опасности для выращивания сельхозкультур установлено в соответствии с СП «Санитарно-эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности», утвержденной постановлением Правительства Республики Казахстан от 03.02.2012г. №202. Исследуемые участки были разбиты на две зоны: 1 зона (завода ХГМЗ) – с высоким содержанием радионуклидов и тяжелых металлов в почве; 2 зона (п. Атамекен, п. Баскудык, п. Баянды, п. Кызыл-Тобе и п. Мангистау) – относительный контроль.

Результаты исследований показали удельная и суммарная альфа- и бета-активности отобранные пробы (поверхностных и грунтовых вод, донных отложений) из населенных пунктов п. Атамекен, п. Баскудык, п. Баянды, п. Кызыл-Тобе и п. Мангистау не превышают установленные гигиеническими нормативами пределы 0,2 и 1,0 Бк/кг соответственно. Исследования были проведены на малафоновой установке УМФ-2000, заводской номер 095, имеющий свидетельство о проверке № ВА. 17-04-15867 от 25.02.2013г.

Восемь проб почвы были исследованы на радиоактивность, отобранные с территории населенных пунктов (п. Акшукур, п. Баскудык, п. Баянды, п. Кызыл-Тобе, п. Мангистау и с. Умирзак) и промышленного предприятия (завод ХГМЗ). По результатам спектрометрического анализа содержание радиоцезия-137 во всех пробах, кроме пробы 4, отобранное с п. Баянды (5 Бк/кг) ниже 3 Бк/кг. Результаты по содержанию радионуклида калия-40 показали, сравнительно не высокие уровни в пробах почвы поселков Акшукур (414 Бк/кг), Кызыл-Тобе (257 Бк/кг), Атамекен (238 Бк/кг), Баянды (229 Бк/кг) и Мангистау (242 Бк/кг).

Для оценки миграционной способности радионуклидов наряду с пробами воды и почвы нами были исследованы содержания радионуклидов в биосубстратах (шерсть верблюда, коровы, овцы и козы, хвост лошади). По результатам лабораторных исследований обнаружены следы радионуклидов в пределах чувствительности прибора.

Прежде чем отбирать пробы объектов окружающей среды, на площадке и вблизи расположенных к ним населенных местах проведено пешеходная гамма-съемка. Гамма-съемка проводилась по утвержденной методике № 194 от 08.09.11г. по всей территории площадки по сети. Разбивка сети производилась предварительно с учетом рельефа, территории выбранного участка. Профиль-маршрутная линия, вдоль которой производится гамма-съемка. Сеть площадной гамма-съемки слагалась из профилей и точек измерения гамма-фона. Расстояние между профилями на территории составил не более 5 м. Фиксированные измерения гамма-фона по профилю производили через каждые 10 м. Для проведения радиационной оценки в населенных пунктах г. Актау и пригородных поселках: ст. Мангистау, с. Баянды, с. Даулет, с. Умирзак, п. Кызыл-Тобе и с. Акшукур, близ прилегающих к хвостохранилищу Кошкар-Ата определяли основные негативные факторы. Проведены полевые работы, включающие в себя детальную радиометрическую съемку. В качестве рабочего прибора использовали дозиметры-радиометры РКС-01-СОЛО, *Interceptor™* и другие. Все дозиметры-радиометры, предназначенные для измерения гамма-фона имели свидетельство о государственной поверке. Измерения гамма-фона территории (гамма-съемка) осуществляли специалисты, имеющие квалификационную подготовку в области радиационной безопасности и работы с аппаратурой радиационного контроля.

Измерение МЭД внешнего гамма-излучения на открытой местности (мкЗв/ч) проведены не менее чем в 5 точках (пунктах), расположенные на расстоянии от 30 до 100 м. Точки измерений выбраны на участках местности с естественным грунтом, не имеющие локальные техногенные изменения (щебень, песок, асфальт) и радиоактивное загрязнение. При измерениях, блок детектирования располагался на высоте 1 м над поверхностью земли. При осуществлении гамма-съемки силами двух специалистов показания

дозиметров и радиометров увязывали и сравнивали между собой на опорных контрольных пунктах (далее – ОПК). Брали среднее значение из 5 измерений.

В качестве ОПК выбрана территория Мангистауского областного управления экологии. Площадка ОПК была ровной, на расстоянии не менее чем на 10 м. строений не было. Детектор прибора при измерении гамма-фона располагался от поверхности на высоте 1 м.

Сравнение показаний на ОПК проводили вначале и конце рабочего дня каждой группой. Показания радиометров не отличались друг от друга более чем на $\pm 30\%$. Гамма-съемка проведена «конвертным методом» с расстоянием между точками на территории не более 5 м. Гамма-съемку проводили на всей территории площадки по сети. Разбивку сети производили предварительно с учетом особенностей застройки, рельефа, территории выбранного участка.

Профиль-маршрутная линия, вдоль которой производилась гамма-съемка. Сеть площадной гамма-съемки слагалась из профилей и точек измерения гамма-фона. Сеть закреплялась по ориентирам на местности и фиксировалась в протоколе измерения. Расстояние между профилями на территории не более 5 м. Фиксированные измерения гамма-фона по профилю производилась через каждые 10 м. территории.

При гамма-съемке во избежание пропусков небольших радиоактивных участков проводилось непрерывное прослушивание интенсивности шума в телефон и наблюдение за показаниями прибора по шкале по всей длине профиля. В процессе проведения гамма-съемки периодически через 2 часа проверяли чувствительность радиометра по контрольному источнику и через каждый час контролировали режим питания прибора.

Скорость пешеходной съемки не превышала 2 километров в час. Время измерения гамма-фона в фиксированной точке составил более 5 сек, количество измерений – не менее 5 раз. Расстояние детектора приборов от измеряемой поверхности на фиксированной точке не превышала 1-2 см, при движении- 5-10 см. Фиксированные измерения проводили на встречаемых материалах: куски ветоши, металлические детали, кучи мусора, смотровые (ревизионные) колодцы и другие. Усредненные значения измерений гамма-фона вносили в протокол установленной

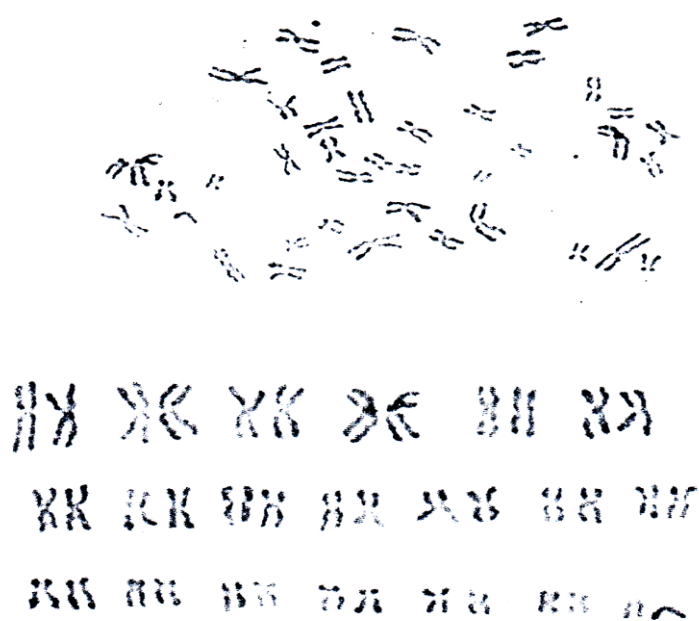


Рисунок 1 – Кариотип большой песчанки ($2n=40$)

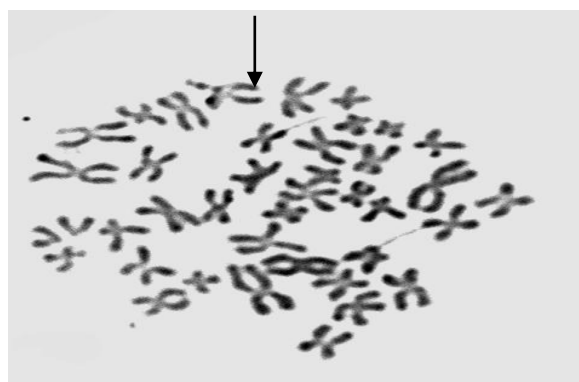


Рисунок 2 – Метафазная клетка животного № 1 с делецией в метацентрической хромосоме

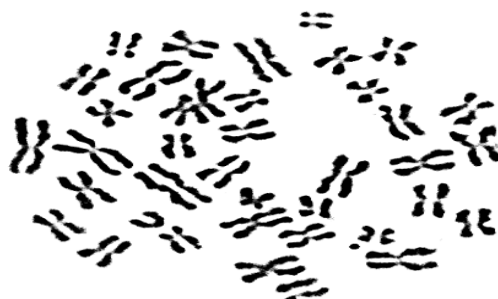


Рисунок 3 – Метафазная клетка животного № 2 с гиподиплоидным набором хромосом ($2n=39$)



Рисунок 4 – Метафазная клетка животного № 3 с гиподиплоидным набором хромосом ($2n=38$)

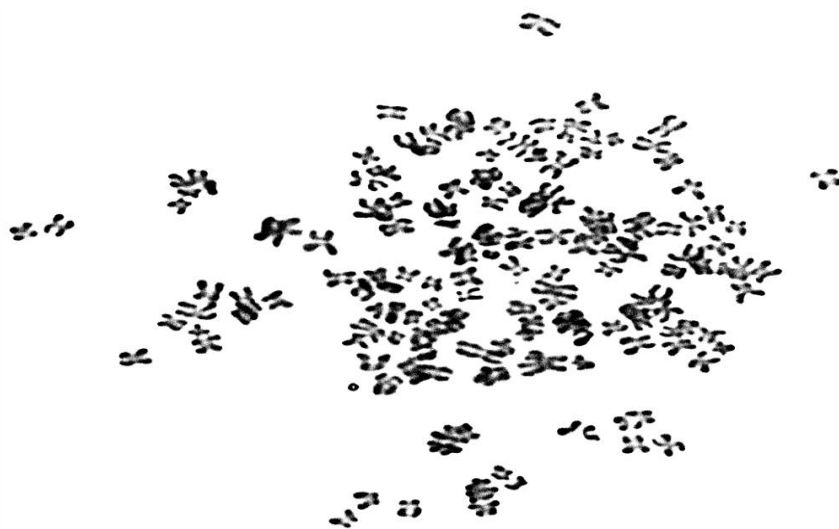


Рисунок 5 – Метафазная клетка животного № 4 с полиплоидным набором хромосом

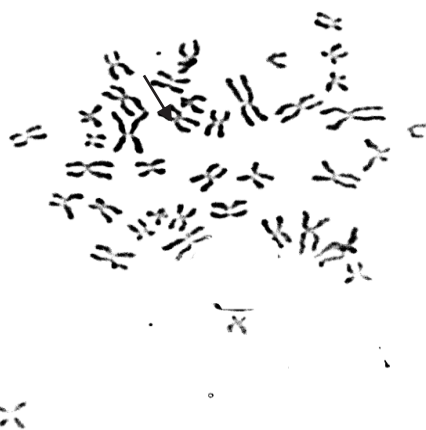


Рисунок 6 – Метафазная клетка животного № 4 с делецией в крупной метацентрической хромосоме

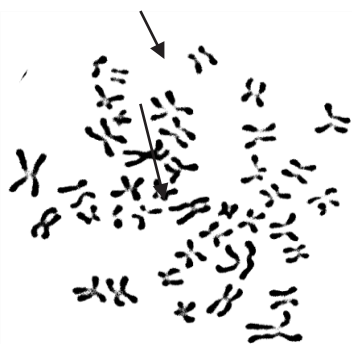


Рисунок 7 – Метафазная клетка животного № 4 с двумя делециями в двух хромосомах



Рисунок 8 – Метафазная клетка животного № 4 с диссоциацией в центромерном районе.

Таблица 1 – Результаты цитогенетического анализа мышевидных грызунов

№ животного	Пол	Изучено метафаз	Из них:			
			гиподиплоидия	абerr. хромос.	полиплоидия	% аберантных клеток (M±m)
№1 контроль	♀	104	1	1	1	2,8±0,34
№2 опыт	♀	83	2	-	-	2,4±0,42
№3 опыт	♀	87	2	-	1	3,4±0,29
№4 опыт	♀	109	2	2	1	4,6±0,21
ВСЕГО		382	7	3	3	3,4±0,29

формы. Все результаты измерений фиксировались в рабочем журнале.

Исследуемые районы характеризуются незначительным уровнем радиационного фона, среднее значение МЭД в целом по району составляет 0,12 мкЗв/ч. Абсолютный максимум – 1,5 мкЗв/ч – зарегистрирован в точке № 3 внутри канала ХГМЗ.

Результаты биоиндикации на грызунах. По данным литературы в условиях повышенного

содержания поллютантов в среде обнаружена морфологическая изменчивость некоторых видов грызунов (*Rodents*). Наблюдается проявление изменчивости пигментации и продолжительности циклов размножения, плодовитости. [8]. У таких особей отмечают повышенное содержание радионуклидов и других загрязнителей.

Нами проведены цитогенетические исследования больших песчанок в районе хвостохрани-

лица Кошкар-Ата. Установлено, что кариотип большой песчанки (*Rhombomys opimus*) состоит из 40 хромосом (рисунок 1).

Из них 2 хромосомы – крупные субметацентрические или метацентрические. 15 пар хромосом по размерам уменьшаются постепенно и по форме являются субметацентриками или метацентриками. Одна пара хромосом – самая наименьшая по размерам, и по морфологии они являются акроцентрическими хромосомами.

От контрольного животного №1 были проанализированы 104 метафазных клеток. Среди проанализированных метафазных клеток контрольного животного №1 идентифицированы гиподиплоидная клетка и клетка с делецией в метацентрической хромосоме (рисунок 2).

От 3 животных экспериментальной группы были проанализированы 279 метафазных клеток. Из них от большой песчанки №2 просмотрены 83 метафазные клетки, от б.песчанки №3 – 87 и от б. песчанки №4 – 109 метафазы.

Из проанализированных метафазных клеток животного №2 только в двух клетках были идентифицированы гиподиплоидные наборы хромосом (рисунок 3).

В проанализированных клетках гемопоэтических тканей животного №3 обнаружены две клетки с гиподиплоидным набором хромосом (рисунок 4) и одна полиплоидная клетка (рисунок 5).

В одной клетке идентифицирована делеция в крупной метацентрической хромосоме (рисунок 6).

На рисунке 7 представлена микрофотография метафазной клетки животного №4 с делециями в двух метацентрических хромосомах.

В некоторых метафазных клетках данного животного идентифицируется преждевременная

диссоциация в районе центромеры, разрывы центромерных участков хромосом (рисунок 8).

Результаты цитогенетического анализа мышевидных грызунов представлено в таблице 1.

Из данных таблицы 1 следует, что частота клеток с нарушениями хромосом, индуцированные поллютантами у животных отловленных с прилегающих к Кошкар-ате территорий примерно в 1,5-2 раза превышает по сравнению с контрольной группой. Анализ спектра хромосомных нарушений (аббераций) показывает, что загрязнители индуцируют в основном нарушения хроматидного типа аббераций (одиночные и парные фрагменты) (рисунки 1-8) типа делеций, транслокации, обменов и разрывов в центромерных участках.

Кроме того, отмечается индукция анеуплоидных клеток, в частности гиподиплоидных частота которых значительно превышает уровень контрольной группы. Встречаются полиплоидные клетки (рисунки 5) примерно с одинаковой частотой как и у контрольных животных.

Проведенный анализ свидетельствует, что загрязнение окружающей среды индуцирует в соматических клетках животных (грызунов) обитающих в зоне хвостохранилища генные и геномные мутации в виде нарушения структуры и числа хромосом. Полученные результаты свидетельствуют, что загрязнение среды обитания представляет реальную угрозу для устойчивости генома биоты и человека. Это и обуславливает необходимость проведения в дальнейшем исследований познания механизмов мутагенности загрязнителей, проведение популяционно-генетических исследований оценки реального риска для населения.

Литература

1 Kadyrzhanov K.K., Kuterbekov K.A., Akhmetov E.Z., Lukashenko S.N., Dzhazairov-Kakhramanov V. Radiation-Hazardous Objects at the West and Central Kazakhstan Territory //1st Int. Eurasia Conf. On Nuclear Science and its Application. Turkey, 2000. – P. 665 – 673.

2 Л. Де Мартино, Новиков В. Окружающая среда и безопасность. Центральная Азия и восточное побережье Каспийского моря // ISBN: 978-82-7701-052-6 Женевский университет, – 2008. –104 с.

3 Lennartz R., Heuel-Fabiane B. Jahresbericht 2006 des Geschäftsbereiches Sicherheit und Strahlenschutz // Sicherheit und Strahlenschutz GbS-Bericht Nr. 816, FZJ-2007.

4 Берикболов Б.Р. Радиоэкологическая обстановка в Казахстане // Труды Международной конференции «Семипалатинский испытательный полигон. Радиационное наследие и проблемы нераспространения». Вестник НЯЦ РК.–Курчатов, 2003.– Вып.3.- С. 33-36.

5 Имашева Б.С. Характеристика и анализ системы «почва-растения-животные» в условиях загрязнения радионуклидами и тяжелыми металлами / Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. Астана, 2008. – 205 с.

6 Бигалиев А.Б., Қанағатов Ж.Ж. Талдықорған қаласы аймағының экологиялық жағдайының бақылауда тышқантәрізді кеміргіштерді пайдалану // ҚазҰУ Хабаршысы/ Вестник КазНУ, экологиялық серия, Алматы. – № 2(23). – 2009. – С. 78-84.

7 Artoni RF, Vicari Mr, Bertollo LAC Citogenetica de peixes neotropicais: metodos, resultados e perspectivas // Publicatio UEPG. – 2000. – P. 43 – 60.

8 Романенко С.А., Лемская Н.А., Беклемишева В.Р., Перельман П.Л., Сердюкова Н.А., Графодатская А.С. Сравнительная цитогенетика грызунов // Генетика, Москва. – Т.46, №9.-С.1285-1289.

Reference

1 Kadyrzhanov K.K., Kuterbekov K.A., Akhmetov E.Z., LukashenkoS.N., Dzhazairov-Kakhramanov V. Radiation-Hazardous Objects at the West and Central Kazakhstan Territory //1st Int. Eurasia Conf. On Nuclear Science and its Application. Turkey, 2000. – P. 665 – 673.

2 L. De. Martino, Novikov B. Okruzhayshaya sreda i bezopasnost. Centralnaya Azia vostochnovo priberejya Kaspiiskovo moray // ISBN: 978-82-7701-052-6 Zhenevskii universitet, – 2008. -104 s.

3 Lennartz R., Heuel-Fabiane B., Jahresbericht 2006 des Geschäftsbereiches Sicherheit und Strahlenschutz// Sicherheit und Strahlenschutz GbS-Bericht Nr. 816,FZJ-2007.

4 Berikbolov B.R., Radioecologycheskya obstanovka v // Trudy Mezhdunarodnoi konferentsii «Semypalatniskii ispitatelnyi polygon. Radiatsionnye nasledie i problemy nerastrostraneniye». Vestnik NYATS RK. –Kurchatov, 2003.- Vyp.3.- S. 33-36.

5 Imashev B.S. Kharakteristika i analiz systemy «pochva-rasteniya-zhyvotnye» v uslovyakh zagryazneniya radionuklidami i tyazoly my metalami / Dissertachya na soiskanie uchenoi stepeni doktora biologicheskikh nauk. Astana, 2008. – 205 s.

6 Bigaliev A.B., Kanagatov Zh.Zh. Taldykorgan kalasy aimagynyn ecologyalyk zhagdaiyyn bakyluda tyshkantarizdi kemirgishterdi paydalanu // KazYU Khabarshysy / Vestnik KazNU, ecologyalyk serya, Almaty. – № 2(23). – 2009. – S. 78-84.

7 Artoni RF, Vicari Mr, Bertollo LAC Citogenetica de peixes neotropicais: metodos, resultados e perspectivas // Publicatio UEPG. – 2000. – P. 43 – 60.

8 RomanenkoS.A., Lemckaya N.A., Beklemishev B.R., Perlman P.L., Serdykova N.A., Grafodskaya A.S. Sravnitel'naya cytogenetika gryzhunov // Genetica, Moskva. – Генетика, Москва. – Vol. 46, №9.-S.1285-1289.