



ОЦЕНКА РИСКА ТЕХНОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА НАСЕЛЕНИЕ КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЯ



Алматы 2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КОМИТЕТ НАУКИ
РГП «ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ГЕНЕТИКИ И ЦИТОЛОГИИ»

ОЦЕНКА РИСКА ТЕХНОГЕННОГО
ВЛИЯНИЯ НА НАСЕЛЕНИЕ
КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ
ПРИКАСПИЯ

Коллективная монография

Ответственный редактор Б.О. Бекманов

Алматы
2017

УДК 502/504(075.8)
ББК 20.1.я 73
О-93

*Рекомендовано к изданию Ученым советом
РГП «Институт общей генетики и цитологии» КН МОН
РК (Протокол №10 от 17.10.2017)*

Коллектив авторов:

Л.Б. Джансугурова, Н.В. Мить, А.А. Жубанова, С.Г. Нестерова, З.А. Инелова,
А.Ж. Жумабеков, Э.А. Шаденова, О.Г. Чередниченко, Р.Ж. Жапбасов, М.Х. Байжанов,
М.Ж. Сулейменов, Э.М. Хусаинова, Е.К. Макашев, У.Н. Капышева, А.С. Мусаева,
Ш. Бахтиярова, А.С. Амиргалиева, М.О. Бегманова, И.Н. Магда, А.Л. Пилюгина,
С.Б. Зайпанова, А.М. Жомартов, К. Тастамбек, К.Б. Джантаева, Ф. Муратова

Главные редакторы:

к.б.н., профессор *Л.Б. Джансугурова*,
к.б.н. *Н.В. Мить*

Ответственный редактор

к.б.н. *Б.О. Бекманов*

Технический редактор

к.б.н. *К.Д. Джалпакова*

О-93 Оценка риска техногенного влияния на население казахстанской части Прикаспия: коллективная монография / Л.Б. Джансугурова, Н.В. Мить, А.А. Жубанова, Г.С. Нестерова [и др.]; гл.ред.: Л.Б. Джансугурова, Н.В. Мить; отв. ред. Б.О. Бекманов. – Алматы: Қазақ университеті, 2017. – 184 с. ISBN 978-601-04-3203-1

Монография посвящена изучению техногенного влияния на различные экосистемы Прикаспийского региона, а также на здоровье населения, проживающего на обследованных территориях Атырауской и Мангистауской областей. Работа представляет собой совместное исследование, проведенное учеными четырех организаций: Института общей генетики и цитологии, Института зоологии, Института физиологии человека и животных и КазНУ им. аль-Фараби. В результате исследований определены приоритетные загрязнители воды и почвы в мониторинговых точках Прикаспийского региона. С использованием различных тест-систем проведена оценка их генотоксического потенциала. Изучено влияние техногенных факторов на эндемичные виды флоры и фауны казахстанской части Прикаспия, кормовые растения, сельскохозяйственных животных и переносчиков паразитарных заболеваний. Также проведена оценка риска техногенного влияния на здоровье населения, проживающего в мониторинговых регионах Прикаспия. Предложены меры по улучшению экологической ситуации в Прикаспийском регионе, разработаны рекомендации по коррекции здоровья населения.

Монография будет полезна для специалистов в области биологии и экологии, преподавателей и студентов вузов, а также для широкого круга читателей, интересующихся проблемами экологии.

УДК 502/504(075.8)
ББК 20.1.я 73

ISBN 978-601-04-3203-1

© Коллектив авторов, 2017
© РГП «Институт общей генетики и цитологии», 2017



	Обозначения и сокращения	6
	ВВЕДЕНИЕ	7
	Глава 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА	9
1.1	Климато-географические особенности	9
1.2	Растительный мир Прикаспия	13
1.3	Биоразнообразие ихтиофауны бассейна Каспийского моря	16
	Глава 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЯ	19
2.1	Нефть и тяжелые металлы как химические мутагены окружающей среды	23
	Глава 3. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РИСКА	26
3.1	Исследования влияния различных агентов на генотоксичность, мутагенность и канцерогенность в лабораторных условиях	26
3.2	Биоиндикационные системы	28
3.3	Цитогенетический и молекулярно-генетический анализ в экологическом мониторинге населения экологически неблагоприятных регионов	29
	Глава 4. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	32
4.1	Материал для исследования, объекты исследования	32
4.2	Методы исследования	35
4.2.1	Забор проб воды, почвы и ила	35
4.2.2	Химический анализ проб воды, почвы и ила	41
4.2.3	Приготовление бензольных вытяжек из почвы	43
4.2.4	Изучение мутагенной активности в тесте Эймса	43
4.2.5	Учет рецессивных летальных мутаций X-хромосомы и аутосом у <i>Drosophila melanogaster</i>	44
4.2.6	Определение тератогенных и канцерогенных эффектов проб воды и почвы	46
4.2.7	Цитогенетический анализ препаратов метафазных хромосом лимфоцитов периферической крови овец и КРС	47
4.2.8	Цитогенетический анализ препаратов метафазных хромосом лимфоцитов периферической крови человека	48
4.2.9	Микробиологический анализ и биоиндикация	48
4.2.10	Анализ доминантных и кормовых растений	49
4.2.11	Анализ древесно-кустарниковых растений и культивирование <i>in vitro</i>	49
4.2.12	Микроядерный тест на индикаторных водных животных	50
4.2.13	Оценка эпизоотической ситуации	51
4.2.14	Изучение кровососущих комаров	53
4.2.15	Молекулярно-генетический анализ	54
4.2.16	Физиологические методы анализа	55
4.2.17	Методы статистической обработки результатов	56

	Глава 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	57
	Направление 1. Определение приоритетных загрязнителей окружающей среды населенной части Прикаспия, оценка генотоксического потенциала и интегральной токсичности с использованием модельных тест-систем	57
5.1	Оценка генотоксического потенциала образцов воды, почвы и донных отложений из мониторинговых зон с использованием модельных тест-систем	57
5.1.1	Забор проб воды и почвы в мониторинговых зонах Казахстанской части Прикаспия	57
5.1.2	Определение компонентного состава и наличия загрязнителей окружающей среды в пробах воды, почвы и донных отложений	58
5.1.3	Оценка генотоксического потенциала приоритетных загрязнителей воды и почвы из мониторинговых зон Прикаспия в лабораторных условиях в тесте Эймса	60
5.1.4	Оценка генотоксического потенциала приоритетных загрязнителей воды и почвы из мониторинговых зон Прикаспия по индукции летальных мутаций у дрозофилы	62
5.1.5	Оценка генотоксического потенциала приоритетных загрязнителей воды из мониторинговых зон Прикаспийского региона в культурах лимфоцитов периферической крови сельскохозяйственных животных <i>in vitro</i>	67
5.1.6	Оценка генотоксического потенциала приоритетных загрязнителей воды из мониторинговых зон Прикаспия в культурах лимфоцитов периферической крови человека	70
5.1.7	Комплексная оценка воздействия приоритетных загрязнителей Прикаспийского региона на разные модельные организмы	73
5.2	Конструирование батареи экспресс-тестов для определения токсичности объектов окружающей среды (воды и почв) на основе микробиологических методов, отобранных для экспресс-индукции основных загрязнителей антропогенного происхождения	76
5.2.1	Разработка методов определения интегральной токсичности образцов почв и воды с помощью микробных тест-объектов	76
5.2.2	Изучение токсичности проб (воды и почв) с использованием флуоресценции микроводорослей и конструирование батареи экспресс-тестов	77
	Направление 2. Определение воздействия техногенных факторов казахстанской части Прикаспия на эндемичные виды флоры и фауны, кормовые растения, сельскохозяйственных животных и переносчиков паразитарных заболеваний	82
5.3	Определение доминантных видов наземных растений в мониторинговых точках Мангистауской области и анализ содержания в них нефтепродуктов и сопутствующих тяжелых металлов	82
5.3.1	Анализ видового состава растений казахстанской части Прикаспия, прогнозная оценка влияния на видовой состав растений	82
5.3.2	Содержание приоритетных загрязнителей среды в образцах кормовых растений казахстанской части Прикаспия и соответствующей почвы	85
5.4	Обследование, селекционно-генетическая оценка состояния популяций глобально-значимых видов древесно-кустарниковых растений и эндемиков мониторинговых зон Прикаспия	92
5.4.1	Исследование популяций древесно-кустарниковых растений казахстанской части Прикаспия	92

5.4.2	Разработка методов ускоренного размножения наиболее значимых видов древесно-кустарниковых растений	96
5.5	Оценка генетического статуса эндемичных видов животных мониторинговых зон Прикаспия с помощью микроядерного теста	100
5.5.1	Проведение микроядерного теста у озерных лягушек (<i>Rana ridibunda</i>)	100
5.5.2	Проведение микроядерного теста у ихтиофауны Прикаспийского региона	103
5.6	Анализ индуцируемых техногенными факторами хромосомных aberrаций у сельскохозяйственных животных мониторинговых зон казахстанской части Прикаспия	109
5.6.1	Анализ численности и породные характеристики сельскохозяйственных животных, представленных в казахстанской части Прикаспия	109
5.6.2	Цитогенетический анализ хромосомных aberrаций и геномных мутаций овец и крупного рогатого скота из Атырауской и Мангистауской областей и региона сравнения	111
5.7	Биоэкологическая оценка современного состояния наиболее опасных паразитарных болезней копытных животных и их переносчиков в казахстанской части Прикаспия	122
5.7.1	Изучение состояния паразитарных болезней копытных животных и их переносчиков в мониторинговых участках казахстанской части Прикаспия	122
5.7.2	Изучение состояния кровососущих комаров в мониторинговых участках казахстанской части Прикаспия	128
	Направление 3. Оценка риска техногенного влияния на здоровье населения казахстанской части Прикаспия	140
5.8	Определение воздействия техногенных факторов на генетический статус населения мониторинговых зон Прикаспия	140
5.8.1	Выбор когорт населения для исследования	140
5.8.2	Цитогенетический анализ населения мониторинговых зон Прикаспия и зоны сравнения	141
5.8.3	Молекулярно-генетический анализ населения мониторинговых зон Прикаспия и зоны сравнения	143
5.8.4	Анализ ассоциации индивидуальных генотипов с индукцией хромосомных мутаций	146
5.9	Исследование соматического здоровья населения казахстанской части Прикаспия	147
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	152
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	154
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	161
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	166

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ПАУ –	Полициклические ароматические углеводороды
ПДК –	Предельно допустимая концентрация
СПАВ –	Синтетические поверхностно активные вещества
GLP –	Good Laboratory Practice
GCCP –	Good Cell Culture Practice
КСТ –	Краткосрочные скрининговые тесты
ВОЗ –	Всемирная организация здравоохранения
ГОСТ –	Межгосударственный стандарт
г. –	город
окр.	окрестности
с. –	село
пгт. –	поселок городского типа
оз. –	озеро
р. –	река
мкл –	микролитр
мл –	миллилитр
об/мин –	оборотов в минуту
мин. –	минута
мкг –	микрограмм
нг –	нанограмм
КРС –	крупный рогатый скот
МРС –	мелкий рогатый скот
МАЭК –	Мангистауская атомная энергостанция
промзона –	промышленная зона
DMCO или	Диметилсульфоксид
DMSO –	
ФГА –	Фитогеммагглютинин
ЭДТА или EDTA	Этилендиаминтетрауксусная кислота
–	
ДНК –	дезоксирибонуклеиновая кислота
FBS –	раствор бычьей эмбриональной сыворотки
PBS –	фосфатный буфер
SDS –	додecilсульфат натрия
SSC –	стандартный солевой буфер
Kettle –	индекс Кетле
T3 –	трийодтиронин
T4 –	тироксин
ТТГ –	тиреотропный гормон
КРС –	крупный рогатый скот
МРС –	мелкий рогатый скот
ЖКТ –	желудочно-кишечный тракт
МСОП –	Международный союз охраны природы
МЭБС –	Мангистауский экспериментальный ботанический сад
МАЭК –	Мангистауская атомная энергостанция
промзона –	промышленная зона
DMCO или	Диметилсульфоксид
DMSO –	
ФГА –	Фитогеммагглютинин
ЭДТА или EDTA	Этилендиаминтетрауксусная кислота
–	
ДНК –	дезоксирибонуклеиновая кислота
FBS –	буфер для окрашивания клеток
PBS –	фосфатный буфер
SDS –	додecilсульфат натрия
SSC –	стандартный солевой буфер
БАД –	биологически активная добавка
Kettle –	индекс Кетле
T3 –	трийодтиронин
T4 –	тироксин
ТТГ –	тиреотропный гормон

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение окружающей среды является одной из основных причин повышения темпа мутационного процесса и объема генетического груза в популяциях человека, об этом свидетельствует рост числа наследственных и мультифакторных заболеваний, врожденных патологий и пороков развития, ярко выраженный в экологически неблагоприятных регионах.

Прикаспийский регион нашей страны с ценными биологическими ресурсами, значительным минерально-сырьевым потенциалом и с учётом особенностей географического расположения имеет исключительно важное стратегическое значение не только в экономике, но и во внешней политике республики. В сфере экономики регион имеет огромные перспективы развития, особенно в нефтедобывающей и нефтеобрабатывающей отраслях.

Однако, в настоящее время Прикаспийский регион испытывает ряд трудностей, связанных с негативным влиянием экологических проблем, включая последствия подъема уровня моря, нерешенные проблемы загрязнения окружающей среды прошлых лет и текущие загрязнения, продолжающаяся деградация экосистем, катастрофическое сокращение запасов биологического разнообразия.

Экологическая ситуация в регионе осложнилась, прежде всего, из-за последствий влияния техногенных факторов. Осложнение экологической ситуации оказывает негативное влияние на условия проживания населения и медико-демографическую ситуацию в регионе. Ряд сложившихся экологических проблем имеют трансграничный характер. Так, на сегодняшний день выявлены следующие экологические проблемы региона: 1) загрязнение прибрежной зоны и морской воды; 2) общее ухудшение состояния окружающей среды (трансграничная и национальная); 3) опустынивание и деградация прибрежных ландшафтов; 4) разрушение береговых ареалов и инфраструктуры (трансграничная); 5) снижение запасов биоресурсов, в том числе промысловых видов рыб, включая осетровых (трансграничная и национальная); 6) угрозы биоразнообразию в целом (национальная и трансграничная); 7) ухудшение здоровья населения (национальная).

Общая экологическая ситуация в Прикаспийском регионе характеризуется совокупностью загрязнений почвы, атмосферного воздуха, поверхностных и подземных водных объектов, а также донных отложений моря и организма биологических ресурсов моря. Неблагоприятная экологическая ситуация в Казахстанской части Прикаспия сказывается на показателях здоровья населения, что особенно актуально для населения Атырауской и Мангистауской областей.

Организм человека на протяжении всей жизни постоянно подвергается полифакторному воздействию окружающей среды, включающему влияние природно-географических, климато-метеорологических, социальных и бытовых факторов. Постоянное проживание в экологически неблагоприятных условиях снижает сопротивляемость организма и способствует развитию экзависимых заболеваний (онкологические заболевания, заболевания эндокринной, мочеполовой системы, болезни системы крови и кроветворных тканей, органов пищеварения, дыхания). Вследствие наложения природных, техногенных и бытовых факторов формируются сложные адаптационно-компенсаторные отношения элементов в организме человека, под воздействием которых меняются его функциональные особенности, происходит истощение адаптационных резервов, вызванных интенсивным и длительным влиянием комплекса неблагоприятных экологических факторов

Очевидно, что сложившаяся в Каспийском регионе критическая экологическая ситуация угрожает не только миллионам жителей прибрежных регионов, но и растительному и животному миру Каспийского моря, связанному с человеком пищевыми цепями.

В связи с вышесказанным была разработана комплексная программа на 2015-2017 гг., ориентированная на решение актуальных для Казахстана проблем Прикаспийского региона. При разработке программы учитывался многоуровневый подход к исследованиям влияния антропогенных факторов на человека и среду его обитания.

Цель программы: провести биоэкологический анализ техногенного влияния на население казахстанской части Прикаспия, оценить риски для здоровья населения, разработать рекомендации.

Основные задачи программы:

– Определение приоритетных загрязнителей окружающей среды населенной части Прикаспия, оценка генотоксического потенциала с использованием модельных тест-систем.

– Определение воздействия техногенных факторов казахстанской части Прикаспия на эндемичные виды флоры и фауны, кормовые растения, сельскохозяйственных животных и переносчиков паразитарных заболеваний.

– Оценка риска техногенного влияния на здоровье населения казахстанской части Прикаспия.

В программе участвовало 9 исследовательских групп (9 проектов), объединенных опытом исследований экологически неблагоприятных районов Казахстана и представляющих четыре организации: РГП «Институт общей генетики и цитологии» КН МОН РК, ДГП «Институт проблем экологии» РГП «КазНУ им. аль-Фараби» КН МОН РК, РГП «Институт зоологии» КН МОН РК, РГП «Институт физиологии человека и животных» КН МОН РК.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА КАЗАХСТАНА

1.1 Климато-географические особенности

Каспийское море является самым крупным в мире водоемом, не соединяющимся с мировым океаном. По своей гидрологии – это типичное море. В соответствии с физическими характеристиками Каспийское море делится на 3 части с различной глубиной: Южный Каспий (глубокий), Средний Каспий (средней глубины) и Северный Каспий (мелкий). Северный Каспий составляет четверть от общей площади поверхности моря, но из-за небольшой глубины в 3-6 метров содержит менее одного процента от общего объема моря. Средняя глубина в Среднем Каспии составляет 190 метров, в то время как в южном секторе она составляет местами более 1000 метров. Площадь Каспийского моря – более 392,6 тыс. км², длина – около 1200 км, ширина – до 320 км. Водосборная площадь Каспия составляет свыше 3,1 млн. км². Каспийское море является бессточным водоемом, то есть, из него не вытекает ни одна река. В то же время сюда впадает более 130 рек, включая Волгу и Урал. Береговую линию длиной более 7 тыс. км делят между собой пять Прикаспийских государств – Азербайджан, Казахстан, Россия, Туркменистан, Иран. В Казахстанской части Прикаспийского региона административно расположены Атырауская и Мангистауская области (рисунки 1-2).

Атырауская область характеризуется уникальным сочетанием природно-климатических и хозяйственных особенностей [1-2]. Она расположена ниже уровня мирового океана, на территории Прикаспийской низменности, к северу и востоку от Каспийского моря, между низовьями Волги на северо-западе и плато Устюрт на юго-востоке. Поверхность территории в основном равнинная, лишь на севере расположены небольшие Индерские горы. Крупными реками, протекающими по территории области, являются Урал (общая длина – 2534 км, в пределах Казахстана – 1084 км), Эмба (712 км), Сагыз (511 км), Ойыл (800 км). Крупное озеро области – Индер (110,5 км²). Область богата запасами различных полезных ископаемых и является старейшим нефтегазодобывающим регионом Казахстана.

Климат резко континентальный, засушливый. Отсутствие высоких естественных барьеров способствует свободному проникновению и перемещению по Прикаспийской низменности увлажненных атлантических масс, холодного арктического воздуха, а также сухого субтропического воздуха пустынь Казахстана и Средней Азии. Континентальность воздушных масс вызывает большую сезонную контрастность температуры воздуха. Среднегодовая температура воздуха положительна и составляет 7,6–8,7 °С.

Наименьшая среднемесячная температура воздуха наблюдается в январе – феврале (минус 7,0–14,0 °С), наибольшая – в июле – августе (23,0–26,0 °С). Абсолютный минимум – минус 41,30 °С. Зима наступает в конце ноября и продолжается 130 – 140 дней, до конца марта. Для апреля характерно наибольшее в году повышение температуры воздуха, что вызвано сменой отрицательного радиационного баланса на положительный. Наиболее жаркий период – со второй половины июня до середины августа. Значительное понижение температуры воздуха – от сентября к октябрю. В октябре среднемесячная температура воздуха еще положительная, в декабре – всегда отрицательная. В зимнее время часто наблюдаются оттепели (3-5 дней), после которых наступает резкое похолодание.

Мангистауская область находится в пустынной зоне, на западе Республики Казахстан. Область расположена в пределах Прикаспийской низменности и плато Мангистау в юго-западной части Республики Казахстан. Она включает полуостров Мангышлак, плато Устюрт, полуострова Бузачи и Тюб-Караган, соры Мертвый Култук и Кайдак, с запада, северо-запада и юго-запада омывается водами Каспийского моря. На севере и северо-востоке граничит с Атырауской и Актюбинской областями, на востоке – с Узбекистаном, а на юге – заливом Кара-Богаз-Гол с Туркменией. По данным Государственного комитета по земельным отношениям и землеустройству, она занимает территорию размером 170,5 тыс. км². Область является крупным промышленным регионом. Здесь добывается 25% нефти Казахстана. По ее территории проходит нефтепровод Актау – Жетыбай – Узень. Города Актау и Баутино являются морскими портами. Основная направленность региона – нефтедобывающая промышленность, доля которой составляет 70,6% в общем объеме промышленной продукции области [1-3].

Климат региона формируется под преобладающим влиянием арктических иранских и туранских воздушных масс. В холодный период года здесь господствуют массы воздуха, поступающие из западного отрога сибирского антициклона, в теплый период они сменяются перегретыми тропическими массами из пустынь Средней Азии и Ирана. Под влиянием этих воздушных масс формируется резко континентальный крайне засушливый тип климата. Особенно резко засушливость климата выражена в южных районах Мангышлака.

Осадков выпадает менее 200 мм в год с максимумом весной; один раз в 5-10 лет их количество доходит до 250 мм, а в отдельные годы снижается до 50 мм. Для Мангышлака свойственна большая продолжительность безморозного периода. Зимы короткие, сравнительно теплые и малоснежные. Снежный покров толщиной 3-7 см неустойчив и не везде сплошной. Самым холодным месяцем года является январь. Почти постоянно дуют ветры, 90 дней в году бывают сильные ветры. При ветрах более 10-12 м/с возникают пыльные бури, отмечающиеся 2-3 раза в месяц, а в зоне песчаных массивов чаще. Зимой преобладают ветры восточного и северо-восточного направлений, летом – северного и северо-западного. Лето продолжительное и знойное. Самый жаркий месяц – июль. Испаряемость (800-900 мм) очень высокая. Она превышает годовые суммы осадков почти в 8-10 раз. 100-120 дней в году влажность воздуха составляет меньше 30 %. Средний максимум летних температур +32-33, минимальный зимний -42. Амплитуда суточных температур достигает 25-30 градусов.

Природа Мангистауской области не отличается гостеприимством: это засушливые безлюдные территории, местами заросшие полынью и покрытые солончаками, образующимися за счет восходящих потоков влаги в почве; встречаются участки кустарниковой растительности. Лишь на непродолжительный период времени весной и иногда осенью пустыня покрывается

эфемерной растительностью, отличающейся очень коротким вегетационным периодом, – преимущественно луковичными видами. Климат области крайне засушливый, здесь часты сильные ветры и песчаные бури. В Мангистауской области нет постоянных рек, лишь по весне, в период короткого паводка, с гор Мангышлака стекают небольшие временные речки.

Засушливый климат определил видовой состав животного мира, здесь обитают животные, способные преодолевать значительные расстояния в поисках воды: сайгаки, волки, лисицы-корсаки, суслики, тушканчики, среди птиц – дрофы, стрепеты. Куда богаче прибрежная ихтиофауна, здесь встречаются тюлень, осетровые, судак, вобла, сазан, сельдь, кефаль, килька [4-6].

1.2 Растительный мир Прикаспия

Современный растительный покров является индикатором экологической дестабилизации и трансформации экосистем. Основной функциональной блок экосистемы – это растительность, выполняющая роль экологических и биоклиматических индикаторов, влияющая на круговорот вещества и энергии и участвующая в формировании почв. Такие функции растительности, как синтез органических веществ, образование первичной продукции, аккумуляция солнечной энергии, регуляция газового баланса биосферы, водорегулирующая, противоэрозионная, и другие функции делают ее основным звеном биосферы, обеспечивающим существование всех живых организмов. Растительность, благодаря своим индикационным и физиономическим свойствам, является самым сверхинформативным компонентом экосистем. О скорости и направленности антропогенных и антропогенно-стимулированных процессов, о динамике других компонентов экосистем (почв, грунтовых и поверхностных вод и т.п.) можно судить по состоянию растительности, ее флористическому и ценотическому разнообразию.

Изучение смен растительности является основой для мониторинга состояния растительности, выявления устойчивости растительных сообществ к различным видам антропогенного воздействия, а также разработки способов стимулирования восстановительных сукцессий.

Отличительная черта растительного покрова Прикаспия – это его пространственная неоднородность. Ведущими факторами, определяющими пространственное распределение растительности, являются условия увлажнения, засоленность, состав почв и рельеф [7].

Почвенный покров территории отличается большим многообразием вследствие разнообразия условий почвообразования и формирования. Так, например, Тенгизское месторождение находится в пределах пустынной зоны. Зональным типом почв являются бурые пустынные почвы (Почвенно-географическое районирование, 1962) различной степени засоления, развивающиеся на слоистых песчаных, суглинистых и глинистых отложениях позднехвалынских равнин.

Все почвы отличаются малой гумусностью, относительно небольшой мощностью гумусового горизонта, низким содержанием элементов зольного питания, малой емкостью поглощения. Эти особенности почв являются следствием сложившихся биоклиматических условий почвообразования (малое количество осадков, высокие летние и низкие зимние температуры и др.) и определили преобладание в растительном покрове ксерофитных полукустарников и солянок при незначительном участии злаков и разнотравья.

Исследуемая территория расположена на водосборном бассейне Каспийского моря. Общий уклон поверхности направлен в сторону моря.

Лесной фонд Атырауской области составляет: общая площадь – 11863 га; площадь лесного фонда (общая) – 53,3 га; площадь лесистости, покрытая лесом – 15,7 га (0,1%).

Во флоре Атырауской области отмечено 10 реликтовых и 27 эндемичных видов растений, а в Мангистауской – 8 эндемиков и 2 реликтовых вида. К числу реликтовых видов относится Сетчатоголовник оттянутый (*Dictyocarpus attenuatus*), который находится под угрозой исчезновения. Также к исчезающим реликтовым видам относятся Феллориния шишковая (*Phellorinia strobilina*), Марена меловая (*Rubia cretacea*). В пустыне крупные массивы барханных песков чередуются с поросшими кустарниками и травами просторными ашиками, на которых издревле выпасались многотысячные отары овец, табуны лошадей, стада коров и верблюдов. Реже встречаются кустарники (селитрянки Шобера, гребенщик многоцветковый).

Проблемой сохранения растительного биоразнообразия в Западном Казахстане занимается Мангышлакский экспериментальный ботанический сад, который находится в областном центре Мангистауской области – городе Актау. На территории Мангышлакского экспериментального ботанического сада создан маточный участок площадью 1 га, где в настоящее время культивируется 33 вида пустынных древесных растений, в том числе 19 редких и исчезающих, которые включены в «Каталог редких и исчезающих видов растений Мангистауской области» (Красная книга) [8].

Как и на равнинных пространствах других широт, на пустынных плато развита наиболее типичная зональная растительность. В Мангистауской области выражена растительность двух ботанико-географических типов пустынь – северотуранской подзоны северных и средних пустынь холодно-умеренного климата (на большей части территории области) и южнотуранской подзоны южных пустынь тепло-умеренного климата (на крайнем юге области).

В растительных сообществах средних пустынь на плато встречается молочай твердобокальчатый (*Euphorbia sclerocaryatum*) – вид, занесенный в Красную книгу Казахстана (1981, 2014). С выходами гипса связаны местообитания солянки хивинской (*Salsola chivensis*) – очень редкого вида, занесенного в Красную книгу Казахстана [9].

Ось песчаного массива занята барханными, нередко развеваемыми, песками. Ближе к периферии они сменяются бугристо-грядовыми и грядовыми песками. Окраина занята закрепленной растительностью волнистой песчаной равнины. В ландшафте присутствуют также такыры, солончаковые и луговые понижения [10].

Растительный покров песков Мангышлака и Устюрта при внешнем однообразии отдельно взятого массива довольно разнообразен. Так, в песках пустынь произрастают различные виды специализированных ксерофильных деревьев (полудеревьев) и кустарников [11], такие как: жузгун (*Calligonum*) песчаная акация или куянсуек (*Ammodendron*), аммотамнус (*Ammothamnus*), эremosпартон.

Только на приморских песках, обогащенных карбонатными остатками ракушек моллюсков, встречается весьма декоративный выюнок персидский (*Convolvulus persicus*), занесенный в Красную книгу Казахстана.

В 1998 г. Л. Димеева, Н. Синяева, В. Лысенко [12] исследовали флору и растительность охраняемых территорий Атырауской области. По данным их исследований, флора Атырауской области представлена 957 видами высших

растений, относящихся к 371 роду и 88 семействам. Прибрежная флора состоит из 357 видов. Среди них они выделили виды, занесенные в Красные книги Казахстана и СССР: 15 видов высших растений; 2 вида грибов; 27 видов эндемиков: из них узкоэндемичных – 3 вида, 10 видов реликтовых; 180 видов полезных растений: из них 100 – ценных кормовых растений, более 50 – лекарственных растений, 57 – технических растений [12-13].

В 2009-2011 гг. Л.А. Димеева, Б.М. Султанова, А.А. Иманалинова [14] провели исследования на месторождении «Косшагыл» Атырауской области. Флора месторождения характеризуется обедненным видовым составом. Исследования выявили 85 видов сосудистых растений, относящихся к 59 родам и 18 семействам. Во флоре выделен только один редкий вид – молочай твердо-бокальчатый (*Euphorbia sclerocyanthium*). В 2009-2011 гг. Усен К. [14] описал растительный покров нефтезагрязненных экосистем в зоне нефтедобычи месторождений «Косшагыл».

В 2011 г. Димеева Л.А. исследовала и описала динамику растительности пустынь и полупустынь Приаралья и Прикаспия [15]. В ненарушенных растительных сообществах преобладают виды первичных (С, R, S) эколого-фитоценологических стратегий, среди которых доминируют R-стратеги; по мере усиления антропогенной нагрузки сокращается число эксплерентов и возрастает количество видов вторичных стратегий (CS, RS). Фитомелиорация на инициальных стадиях первичной сукцессии ускоряет ход естественных смен за счет внедрения видов промежуточных и позднесукцессионных стадий.

По последним данным авторов «Государственного кадастра растений Мангистауской области. Списка высших растений сосудистых растений» (2006) [16], видовой состав сосудистых растений Мангистауской области насчитывает 675 видов из 300 родов и 69 семейств. Также была обнаружена ботаническая находка в 2009 г. А.А. Иманбаевой и И.Н. Сафроновой – желтолистная хохлатка [17]. По данным «Каталога редких и исчезающих видов растений Мангистауской области» (2006) [18], в регионе выявлено 40 редких и исчезающих видов Мангистауской области, как *Convolvulus persicus* L., *Rubia cretacea* Pojark., *Gystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott., *Ephedra aurantiaca* Takht., *Eremurus anisopterus* (Kar. et Kir.) Regel, *Gypsophila spathulifolia* Fenzl, *Salsola richteri* (Moq.) Kar., *Malacocarpus crithmifolius* (Retz.) C. A. Mey, *Crataegus ambigua* C. A. Mey и др.

В составе природной флоры преобладают однолетние травянистые растения – 268 видов, 247 видов принадлежат к многолетним травянистым растениям. Кустарники представлены 39 видами. Деревья как жизненная форма естественной растительности в регионе отсутствуют. Начало интродукции древесных растений на Мангышлаке отмечено со второй половины XIX века. Первыми были интродуцированы шелковица белая, лох остроплодный и туркменский, боярышник, ива белая, вяз приземистый, туранга, персик, абрикос, груша, вишня.

Результаты эколого-биологических исследований позволяют констатировать, что устойчивость отобранных в процессе интродукционных работ кормовых кустарниковых и полукустарниковых растений объясняется формированием у них мощной и глубоко проникающей корневой системы, экономным расходом влаги на транспирацию, высокой соле- и жароустойчивостью, способностью осуществлять процесс с положительным балансом в условиях высоких температур и сухости воздуха.

1.3 Биоразнообразие ихтиофауны бассейна Каспийского моря

За свою историю Каспийское море неоднократно меняло размеры и глубины, пока не приняло современный облик. Каспийское море несколько раз было соединено с Черным морем через Кумо-Манычскую впадину, что способствовало проникновению фауны из Каспия в Черное море и обратно – из Черного моря в Каспийское. Поскольку на месте современного Каспия существовали как солёные, так и опресненные водоёмы, то сформировалась фауна, имеющая представителей разных комплексов – от типично морских до пресноводных. И по своему происхождению для Каспийского моря выделяют несколько групп животных [19].

Так, к первой группе относится каспийская автохтонная фауна. Это исходная морская фауна третичного периода, хотя и существенно изменившаяся в результате воздействия гидрологического режима бассейна. Типичными представителями этой группы являются бычки, пуголовки, сельди.

Вторую группу представляют арктические виды, которые проникли в море 10–12 тыс. лет назад, после ледникового периода. Их количество составляет всего 14 видов и подвидов, из рыб – это белорыбица и каспийский лосось, а также каспийский тюлень.

Третью группу представляют средиземноморские виды – атерина, рыба-игла, бычок-бубырь.

Четвертая, достаточно многочисленная группа, представлена пресноводными видами, проникшими в Каспийское море в поздне третичное время. Из рыб к этой группе относятся карповые, окуневые сомовые и др. Пресноводные виды обитают преимущественно в Северном Каспии и в предустьевых участках рек Среднего Каспия.

Пятая группа – это типично морские виды (сельди, пузанок).

В настоящее время в Каспийском море обитает 1809 видов и подвидов животных, в том числе 415 видов позвоночных животных. Эти данные представлены в процентном соотношении на диаграмме рисунка 3, из которой следует, что рыбы составляют в видовом отношении 8% от состава всей фауны.



Рисунок 3 – Видовое разнообразие фауны Каспийского моря

Ихтиофауна Каспийского моря относительно бедна по количеству видов. По этому показателю Каспий значительно уступает южным морям, которые сообщаются с Мировым океаном (Черному, Азовскому).

Например, Черное море по числу видов рыб превосходит Каспийское более чем в два раза. Но благодаря большой численности отдельных видов рыб в Каспийском море их общая ихтиомасса в восемь раз больше, чем в Чёрном. Также об определенно высоком биоразнообразии свидетельствует то, что в ихтиофауне Каспийского из 150 видов и подвидов отмечаются рыбы, принадлежащие к 15 отрядам и 22 семействам (рис. 4).

Кроме того, северная, средняя и южная части Каспия существенно различаются по видовому составу ихтиофауны. Если в целом в море встречается 150 таксонов рыб, то в Среднем Каспии насчитывают 66 таксонов (видов, подвидов, рас), относящихся к 8 отрядам, 14 семействам и 35 родам. Что касается видового состава рыб Южного Каспия, то в нём выявлено 72 вида и подвида. Обсуждаемый таксономический состав ихтиофауны в сравнительном плане по процентному и количественному соотношению групп представлен в виде диаграмм на рисунках 5 и 6.

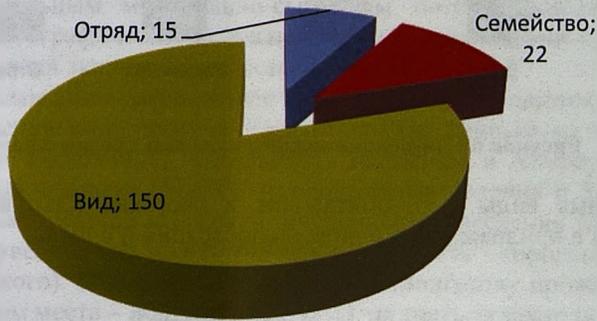


Рисунок 4 – Сравнительный таксономический состав ихтиофауны Каспия

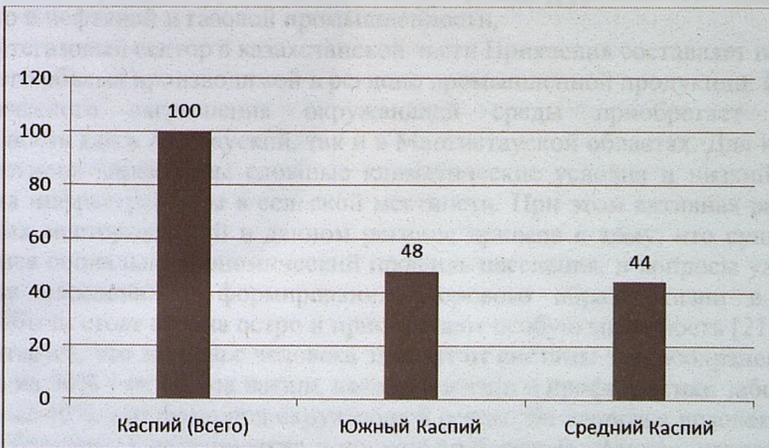


Рисунок 5 – Сравнительное видовое распределение рыб по акватории Каспия, %

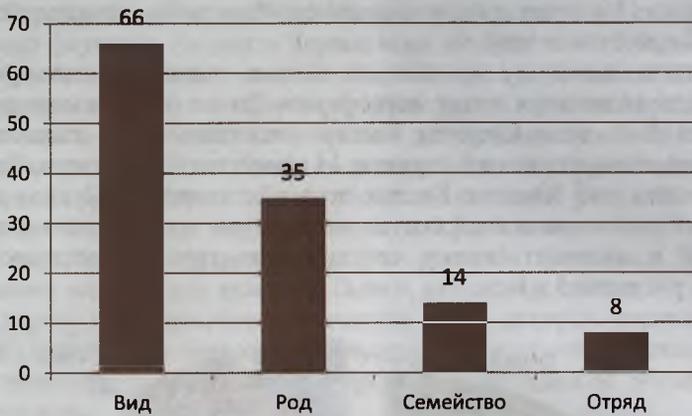


Рисунок 6 – Таксономический состав рыб Среднего Каспия

Характерные виды рыб, обитающие в бассейне Каспийского моря [20], представлены в приложении А в виде иллюстраций и списка.



ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЯ

Каспийский регион Казахстана (Атырауская и Мангистауская области) располагает генетическими ресурсами, представленными ценными видами флоры и фауны, значительным минерально-сырьевым потенциалом и выгодными особенностями географического расположения, имеющими приоритетное значение для развития экономики региона и страны.

Согласно данным демографии, более 1,2 млн. человек являются постоянными жителями Прикаспийского региона Казахстана. По данным на июль 2017 г. (портал Западного Казахстана), численность населения в Атырауской области составляет 607 584 человека (57,95% – городского населения и 52,04% – сельского). По данным агентства «Лада.kz», численность населения Мангистауской области в 2017 г. увеличилась до 626 793 человек (51,65% – городского населения и 48,35% – сельского). Большая часть населения Мангистау проживает в Актау (29,47%), на втором месте – Жанаозен (22,42%), на третьем месте по численности населения – Мунайлинский район (22,12%). В структуре населения Прикаспия преобладает население трудоспособного возраста (0-19 лет – 40,1%, 20-59 лет – 45,9%, доля населения старше 59 лет – 14%, по республике – 10,2%). За последние 10 лет население Прикаспийской части Казахстана увеличилось практически в 2 раза, в основном за счет положительной миграции трудоспособного населения, занятого в нефтяной и газовой промышленности.

Нефтегазовый сектор в казахстанской части Прикаспия составляет почти 95% от общего объема производимой в регионе промышленной продукции. Проблема экологического загрязнения окружающей среды приобретает высокую актуальность как в Атырауской, так и в Мангистауской областях. Для населения этого региона характерны сложные климатические условия и низкий уровень развития инфраструктуры в сельской местности. При этом активная разработка нефтяных месторождений в данном регионе привела к тому, что существенно изменился социально-экономический профиль населения, и вопросы улучшения здоровья населения и формирования здорового образа жизни в районах нефтедобычи стоят весьма остро и приобретают особую значимость [21-23].

Считается, что здоровье человека зависит от системы здравоохранения всего на 10%, на 50% – от образа жизни, качества жизни и профилактики заболеваний, остальные 40% – от факторов окружающей среды. На здоровье человека влияют многие факторы: климатические и социально-бытовые условия, качество воды, пищи и др.

Состояние здоровья населения является индикатором загрязненности природной среды. По данным ВОЗ, до 80% заболеваний – следствие влияния на организм человека экологических факторов физической, химической, биологической природы. Установлено, что предельно допустимые концентрации

токсичных химических элементов, их соединений, веществ, их избыток или недостаток в окружающей среде вызывают определенные виды заболеваний.

Аналитические исследования Прикаспийского региона свидетельствуют о том, что значительная часть населения Атырауской и Мангистауской областей контактирует с нефтью и продуктами её переработки, а также с другими токсическими и канцерогенными химическими веществами, которые выделяются в окружающую среду и оказывают вредное действие как на работающих, так и на население, не имеющее профессиональных контактов с нефтью [21-23]. Хроническое действие загрязнения среды обитания химическими веществами на здоровье людей является наиболее очевидным эффектом неблагоприятного влияния. В Прикаспийском регионе наблюдается значительное ухудшение состояния здоровья жителей, вызванное негативными изменениями среды проживания и климата [21-23].

По мере роста добычи и переработки нефти и газа в Прикаспийском регионе возросли показатели первичной заболеваемости взрослого населения болезнями органов дыхания, нервной и иммунной систем, полости рта и зубов, костно-мышечной системы, растет число пациентов с болезнями крови и кроветворных органов, связанных с железодефицитной анемией, инфекционными заболеваниями, часто вирусный гепатит «А», острые кишечные инфекции, туберкулез.

Статистические данные свидетельствуют, что на протяжении последних 10 лет среди основных классов причин смерти населения Прикаспия наибольший удельный вес занимают болезни системы кровообращения: в Мангистауской области – 23,2%, в Атырауской области – 20,6%. Число онкологических заболеваний увеличилось как в Мангистауской, так и Атырауской областях, на первом месте – рак легких, затем идут рак органов пищеварения, рак желудка. В течение последних лет стабильна выявляемость болезней нервов, печени, почек, желудка, дыхательных путей. Уровни заболеваемости аллергическим ринитом в Казахстанской части Прикаспия превышают республиканские показатели. В структуре заболеваемости среди детей основные места занимают болезни органов дыхания, инфекционно-паразитарные заболевания, болезни кожи и подкожной клетчатки, органов пищеварения, болезни крови и кроветворных органов. Среди взрослых – болезни органов дыхания, инфекционно-паразитарные заболевания, болезни кожи и подкожной клетчатки, травмы и отравления, болезни крови и кроветворных органов.

Сравнительная характеристика заболеваемости в Атырауской и Мангистауской областях по возрасту показала, что наиболее высоким был уровень заболеваемости детей (в среднем более 45,5 тысяч на 100 тыс. населения), что превышает показатели заболеваемости подростков в 1,4 раза, а взрослых в 1,7 раза. В структуре заболеваемости детей второе место по распространенности занимают болезни крови и кроветворных органов (в среднем 3,5 тысяч случаев на 100 тыс. детского населения). Болезни органов пищеварения с показателем около 2,5 тысяч на 100 тыс. детского населения находятся на третьем месте [24].

В связи с ощутимыми нарушениями экосистем возрастают случаи регистраций среди людей и животных различных паразитарных болезней и появляются новые биотопы кровососущих комаров, являющиеся переносчиками ряда заболеваний. Паразитозы представляют серьезную угрозу здоровью населения, наносят значительный экономический ущерб животноводству и экономике Республики.

Такое состояние здоровья населения в казахстанской части Прикаспия во многом определяется нарушением экологического состояния региона,

повышением содержания радионуклидов, в том числе солей тяжелых металлов, отходов нефтедобывающей и нефте- и газоперерабатывающей промышленности, пестицидов, гербицидов в почве, воде и растениях, а значит и в продуктах питания.

Экологическое неблагополучие Прикаспия связано с загрязнением почвы, воздуха, поверхностных и подземных водных объектов. Деградация окружающей среды в Прикаспийской акватории связана с активной деятельностью горнодобывающей, нефте- и газоперерабатывающей промышленности, сельского хозяйства и беспредела в рыболовстве. Общая площадь непригодных земель Прикаспийского региона составляет более 200 тыс. га в связи с большими объемами разлитой нефти (около 5 млн. тонн). Основной причиной загрязнения воздуха является сжигание попутных нефтяных газов на факелах, объем которых составляет более 100 млрд. м³ газа. Выделяемые при этом канцерогенные углеводороды и другие опасные продукты сгорания попутных газов, загрязняя атмосферный воздух, переносятся на большие расстояния и оказывают негативное воздействие на почву и поверхностные воды, растительный и животный мир, ухудшая здоровье населения.

Одной из нерешённых экологических проблем в регионе является накопление отходов производства в отсутствие их утилизации и переработки. На территории Мангистауской области накопилось более 200 млн. тонн промышленных отходов, из которых более 100 млн. тонн являются токсичными. Только на одном Тенгизском месторождении нефти и газа в Атырауской области накопилось около 7 млн. тонн комовой серы, которая хранится под открытым воздухом, загрязняя окружающую среду. Серьезную опасность здоровью населения представляют загрязненные радионуклидами и тяжелыми металлами земли, прилегающие к территории Азгирского полигона (объект Галит), где раньше производились серии ядерных взрывов. Территория вокруг ракетного полигона «Тайсойган» на сотни километров загрязнена продуктами распада ракетного топлива и обломками ракет. Нефтяные месторождения, наряду с отходами углеводородов, также загрязнены солями радиоактивных веществ. В районах заброшенных карьеров по добыче урановых руд и вокруг несанкционированных складов радиоактивных материалов в г. Актау отмечен повышенный уровень радиации. В настоящее время в хранилищах твердых и жидких радиоактивных отходов (РАО) реакторной установки на быстрых нейтронах (РУ БН-350) РГП «Мангышлакский атомный энергокомбинат» в г. Актау хранятся более десяти тысяч тонн твердых и жидких РАО с активностью 14466 Кюри. В хвостохранилище «Кошкар-Ата» у г. Актау размещены токсичные отходы переработки ураносодержащих и редкоземельных руд. Общий объем отходов, включая жидкую и твердую фазы, составляет около 355,8 млн. тонн, активностью 11242 Кюри. В результате понижения уровня жидкой фазы, из общей площади хвостохранилища в 77 км², около третьей части «пляжей» оголилась и опасные отходы с этих площадей подвергаются пылению.

Одним из источников экологической напряженности, представляющим потенциальную опасность загрязнению воды Каспийского моря, являются сточные воды в отстойнике «Тухлая балка» у г. Атырау. К настоящему времени на полях фильтрации отстойника накопилось около 50-70 млн. м³ сильно загрязненных жидких отходов. В сточных водах содержится высокая концентрация хлоридов, солей аммония, сульфатов, тяжелых металлов. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах – до 200 ПДК, фенола – от 20 до 80 ПДК.

Уровень загрязнения морских вод нефтепродуктами в последние годы находился на уровне 1-4 ПДК (предельно допустимая концентрация). Концентрация фенола в Северо-Восточном Каспии – 3-9 ПДК, СПАВ – 1-3 ПДК. Почти постоянно в воде присутствуют хлорорганические пестициды. Ежегодно вблизи бассейнов рек Волги и Урала с речным стоком в море поступают различные химические удобрения, используемые в сельском хозяйстве (пестициды). С верховьев реки Урал в море поступают ионы тяжелых металлов, концентрации которых превышают ПДК в 4-12 раз. В маловодные годы из реки Урал поступает в море до 80% фосфора антропогенного происхождения.

В связи с активным развитием и освоением природных богатств западного Казахстана возрастает значимость исследований, раскрывающих влияние нефтяного загрязнения окружающей среды на биоценозы и сельскохозяйственные объекты.

Природные условия Прикаспия характеризуются резким континентальным климатом, обусловленным жарким засушливым летом, холодной зимой и сильными ветрами. Под влиянием активной ветровой деятельности с частыми пыльными бурями и в условиях скудного растительного покрова песчаных и глинистых почв до 75% территории побережья Каспийского моря подвергнуты ветровой эрозии и опустыниванию.

В районах добычи нефти и газа постоянно существует опасность катастрофического воздействия нефтепродуктов на окружающую среду, которая проявляется в нарушении почвенного и растительного покрова, гидрологического режима территорий.

Деградация растительного покрова – это один из распространенных и визуально определяемых процессов опустынивания, проявляемых в виде деградации лесов, пастбищных угодий и сенокосов. В условиях нефтяного загрязнения грунта содержание и развитие растений приводит к нарушению их морфофизиологической и генетической стабильности.

Крайне тяжелое состояние экологической системы Каспийского моря и прибрежной зоны характеризуется также массовой гибелью водоплавающих птиц, заболеванием тюленей и осетровых рыб, что связано, по мнению специалистов, непосредственно с увеличением концентрации токсичных веществ в воде и грунте и расширением масштабов антропогенного загрязнения природной среды. Если загрязнение, даже в пределах ПДК, длится значительное время, кормовые объекты рыб (фито-, зоопланктон, бентос) накапливают все вещества в себе, также рыба получает эти вещества с кормом. Накопление различного рода веществ, не участвующих в процессе метаболизма, происходит в печени, жабрах, костях, мышцах [25-27].

Животноводство в казахстанской части Прикаспия представлено всеми видами сельскохозяйственных животных, но наибольшее развитие получило пастбищное овцеводство и верблюдоводство. Разведение молочного и мясного крупного рогатого скота, свиней и птиц далеко отстает от среднереспубликанского уровня.

Сельскохозяйственные животные в условиях нефтезагрязненной среды поедают скудную растительность, аккумулирующую токсические вещества. В результате у них снижаются показатели выживаемости, плодовитости, уменьшается суммарная приспособленность организмов, изменяются поведенческие реакции [28-29].

При неблагоприятном экологическом фоне в Атырауской и Мангистауской областях до недавнего времени наблюдалась недостаточная оснащенность

современным медицинским оборудованием, неуккомплектованность врачами и средним медицинским персоналом в сельских лечебно-профилактических организациях, высокий уровень заболеваемости социально-значимыми болезнями, в частности туберкулезом.

В настоящее время, благодаря принятым областными руководствами мерам, по медико-демографическим и основным показателям здоровья населения отмечается позитивная динамика [22, 23]. Тем не менее, до сих пор наблюдается дефицит информации о складывающихся региональных особенностях здоровья населения, о необходимых первоочередных мерах по профилактике заболеваний, не предложены вопросы комплексного оздоровления населения в самом крупном регионе нефтедобычи в нашей стране.

За последние годы Правительством Казахстана приняты беспрецедентные меры по улучшению экологической ситуации в Прикаспийском регионе: постоянный экологический мониторинг, проводимый как нефтедобывающими и нефтеперерабатывающими компаниями, так и государственными органами (МООС РК и подведомственные структуры); обеспечение населения чистой питьевой водой; проведение берегоукрепительных работ и др.

2.1. Нефть и тяжелые металлы как химические мутагены окружающей среды

Факторы влияния нефтедобычи на природную среду можно разделить на три группы: 1) механические, нарушающие поверхность и изменяющие гидрологический режим, 2) геодинамические, возникающие из-за изменений пластового давления в результате извлечения из недр больших объемов нефти и газа и приводящие к геоморфологическим изменениям территории, и 3) химические, загрязняющие воздушную среду, почву, водоемы и почвенно-грунтовые воды [26, 30].

При добыче, транспортировке, переработке и использовании нефти и нефтепродуктов теряется около 50 млн. тонн в год. В городских районах разливы и выбросы нефти могут составить 10% или немногим меньше [31]. В результате значительные территории становятся непригодными для роста и развития растений и животных.

При оценке и контроле загрязнения окружающей среды выделяют группы нефтепродуктов [31, 32], различающиеся: а) степенью токсичности по отношению к живым организмам; б) скоростью разложения в окружающей среде; в) характером произведенных изменений в атмосфере, почвах, грунтах, водах и биоценозах. В целях определения принадлежности к той или иной группе обычно рассматриваются содержание в нефтепродуктах или собственно нефти легких бензиновых и лигроиновых фракций, тяжелого нерастворимого в гексане остатка, ароматических углеводородов (в том числе полициклических), твердых парафинов и серы.

Наибольшую опасность представляют ароматические углеводороды, растворимые в воде, поскольку вода является необходимой средой обитания. Накопление ароматических углеводородов не только ухудшает вкус съедобных организмов, но и является опасным, так как эти вещества канцерогенны. Смертельные концентрации ароматических углеводородов для мальков и икры очень низки (10,4%) [25, 30, 31].

Нефть и нефтепродукты хорошо растворяют различные неорганические и органические вещества, среди которых могут находиться весьма токсичные соединения (сера, канцерогенные углеводороды и др.). Природная нефть и

продукты ее переработки содержат парафиновые (метановые), циклические (насыщенные) и ароматические углеводороды. Вода, залегающая в нефтеносных пластах, отличается повышенной минерализацией, это или соленая вода, или рассол. Помимо хлора, в нефтяных водах встречается большое количество йода и брома. Вредное экологическое влияние смолисто-асфальтеновых компонентов на почвенные экосистемы заключается в основном в значительном изменении водно-физических свойств почв. Эти вещества малодоступны микроорганизмам, процесс их метаболизма идет очень медленно [33].

Изучению действия нефтяного загрязнения посвящено большое количество научных работ, проведенных на различных тест-объектах: от штаммов бактерий до млекопитающих. Последствия воздействия загрязняющих веществ на живые организмы могут проявляться через многие годы и в последующих поколениях, надолго создавая угрозу флоре, фауне и здоровью человека [34].

Разливы нефти оказывают токсическое влияние на растительность, о чем свидетельствуют высохшие леса в местах локализации нефти. При контакте с ней растительность погибает полностью и в течение 2-3 лет не восстанавливается [35]. В случае сильной степени загрязнения выпадает более половины жизнеспособного древостоя и засыхание древостоя заканчивается уже через два года после разлива нефти, тогда как при слабой и средней степени загрязнения этот процесс может затягиваться на несколько лет [36].

Нефть, попадая в водоем, быстро растекается по его поверхности. Нефтяные пленки на водной поверхности морей и океанов могут изменять физико-химические процессы: повышать температуру поверхностного слоя воды, ухудшать газообмен, в результате рыба уходит или погибает. Осевшая на дно нефть также долгое время вредит всему живому: накопление нефти происходит в цепи питания простейших и высокоорганизованных животных. Присутствие нефтепродуктов (0,001 мг/л) придает воде резко выраженный стойкий и неприятный (керосиновый) запах и вкус, исчезающий ни при какой технологической (кулинарной) обработке. Обитающая в такой воде рыба не только непригодна для питания людей, но и даже не может быть скормлена скоту. Было показано, что нефтяное загрязнение у рыб может вызывать повышение уровня хромосомных перестроек в 3-4 раза [29]. Нефть и нефтепродукты не только пагубно влияют на все звенья биологической цепи, но и разрушают обмен энергией, теплом, влагой и газами между атмосферой и водоемами [37, 38].

Загрязнение природной среды тяжелыми металлами также актуально для промышленного Прикаспия. Источниками загрязнения вод тяжелыми металлами служат сточные воды предприятий нефте-, газодобывающей и перерабатывающей промышленности. Тяжелые металлы входят в состав удобрений и пестицидов и могут попадать в водоемы вместе со стоком с сельскохозяйственных угодий.

Для тяжелых металлов характерна высокая токсичность для живых организмов в относительно низких концентрациях, а также способность к биоаккумуляции и биомагнификации. Наиболее опасны тяжелые металлы: Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg [39]. Однако, представления об обязательной токсичности тяжелых металлов являются заблуждением. Практически все металлы, за исключением свинца, ртути, кадмия и висмута, активно участвуют в биологических процессах, входят в состав многих ферментов, гормонов и других биологически активных веществ [39]. Но повышение их концентрации в живых организмах вызывает серьезный токсический эффект. Попадая в природную

среду, даже в небольших количествах, они накапливаются в ней и практически не выводятся.

Многочисленными исследованиями на биологических объектах разного уровня организации – от микроорганизмов до млекопитающих – показано, что тяжелые металлы, кроме общего токсического действия, обладают мутагенными и канцерогенными эффектами. В живых организмах тяжелые металлы могут сохраняться в течение длительного времени и действовать как аккумулятивные яды. Концентрации этих веществ в организме могут в 100–1000 раз превышать их концентрации в окружающей среде, что отрицательно влияет на синтез и функции многих биологически активных соединений – ферментов, витаминов, гормонов. Многие металлы образуют довольно прочные комплексы с органикой; эти комплексы являются одной из важнейших форм миграции элементов в природных водах.

Прежде всего, представляют интерес те металлы, которые в наибольшей степени загрязняют атмосферу в результате использования их в значительных объемах в производственной деятельности и накопления во внешней среде представляют серьезную опасность с точки зрения их биологической активности и токсических свойств. К ним относят свинец, ртуть, кадмий, цинк, висмут, кобальт, никель, медь, олово, сурьму, ванадий, марганец, хром, молибден и мышьяк.

Обнаружено, что после употребления с кормом нефти у подопытных животных наблюдалась липоидная пневмония, ожирение печени, увеличение надпочечной железы и другое [40]. Токсическое, канцерогенное и мутагенное действие отдельных компонентов сырой нефти нарушает нормальный ход эмбриогенеза животных и человека.

Наибольшей токсичностью для человека обладают соединения свинца и серы, вызывающие ряд заболеваний, а также бенз(а)пирен. Значительную опасность представляют и вещества, образовавшиеся в результате их природной трансформации. При длительном профессиональном контакте и продолжительном пребывании в опасной зоне у части населения усугубляется психосоматическая «стрессогенная» желудочно-кишечная патология. Могут также проявляться тканевый гипо- и авитаминоз, в частности витамина С, лейкопения, в первую очередь за счет гранулоцитов, снижение желудочной секреции, появление длительных кишечных расстройств с церебрастеническим синдромом [41, 42].

Состояние здоровья населения, работающего на предприятиях нефтегазовой промышленности и проживающих близко к районам добычи, транспортировки, переработки нефти и газа Прикаспийской впадины, побережья Каспийского моря, за последние 10 лет ухудшилось.

Нарушение экологического равновесия, выполнение природоохранных мероприятий при освоении месторождений углеводородного сырья на суше и на море не на должном уровне ведет к уменьшению наиболее ценных пород рыб, животных и повышению менее ценных, более приспособленных к изменяющейся среде. Это отразится и на здоровье населения прибрежных районов.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РИСКА

3.1. Исследования влияния различных агентов на генотоксичность, мутагенность и канцерогенность в лабораторных условиях

Исследования влияния различных агентов на генотоксичность входят в систему экологического мониторинга, дополняя наблюдения за состоянием элементов биосферы, источниками и факторами антропогенного воздействия.

Генотоксичность обусловлена прямыми и косвенными воздействиями на ДНК, к числу которых относят индукцию мутаций (генных, хромосомных, геномных, нарушения рекомбинации), косвенные эффекты, связанные с мутагенезом («внеплановый» синтез ДНК, образование микроядер, нарушения апоптоза) и повреждения ДНК (например, образование ДНК-аддуктов), которые могут приводить к возникновению мутаций.

Отсутствие универсального теста, позволяющего одновременно регистрировать индукцию изучаемым веществом (и его возможными метаболитами) различных категорий мутаций в половых и соматических клетках, а также связанных с мутагенезом косвенных эффектов, служит основанием комплексного использования специализированных тест-систем, основанных на принципе ступенчатости.

На первом этапе мутагенные свойства вещества изучают простыми и быстро выполнимыми методами (с использованием микроорганизмов и дрозофил в качестве тест-объектов) для определения его способности индуцировать генные, хромосомные мутации, нарушения рекомбинации. Выявление такой способности предполагает запрет на применение данного вещества. Вещества, не продемонстрировавшие мутагенные свойства, далее тестируются на культурах клеток человека и животных, а также в тестах на млекопитающих *in vivo* на специфическую токсичность. По завершении комплексного тестирования проводится оценка риска применения вещества человеком. Данная схема послужила прототипом целого ряда методик комплексного тестирования на мутагенность и канцерогенность.

Многообразие в окружающей среде потенциальных генотоксикантов и механизмов их действия на геном, а также межвидовые различия в чувствительности к генотоксическим агентам осложняют разработку адекватных подходов к системе их тестирования. Так как ни один из генетических тестов не позволяет выявлять все генотоксические эффекты, то для их анализа применяют батареи тестов. Батарея включает ограниченное количество дополняющих друг друга валидированных тестов. Валидирование предполагает оценку способности тестов выявлять и прогнозировать потенциальный риск генотоксикантов для

здоровья человека и влияние на его потомство. Генотоксичность оценивается на модельных организмах и культурах клеток в системе *in vitro* и *in vivo* для определения соединений, вызывающих генетические изменения как прямым, так и непрямым способом.

Для учета генных мутаций разработаны более 100 краткосрочных тест-систем [43], основанных на использовании в качестве индикаторных организмов клеток млекопитающих (культуры клеток китайского хомячка V79 и CHO), клетки мышины лимфомы (L 5178) [44-46], высших растений [47], плодовой мушки *Drosophila melanogaster* [48], дрожжей *Saccharomyces pombe*, *Saccharomyces cerevisiae* [49], грибов *Neusporacrassa*, *Aspergillus nidulans* [50], бактерий *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Proteus mirabilis*, *Potobacterium leignathi* [51].

Культуры клеток человека и животных в качестве биологических систем в виду их простоты, возможности контроля и большей воспроизводимости по сравнению с тест-системами *in vivo* все чаще используются при проверках. Но проблема состоит в определении требований к стандартизации качества культуры клеток и тканей. И хотя уже разработаны и внедрены принципы Good Laboratory Practice (GLP) для альтернативных методов, на 3-м Международном Конгрессе, посвященном альтернативным методам и использованию животных в науке о жизни, выдвинута инициатива создания Good Cell Culture Practice (GCCP), проект которой разработан и в настоящее время рассматривается Европейским центром валидации альтернативных методов [52]. Наряду с методами *in vitro* в последнее время при оценке потенциальной опасности загрязнителей среды предлагается использовать и такие альтернативные методы, как математическое и компьютерное моделирование, система QSAR и другие.

Результаты испытания веществ в наборе КСТ позволяют сделать заключение о наличии или отсутствии мутагенных, токсических и канцерогенных свойств. Это заключение носит вероятностный характер.

Список методик и рекомендуемых тест-систем, используемых для анализа генотоксичности, постоянно пополняется с учетом новых научных достижений. Хотя в настоящее время рекомендовано к использованию более 100 различных методов оценки генотоксичности и мутагенности, реальное использование имеют не более 20 тест-систем. В большинстве случаев оценка генетического риска основана на экстраполяции экспериментальных данных от одного тест-объекта на другой, от высоких доз на низкие и т.д., и, в конечном итоге, от модельных систем *in vitro/in vivo* – на человека. Краткосрочные скрининговые тесты (КСТ) для выявления потенциальной канцерогенности основаны на современных данных о механизмах химического канцерогенеза [52-57].

В батареях КСТ используемые наборы методов должны быть последовательными и взаимодополняющими, т.е. отличаться или по конечному эффекту (повреждение ДНК, генные мутации, хромосомные aberrации, неопластическая трансформация, нарушение метаболической кооперации и др.) или по уровню биологической организации объекта исследования (прокариоты, эукариоты, системы *in vitro*, *in vivo*) [58]. При этом последовательность испытаний предполагает движение от простых к сложным и от кратких экспериментов к более длительным. Однако, если получены данные о канцерогенном действии тестируемого вещества на объекты более сложной организации (генные или хромосомные мутации у эукариот), то это позволит отказаться от проведения исследований у прокариот.

При оценке результатов тестирования исходят из того, что положительный эффект имеет преимущество перед отрицательным, а данные, полученные в экспериментах *in vivo*, более весомы, чем аналогичные, полученные *in vitro*. Согласно этому правилу, интегральный положительный результат системы КСТ с гораздо большей степенью вероятности свидетельствует о потенциальной мутагенной и канцерогенной опасности препарата, чем общий отрицательный результат об ее полном отсутствии.

Значительным итогом многолетнего обобщения результатов разработки и стандартизации испытаний на генотоксичность явилось выпущенное в 1989 г. ВОЗ «Руководство по краткосрочным тестам для выявления мутагенных и канцерогенных химических веществ», а также материалы 2-го международного рабочего совещания в Мельбурне 1994 г. Фармакологический комитет МЗ и МП Российской Федерации в 1994 г. опубликовал нормативный документ – методические рекомендации «Оценка мутагенности новых лекарственных средств». В рамках курируемой ВОЗ Международной программы по химической безопасности (*International Program on Chemical Safety, IPCS*) были разработаны методические рекомендации для мониторинга генотоксического влияния на организм человека мутагенов и канцерогенов (последняя версия рекомендаций от 2000 г.).

3.2 Биоиндикационные системы

Одним из перспективных методов определения суммарного эффекта воздействия токсикантов на объекты природной среды природных обитателей является тестирование состояния биоиндикаторных организмов, в качестве которых могут служить микроорганизмы, грибы, эндемичные виды растений и животных. Главным условием использования живого организма в качестве объекта биоиндикации является возможность быстрой фиксации определенного типа нарушений, вызванных генотоксичными агентами среды обитания. При этом важно то, что методы оценки состояния объектов окружающей среды методами биотестирования являются экспрессными и не требуют больших финансовых затрат.

Системы на основе биоиндикации реагируют на ядовитые компоненты разнообразной химической природы (тяжелые металлы, углеводороды, фенолы, пестициды), а также в комплексе веществ, что позволяет определять эффект комбинации токсического действия.

Преимущества изучения микробного разнообразия почв и вод техногенно загрязненных территорий предполагает также выделение перспективных штаммов для биоремедиации. Преимущества применения водорослей в качестве биоиндикатора: они легко культивируются, достаточно легко и точно идентифицируются до вида, отличаются значительным разнообразием, что позволяет отбирать биотесты для разных целей [59-60].

По данным многих авторов [51], эффективность синергетической оценки микроорганизмов почв и растений заключается в их чувствительности к изменениям состояния урбоэкосистем.

Одним из современных и наиболее перспективных методов экологической оценки качества окружающей среды является биоиндикация с использованием эукариотических природных тест-объектов. Биоиндикация позволяет выявить степень и интенсивность воздействия загрязнителей, а также проследить динамику деградации экосистем во времени и пространстве и выразить это в

интегральной форме. Естественные реакции организма животных на качество окружающей среды часто могут быть экстраполированы на человека. Преимущества использования биоиндикаторов для интегральной оценки биосистем разного уровня сложности в том, что они реагируют не только на отдельные загрязнители, но и на весь комплекс воздействующих веществ определенными реакциями организма в целом.

Водная среда является одной из основных сред жизни, а сама вода основным компонентом биосистем. Современная экология все больше ориентируется на естественные средства диагностики с использованием видов-биоиндикаторов рыб и амфибий [61-63]. Всем требованиям, предъявляемым к видам, используемым для биоиндикации, отвечает озёрная лягушка (*Rana ridibunda* Pall.) – широко распространенный вид амфибий.

Наиболее быстрым способом оценки цитогенетических эффектов является микроядерный тест, поскольку он быстр, эффективен и весьма информативен. Микроядерный анализ нашел широкое применение для определения наличия в окружающей среде факторов, способных вызвать поражение генетического аппарата у человека и животных [64, 65].

3.3 Цитогенетический и молекулярно-генетический анализ в экологическом мониторинге населения экологически неблагоприятных регионов

В экологическом мониторинге широкое применение нашли цитогенетические методы исследования. Исследования цитогенетических нарушений позволяют выявлять ранние изменения функциональных систем организма, когда еще нет видимых (фенотипических) проявлений этих изменений, и прогнозировать дальнейшее состояние системы в меняющихся условиях.

Удобным объектом для оценки функционального состояния организма, влияния факторов окружающей среды и генотоксических агентов являются лимфоциты периферической крови. Поэтому культура лимфоцитов человека – одна из обязательных тест-систем при оценке влияния мутагенных факторов окружающей среды. Одним из достоинств этой тест-системы является то, что по наблюдаемым типам aberrаций можно достаточно определенно идентифицировать тип мутагенного воздействия. Так, наличие в спектре наблюдаемых aberrаций повышенного уровня дицентриков и центральных колец однозначно свидетельствует о радиационной природе мутагена. Повышенный же уровень aberrаций хроматидного типа может свидетельствовать о химической или вирусной природе мутагена.

Цитогенетический анализ позволяет оценить степень генетического риска влияния мутагенных факторов среды на здоровье населения, при этом очень важно определять цитогенетические параметры используемых в пищу сельскохозяйственных культур растений и пород животных. Это особенно важно, если выращивание потребляемых в пищу растений и животных производится на экологически неблагоприятных территориях.

При цитогенетическом анализе важно учитывать не только общую частоту мутаций, но и их спектр, который дает информацию о физической или химической природе мутагенов. При оценке степени риска необходимо обратить особое внимание на: 1) вероятное увеличение частоты цитогенетических нарушений по сравнению со спонтанным уровнем (контролем); 2) насколько широко исследуемая популяция подвергается воздействию изучаемого фактора;

3) есть ли долговременные последствия увеличения частоты цитогенетических нарушений в популяции человека.

В последние годы в связи с ухудшающейся экологической обстановкой весьма актуальной становится проблема здоровья населения и выявление потенциальных групп риска является основой медицины будущего, профилактической или предиктивной медицины. С экономической, моральной, физической и социальной точек зрения предупредить развитие заболевания и избежать потери трудоспособного населения гораздо эффективнее затратного лечения.

В этой связи в мире активно изучается связь генетического полиморфизма с индивидуальной чувствительностью генома человека к действию мутагенных факторов окружающей среды [66-68]. Считается, что потенциально они могут оказывать наиболее заметное негативное воздействие не на все население, а только на ту часть популяции, которая имеет определенную генетическую предрасположенность, в частности, к экологически обусловленным заболеваниям. Большая часть таких исследований посвящена изучению полиморфизма генов, кодирующих ферменты биотрансформации ксенобиотиков, защитных систем репарации ДНК, контроля клеточного цикла и антиоксидантной защиты, являющихся показателями наследственной индивидуальной чувствительности. Связь генетического полиморфизма с ответом организма на мутагенные воздействия факторов среды является крайне важной областью исследований в экологии человека и экологической генетике, изучающих проблему реализации генотипа в определенных условиях и направленных на выявление комплекса генов, отвечающих за возникновение патологических состояний при контакте с повреждающими факторами. Это позволяет исследовать механизмы возникновения экологически обусловленной патологии в зависимости от особенностей генотипа и предлагать конкретные решения, направленные на защиту здоровья людей и их потомства.

Повышение уровня загрязнения окружающей среды генотоксическими веществами способствует накоплению повреждений ДНК вследствие угнетения систем репарации, что в свою очередь приводит к возникновению мутаций, онкогенезу и является одной из причин роста частоты мультифакториальных заболеваний [69-76]. Наличие полиморфных вариантов генов репарации ДНК может изменять структуру ферментов репарации и провоцировать развитие онкологических заболеваний, а также способствовать формированию экологозависимых патологий [66, 67, 73-75, 77-82].

В организме человека существуют специализированные ферментные системы, катализирующие превращения чужеродных соединений (ксенобиотиков). В результате этих превращений изменяется как биологическая активность, так и скорость выведения ксенобиотиков из организма. Гены этих ферментов преимущественно экспрессируются в печени и почках – органах, непосредственно участвующих в метаболизме ксенобиотиков. Экспрессия некоторых из них происходит и в других органах и тканях. В отличие от ферментов, катализирующих биохимические превращения эндогенных субстратов, для ферментов метаболизма ксенобиотиков характерна высокая степень полиморфизма.

Гены детоксикации ксенобиотиков вовлечены в патогенез различных раков и выступают в качестве модификаторов и факторов риска при самых различных заболеваниях, связанных с неблагоприятным действием факторов внешней среды. Таковыми являются различные злокачественные опухоли [83-88],

доброкачественные новообразования [89-91] и различные хронические и наследственные заболевания, такие как хронический бронхит, бронхиальная астма, алкогольный цирроз, муковисцидоз [92-95].

Таким образом, очевидно, что наличие полиморфных вариантов генов репарации ДНК и детоксикации ксенобиотиков может способствовать формированию экологозависимых патологий и провоцировать развитие различных мультифакториальных заболеваний.

Изучение уровня соматического здоровья в совокупности с определением полиморфных вариантов генов системы репарации ДНК и детоксикации ксенобиотиков в популяции Прикаспийского региона может дать существенную информацию для формирования групп с повышенным риском или устойчивостью к развитию экологопосредованной патологии и способствовать разработке профилактических мероприятий для данного региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1 Материал для исследования, объекты исследования

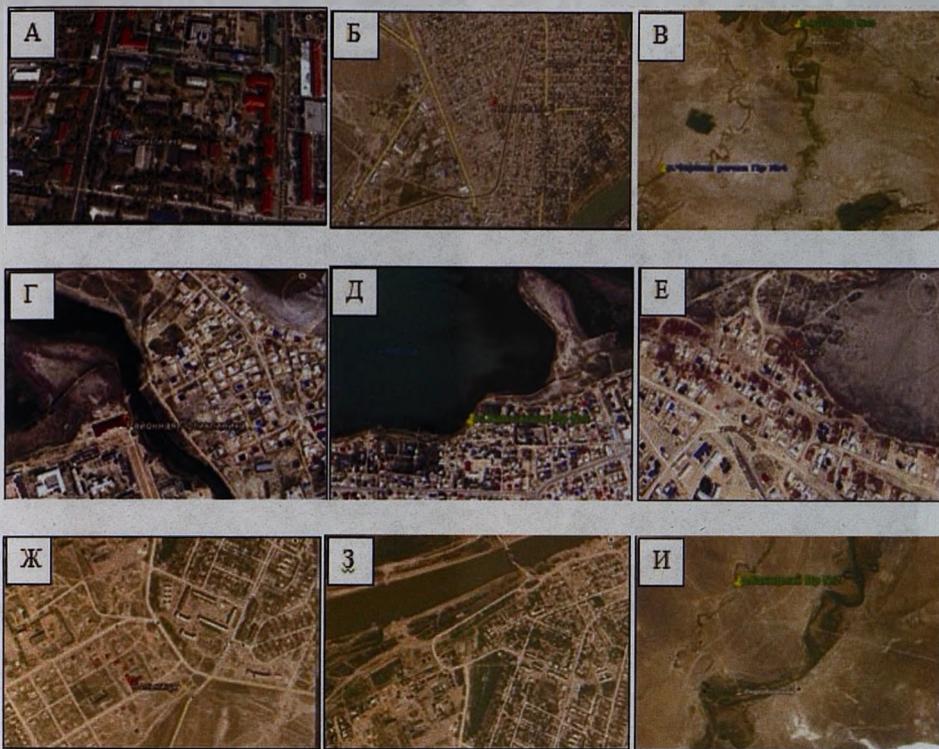
Материалом для исследований явились пробы воды, почвы и донных отложений (ила) из мониторинговых зон Атырауской (гг. Атырау, Кульсары, пгт. Индербор и их окрестности), Мангистауской области Прикаспийского региона (гг. Актау, Жанаозен, Форт-Шевченко и их окрестности) и контрольного региона из Алматинской области (г. Ушарал и его окрестности). Стоит учесть, что все исследовательские группы действовали согласовано и старались обследовать одни и те же районы, животноводческие хозяйства, водоемы и др. Однако небольшие географические расхождения обусловлены особенностями изучаемых объектов. Детальные координаты мест сбора проб указаны в Приложении В (рисунки В.1-В.6).

Для оценки мутагенного эффекта в работе использовали тест-систему *Salmonella*/микросомы. Мутагенный, тератогенный и канцерогенный эффект оценивали с применением линий *Drosophila melanogaster* (дикая линия *Oregon R*, лабораторные линии: *double yellow, Cy/Pm; D/Sb*). Для оценки мутагенности использовали также первичные культуры лимфоцитов периферической крови овец; первичные культуры лимфоцитов периферической крови человека.

В качестве тестерных объектов из среды обитания мониторинговых зон Мангистауской области использованы *Daphnia magna* и *Chlamydomonas reinhardtii*, обитающие в канализационных и природных водах.

Объектами исследования также явились образцы доминантных, кормовых и древесно-кустарниковых растений; эндемичные виды животных (озерная лягушка, красноперка, густера, северо-каспийская вобла и каспийский бычок-голец), сельскохозяйственные копытные животные (овцы, крупный рогатый скот), кровососущие насекомые (комары) из мониторинговых точек Атырауской области.

Объектом исследования было также население мониторинговых зон Казахстанской части Прикаспия. Для цитогенетического и молекулярно-генетического анализов в каждом исследуемом населенном пункте собирали образцы периферической крови в 2 типа пробирок (гепаринизированные и ЭДТА-обработанные) от 20 – 30 человек. В результате были получены добровольные информированные согласия от волонтеров исследования, проведено анкетирование и собраны образцы периферической крови от 86 человек из Атырауской области; 74 человек из Мангистауской области; 51 человека из Алматинской области.



- А – г. Атырау, район городской поликлиники №2;
 Б – животноводческое хозяйство в районе канала «Соколок 1»;
 В – р. Урал. Правобережный участок реки в 30 км от г. Атырау выше по течению. р.Черная речка. Правобережные окрестности г.Атырау (15 км западнее центра города и западнее ВВП аэропорта – 4 км);
 Г – пос. Тургызба (15 км от г. Кульсары), животноводческое хозяйство;
 Д – г. Кульсары, Жалыойская районная поликлиника;
 Е – Южный берег оз. Камысколь в границах г. Кульсары;
 Ж – пгт. Индербор, Индерская районная поликлиника и больница;
 З – берег реки Жайык (30 км от пгт. Индербор), животноводческое хозяйство;
 И – р. Багырлай. В 11 км северо-западнее пгт. Индерборский.

Рисунок 1 – Места забора проб воды, почвы и ила в мониторинговых населенных пунктах Атырауской области

Согласно анкетным данным, по национальному составу все три группы однородны и представлены лицами казахской национальности (100%). Образцы гепаринизированной периферической крови использовали для приготовления препаратов метафазных хромосом и цитогенетического анализа. ЭДТА-обработанные образцы крови использовали для выделения ДНК и молекулярно-генетического анализа.

Для исследования уровня соматического здоровья трудоспособного населения в Атырауской области было обследовано 323 чел., в Мангистауской области – 200 чел.



- А – г. Актау, городская поликлиника № 2;
- Б – г. Актау, пригород, животноводческое хозяйство;
- В – г. Жанаозен, городская поликлиника;
- Г – с. Кызылсай (30 км от г. Жанаозен), животноводческое хозяйство;
- Д – г. Форт-Шевченко, городская поликлиника;
- Е – с. Кызыл-Озен (окрестности г.Форт-Шевченко), Тупкарагайский район

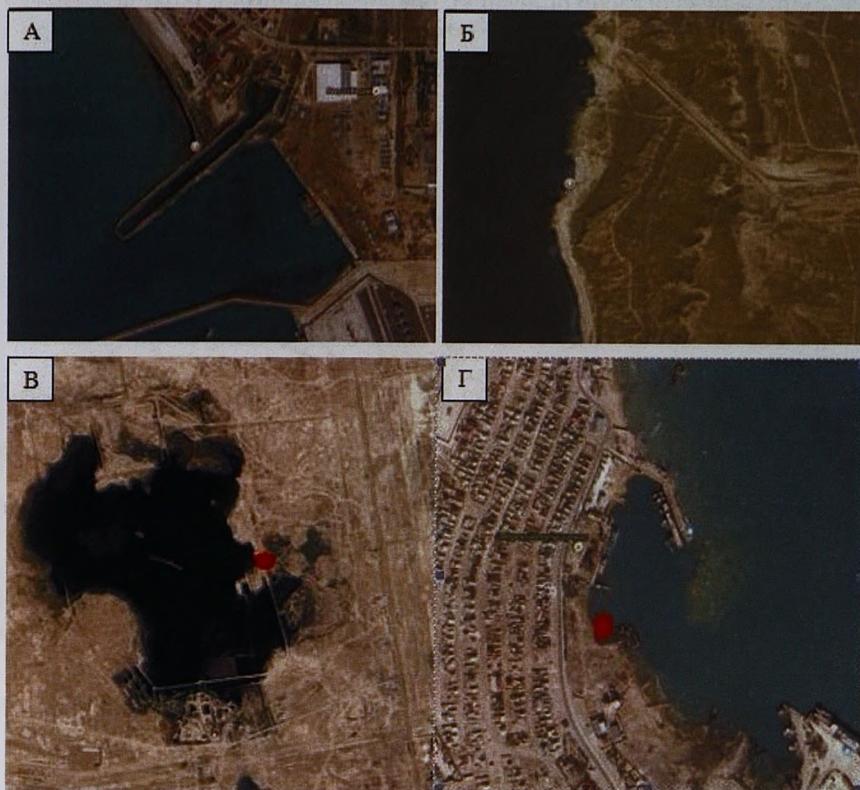
Рисунок 2 – Места забора проб воды и почвы в мониторинговых населенных пунктах Мангистауской области

Всего было обследовано 523 жителя Прикаспийского региона до применения профилактических мероприятий, 294 чел. – после применения Бальзама Возрождение, 40 чел. – после применения очищенной Шунгитом воды и 103 жителя Алматинской области – в качестве контрольных групп. К обследованиям были привлечены жители, которые ранее не состояли на учете по поводу хронических расстройств.

4.2 Методы исследования

4.2.1 Забор проб воды, почвы и ила

Забор проб воды проводился в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05-85 «Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод» в весенний период.



А – проба ила № 1, г. Актау (с.ш.43°61'47.21" в.д. 51°21'32.52");

Б – проба ила № 4, мыс Сагындык, расположен на юго-западном побережье полуострова Мангышлак (с.ш. 44° 04'49.72" в.д.50°86'87.39"), 45 км севернее г. Актау;

В – проба ила № 2, взята в отстойнике западнее г. Жанаозен (с.ш. 43°34'44.00"Св.д.52°80'57.16");

Г – проба ила № 3, взята в заливе Баутино

(4 км на северо-запад от г. Форт-Шевченко) (с.ш.44°54'61.07"; в.д. 50°24'94.63")

Рисунок 3 – Места забора проб ила из мониторинговых зон Мангыстауской области

Отбор почвенных проб велся по методике, соответствующей условиям ГОСТ 14.4.4.02.-84., ГОСТ-29269-91, по т.н. методу «конверта» с почвенных горизонтов 1 (от 0 до 5 см глубиной) и 2 (от 5 до 25 см глубиной). Для химического анализа и оценки генотоксического потенциала брали пробы воды, почвы и ила, каждая весом не менее 1 кг (до 3 кг). Для микробиологического анализа брали пробы почвы весом около 300 г. Таблица 1 и рисунки 1-7 дают представление о местах забора проб.

Каждую пробу снабжали первичной этикеткой, на которой указывалась дата отбора, место и порядковый номер. Параллельно в блокнот записывалось подробное описание места отбора, ее бинарный номер, дата отбора. Собранные таким образом пробы транспортировались к месту проведения дальнейших анализов. В процессе транспортировки и хранения водных и почвенных проб были приняты меры по предупреждению возможности их вторичного загрязнения. Все пробы были закодированы согласно описанию, представленному в таблице 2.

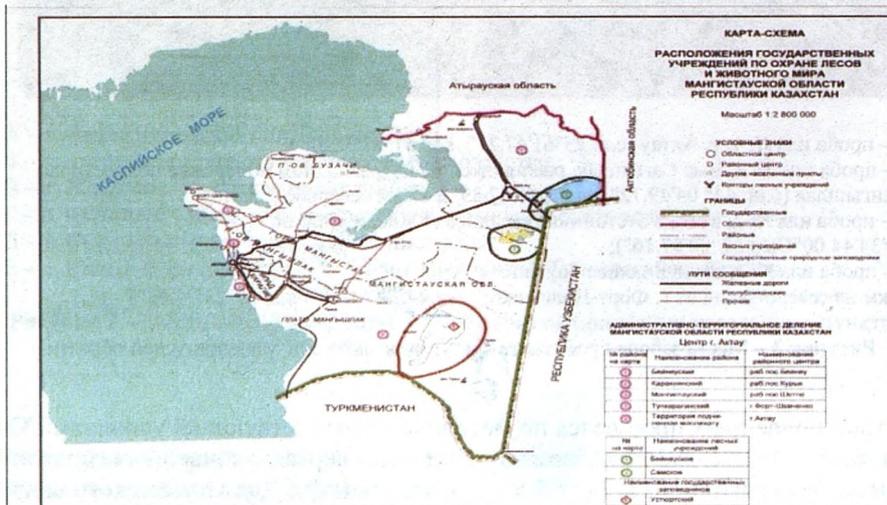
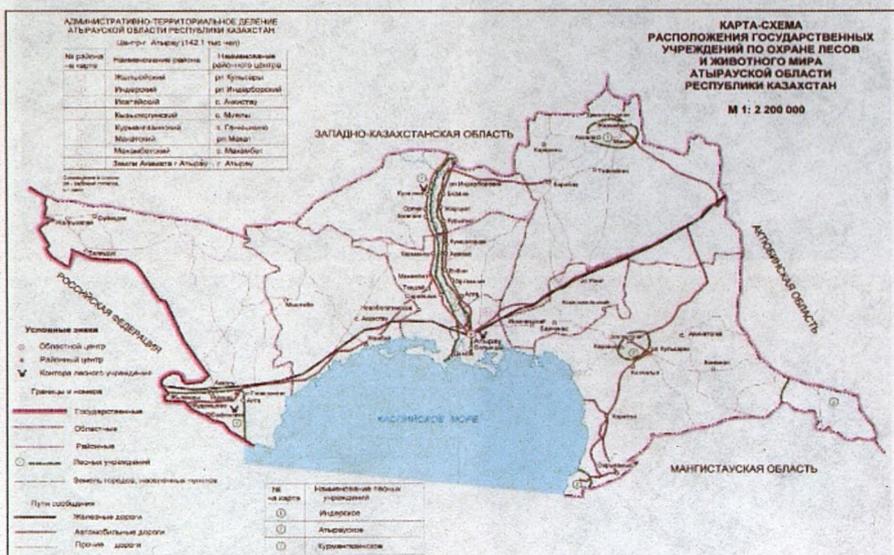


Рисунок 4 – Карты-схемы и маршруты обследования мониторинговых точек Мангистауской и Атырауской областей



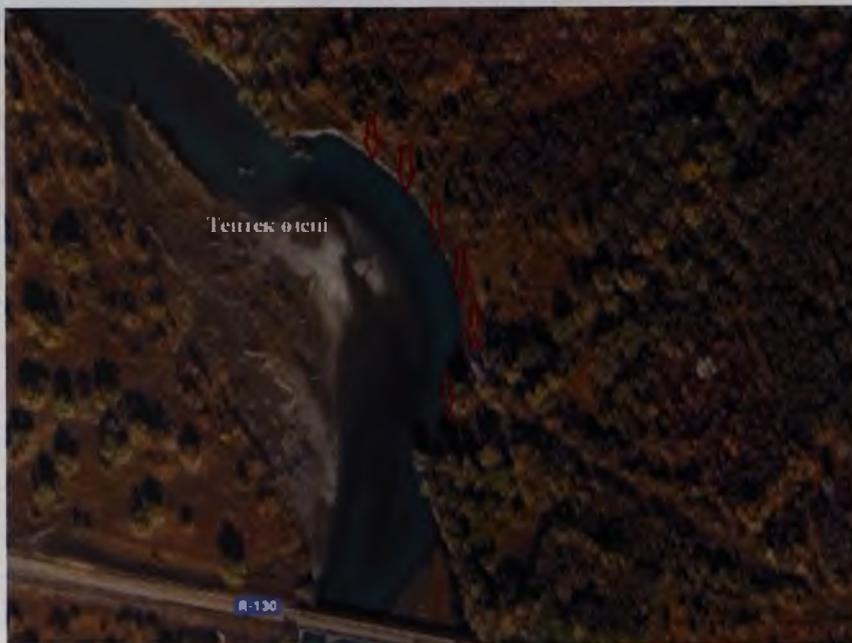
Точка (г. Атырау, хозяйство «Улан») – N 47° 15.29', E 051° 57.31'
 Точка (г. Кульсары, с. Тургысба, хозяйство) – N 47° 00 887', E 053° 51.129'
 Точка (пгт. Индербор, хозяйство Исаев) – N 48° 31.268', 051°42.831'

Рисунок 5 – Места сбора проб сельскохозяйственных животных, наземных и кормовых растений в Атырауской области

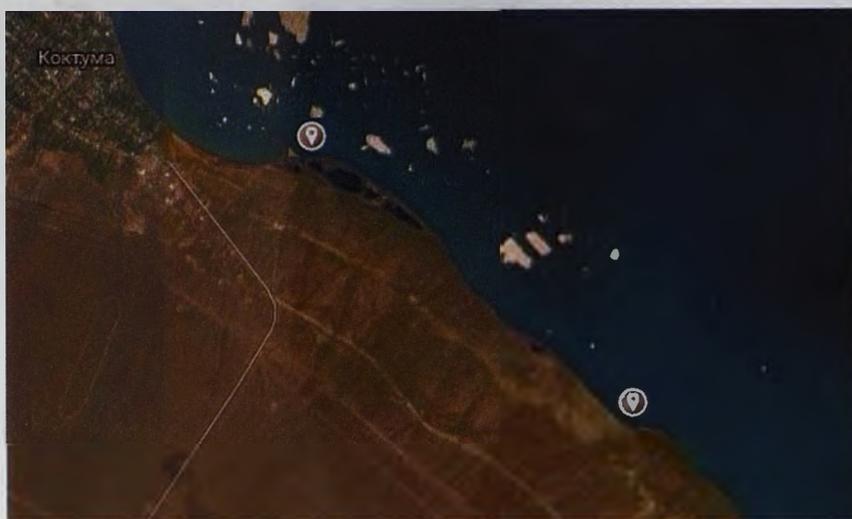


Точка (г. Жанаозен, хозяйство «Нуркен») – N43°26.349', E 053°04.932'
 Точка (г. Актау, хозяйство «Береке») – N43°47.796', E 051°04.261'
 Точка (г. Форт-Шевченко, хозяйство «Асем-Алмаз») – N44°27.933', E 050°20.682'

Рисунок 6 – Места сбора проб сельскохозяйственных животных, наземных и кормовых растений в Мангистауской области



А



Б

А – река Тентек, окрестности г. Ушарал, южнее автомобильного моста;
 Б – озеро Алаколь, севернее окраин п. Коктума ($45^{\circ}84'05''94$, $81^{\circ}70'60''93$)

Рисунок 7 – Места сбора фаунистических и флористических материалов в контрольной зоне Алматинской области (г. Ушарал)

Таблица 1

Места взятия проб воды, почвы и ила для химического анализа

Населенный пункт	Пробы воды		Пробы почвы (эндемики растения)	Пробы ила (эндемики – рыбы, лягушки)
	Люди	С-х животные		
г. Атырау	Пробы взяты непосредственно в г.Атырау из водопроводного крана, в районе пр. Атырауской городской поликлиники №2 (пр. Азаттык, д. 32)	Пробы взяты в животноводческом хозяйстве, недалеко от канала «Соколок-1» из подземного колодца	г. Атырау, черта города	р. Урал. Правобережный участок реки в 30 км от г. Атырау выше по течению и севернее дачного массива «Алмалы». Проба взята из основного русла р.Урал.
				р.Черная речка (техногенно трансформированное русло одной из старых протоков р. Урал). Правобережные окрестности г.Атырау (15 км западнее центра города и западнее ВВП аэропорта – 4 км)
г. Кульсары	Жыльойская районная поликлиника, г.Кульсары (Кульсары, ул. Завершинского, 20)	Пробы взяты в канале пос. Тургызба в 15 км от г. Кульсары	пос. Тургызба	Южный берег оз. Камысколь в границах г. Кульсары. Проба взята из бессточного водоем – оз. Камысколь, в которое впадает один из рукавов р. Жем (р. Эмба)
г. Актау	Актауская городская поликлиника № 2 (24 мкр.)	Пробы взяты в 20 км от Мангышлак. Вода очищенная с очистительной станции (привозная)	г. Актау, черта города; пригород Актау, животноводческое хозяйство	г. Актау, донный (с.ш. 43°61'47.21" в.д. 51°21'32.52")
г. Жанаозен	Городская поликлиника г. Жанаозен (мкр. 3)	Пробы взяты в 30 км от г. Жанаозен. Вода привозная из с. Кызылсай	г. Жанаозен, черта города; с. Кызылсай 30 км от г. Жанаозен	Отстойник западнее г. Жанаозен (с.ш. 43°34'44.00" в.д. 52°80'57.16")

пгт. Индербор	Индерская районная поликлиника Управления здравоохранения Атырауской области (ул. Валиханова, 15)	р. Жайык (30 км от пгт. Индербор, животноводческое хозяйство)	пгт. Индербор	р. Багырлай (с.ш. 48°38'6.80" в.д. 51°40'0.20") в 11 км северо-западнее пгт. Индерборский
г. Форт-Шевченко	г.Форт-Шевченко, городская поликлиника	с. Кызыл-Озен (окрестности Форт-Шевченко), Тупкарагайский район	г.Форт-Шевченко, черта города; с. Кызыл-Озен (окрестности Форт-Шевченко), Тупкарагайский район	Залив Баутино (Тупкараганский район Мангистауской области), в 4 км к северо-западу от города Форт-Шевченко (с.ш.44°54'61.07"; в.д. 50°24'94.63")
мыс Сагындык	-	-	-	на юго-западном побережье полуострова Мангышлак (с.ш. 44° 04'49.72" в.д.50°86'87.39"), в 45 км севернее г. Актау
г. Учарал	Городская поликлиника г. Учарал	Окрестности г.Учарал, с. Балапан	г. Учарал, черта города Окрестности г.Учарал, с. Балапан	река Тентек, окрестности г. Ушарал, южнее автомобильного моста озеро Кошкараколь, небольшой залив около п. Алаколь, на территории рыбного хозяйства, (45°35'46"41, 81°29'20"24) озеро Алаколь, севернее окраин п. Коктума (45°84'05"94, 81°70'60"93)

Кодировка образцов воды, почвы и ила для анализов

Место отбора	Вид образца	Кодировка образцов (проб)
Точка №1 (г. Атырау)	вода-люди	1.1.1; 1.1.2; 1.1.3
-/-	вода-животные	1.2.1; 1.2.2; 1.2.3
-/-	почва	1.3.1; 1.3.2; 1.3.3
р. Урал	ил	1.4.1.1; 1.4.1.2; 1.4.1.3
р. Черная речка	ил	1.4.2.1; 1.4.2.2; 1.4.2.3
Точка №2 (г. Кульсары)	вода-люди	2.1.1; 2.1.2; 2.1.3
-/-	вода-животные	2.2.1; 2.2.2; 2.2.3
-/-	почва	2.3.1; 2.3.2; 2.3.3
-/-	ил	2.4.1; 2.4.2; 2.4.3
Точка №3 (г. Актау)	вода-люди	3.1.1; 3.1.2; 3.1.3
-/-	вода-животные	3.2.1; 3.2.2; 3.2.3
-/-	почва-город	3.3.1; 3.3.2; 3.3.3
-/-	почва-хозяйство	3.4.1; 3.4.2; 3.4.3
-/-	ил	3.5.1; 3.5.2; 3.5.3
Точка №4 (г. Жанаозен)	вода-люди	4.1.1; 4.1.2; 4.1.3
-/-	вода-животные	4.2.1; 4.2.2; 4.2.3
-/-	почва-город	4.3.1; 4.3.2; 4.3.3
-/-	почва-хозяйство	4.4.1; 4.4.2; 4.4.3
-/-	ил	4.5.1; 4.5.2; 4.5.3
Точка №5 (пгт. Индербор)	вода-люди	5.1.1; 5.1.2; 5.1.3
-/-	вода-животные	5.2.1; 5.2.2; 5.2.3
-/-	почва	5.3.1; 5.3.2; 5.3.3
-/-	ил	5.4.1; 5.4.2; 5.4.3
Точка №6 (г.Форт Шевченко)	вода-люди	6.1.1; 6.1.2; 6.1.3
-/-	вода-животные	6.2.1; 6.2.2; 6.2.3
-/-	почва-город	6.3.1; 6.3.2; 6.3.3
-/-	почва-хозяйство	6.4.1; 6.4.2; 6.4.3
п. Баутино	ил	6.5.1; 6.5.2; 6.5.3
Точка № 7 (мыс Сагындык)	ил	7.1.1; 7.1.2; 7.1.3
Точка №8 (г. Учарал)	вода-люди	8.1.1; 8.1.2; 8.1.3
-/-	вода-животные	8.2.1; 8.2.2; 8.2.3
-/-	почва-город	8.3.1; 8.3.2; 8.3.3
-/-	почва-хозяйство	8.4.1; 8.4.2; 8.4.3
р. Тентек	ил	8.5.1.1; 8.5.1.2; 8.5.1.3
оз. Кошкараколь	ил	8.5.2.1; 8.5.2.2; 8.5.2.3
оз. Алаколь	ил	8.5.3.1; 8.5.3.2; 8.5.3.3

4.2.2 Химический анализ проб воды, почвы и ила

Проведение количественных анализов проб объектов окружающей среды на содержание тяжелых металлов осуществлялось с пробоподготовкой образцов воды, почвы и донных отложений (ила) в соответствии с ГОСТ 29269-91 Почвы.

Общие требования к проведению анализов.

Для приготовления водных растворов и проведения анализов использовали дистиллированную воду по ГОСТ 6709-72 Вода дистиллированная.

Технические условия.

Применяемые химические реактивы имели степень чистоты не ниже критерия – «чистый для анализа». Проведена проверка и подготовка средств измерительного и испытательного оборудования для осуществления процессов пробоподготовки различных образцов воды, почвы и ила в аналитических целях в соответствии с требованиями технической документации и методик выполнения измерений.

Определение тяжелых металлов проводилось атомно-абсорбционным методом [96-98] согласно следующим методикам: 1) ISO 11047:2008 (E) *Soil quality – Determination of cadmium, chromium, cobalt, copper, lead, manganese, nickel and zinc in aqua regia extract of soil – Flame and electrothermal atomic absorption spectrometric methods*; 2) СТ РК ИСО 11047-2008 – Качество почвы. Определение кадмия, хрома, кобальта, меди, свинца, марганца, никеля и цинка в экстрактах почвы в «царской водке». Спектрометрические методы атомной абсорбции в пламени и с электротермическим распылением (внесена в Реестр государственной системы технического регулирования РК за № 022/10536 от 02.05.2006 г.); 3) СТ РК ИСО 8288-2005 Качество воды – Определение кобальта, никеля, меди, цинка, кадмия и свинца. Пламенные атомно-абсорбционные спектрометрические методы (Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации Приказ № 237 с 01.07.2006 г.); 4) СТ РК ГОСТ Р 51309-2003 Вода питьевая – Определение содержания алюминия, бария, бериллия, ванадия, висмута, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, мышьяка, никеля, олова, свинца, селена, серебра, сурьмы, титана, хрома, цинка методами атомной спектрометрии (Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации Приказ № 380 с 01.01.2005 г.); 5) для определения мышьяка был использован фотометрический метод [99].

Работы проводили на атомно-абсорбционном спектрометре «AASIN».

Определение нефтепроизводных (полиароматических углеводородов – ПАУ) в пробах проводили хроматографическими методами с использованием хроматографа «Agilent 6890N» (США), анализатора жидкости "Флюорат – 02" и масс-спектрометрии (ВЭЖХ АСМЕ 9000 с UV/VISDetector).

Определение содержания ПАУ в образцах воды проводили в соответствии с СТ РК ГОСТ Р 51310-2003 «Вода питьевая. Методы определения содержания бенз(а)пирена», АСТМ Д 7363-07 «Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)», СТБ 17.13.05-21-2011/ISO 16703:2004 «Качество почвы. Определение содержания углеводородов в диапазоне C10-C40 методом газовой хроматографии», ISO 18287 «Качество почвы. Определение полициклических углеводородов газохроматографическим методом с масс-спектрометрией». Также для определения бенз[а]пирена был использован МУК 4.1.1274-03 «Методы контроля. Химические факторы. Измерение массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, донных отложений и твердых отходов методом ВЭЖХ с использованием флуориметрического детектора». Предел обнаружения для воды 0,000001 мг/л, для почвы и донных отложений 0,0001 мг/кг. Для измерения был использован Стандартный образец бенз[а]пирена – ГСО 7515-98.

Для определения фенолов был использован МУК 4.1.667-97 «Хромато-масс-спектрометрическое определение концентраций фенолов и хлорпроизводных в воде». Предел обнаружения для воды 0,000001 мг/л, для почвы и донных отложений 0,0001 мг/кг. Для измерения был использован ГЖХ Agilent 6890N с MSD 5975C.

Для определения нитратов и нитритов были использованы фотометрические методы определения согласно ГОСТ 277537-88 Фотометрический метод определения нитратного азота в почве, РД 52.34.581-95 Нитриты. Фотометрия с реактивом Грисса, РД 52.34.580-95 Нитраты. Фотометрия с реактивом Грисса после восстановления в кадмиевом редуторе. Для восстановления нитратов в нитриты был использован способ с применением цинковой пыли. Диапазон определяемых концентраций для нитритов составляет 0,01-10 мг/дм³, нитратов 0,05-10 мг/дм³. Измерения проводили на спектрофотометре фирмы PerkinElmer марки Lambda 35.

4.2.3 Приготовление бензольных вытяжек из почвы

Для изучения мутагенного потенциала собранных проб почвы готовили бензольные вытяжки. Из почвенных образцов в воздушно-сухом состоянии отбирают посторонние включения. Средние пробы образцов почвы или ила весом 10 г растирали в фарфоровой ступке. Почву просеивали через сито с отверстиями 0,5 мм.

Вся используемая при анализе посуда (воронки, колонки, колбы, мерные стаканы, бюксы) была тщательно вымыта и освобождена от следов жира путем встряхивания с небольшим количеством четыреххлористого углерода. Реактивы и растворитель (диметилсульфоксид – ДМСО) были очищены и перегнаны.

10 г почвы/ила заливали 300 мл бензола, встряхивали в течение 6 часов на встряхивателе. Затем фильтровали через фильтр с красной полосой. Полученный раствор упаривали досуха в вакуумном испарителе при 40-50 °С. Осадок на стенках и дне стакана растворяли в 2 мл ДМСО и использовали для анализа. Таким образом, для определения мутагенности использовали бензольные вытяжки проб почвы в концентрации 0,5 г/мл.

4.2.4 Изучение мутагенной активности в тесте Эймса

Суммарную мутагенную активность образцов изучали методом учета генных мутаций в тесте Эймса с метаболической активацией и без нее на штаммах сальмонелл *Salmonella typhimurium* TA100 и TA98 [55, 56, 60-62]. В качестве позитивного контроля использованы мутагены (100 мкг/чашка), индуцирующие обратные мутации типа замен оснований: нитрозометилмочевина (НММ) для штамма TA100 в системе без метаболической активации, и 2,7-диамино-4,9-диокси-5,10-диоксо-4,5,9,10-тетрагидро-4,9-диазопирен (ДДДТДП) для штамма TA98 в тесте с метаболической активацией. В качестве микросомальной фракции использовали фракцию S9, приготовленную согласно рекомендациям [100-102]. Микросомальная смесь содержала в 1 мл: 0,3 мл фракции S9, нормированной по содержанию белка (4 мг на чашку), 4 мМ НАДФ, 5 мМ глюкозо-6-фосфат, 8 мМ MgCl₂, 30 мМ KCl, 0,1 М фосфатный буфер, pH 7,4.

В контрольных вариантах опыта вместо испытуемого образца вносили соответствующий объем дистиллированной воды или растворителя (ДМСО – для почвы).

В каждом контрольном и опытном варианте использовали по 3 чашки на каждую модель. Эксперимент повторяли трижды. Учет результатов проводили через 48 часов инкубации и подсчитывали среднее количество ревертантов на чашку в трех повторах. Учитывали количество обратных мутаций (реверсий) от ауksотрофности по гистидину к прототрофности. О наличии мутагенной активности судили по превышению над уровнем спонтанного мутирования. Рисунок 8 иллюстрирует порядок проведения эксперимента.



А – постановка опыта; Б – 48-часовая инкубация чашек в термостате при 37°C;
В – снятие опыта (подсчет количества ревертантов).

Рисунок 8 – Ход эксперимента

4.2.5 Учет рецессивных летальных мутаций X-хромосомы и аутосом у *Drosophila melanogaster*

Для анализа мутагенности использовали автоклавированные образцы воды из мониторинговых точек и растворенные в ДМСО бензолные вытяжки проб ила или почвы, которые разбавляли до концентрации 5 мг/мл. Первоначальная концентрация ДМСО (0,5 г/мл) токсична для дрозофилы. Анализируемые пробы добавляли в питательную среду (стандартная питательная среда №1) для культивирования дрозофилы в следующем интервале концентраций: 3%, 5% и 10%. После соответствующей обработки корма на данную среду сажали по 5 самцов и 5 самок мух дикой линии *Oregon R* и выращивали культуру. В контрольных экспериментах в корм дрозофил вместо проб добавляли физиологический раствор 1xPBS (130 мМ NaCl, 7мМ Na₂HPO₄, 3мМ NaH₂PO₄, pH 7.0).

Учет рецессивных сцепленных с полом летальных мутаций у дрозофилы проводили согласно общепринятым подходам с использованием линии *double yellow*, содержащей сцепленные X-хромосомы (рисунок 9) [103]. Учет рецессивных летальных мутаций в аутосомах [83] проводили общепринятыми методами с авторскими модификациями, основанными на использовании балансерной линии *Cy/Pm; D/Sb*, позволяющей проводить одновременный учет рецессивных летальных мутаций во второй и третьей аутосомах (таблицы 3-5) [104]. Всего проанализировано более 15000 индивидуальных хромосом.

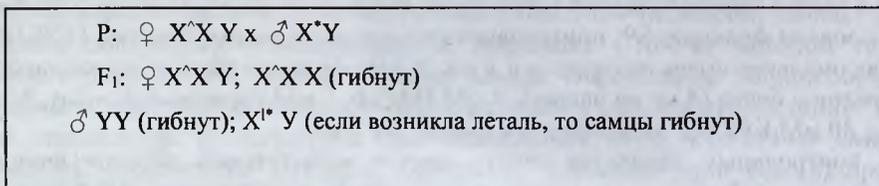


Рисунок 9 – Схема скрещивания для анализа рецессивных летальных мутаций в X-хромосоме дрозофилы

Таблица 3

Схема получения F₁ методики выявления рецессивных летальных мутаций в аутосомах

P для F ₁ : ♀ <u>l₂++l₃++x</u> ♂ <u>+Cy++ D+</u> +++ +++ ++Pm ++Sb				
Типы гамет	1	2	3	4
♀♂ / ♀♀	<u>+Cy++D+</u>	<u>+Cy+++Sb</u>	<u>++Pm+D+</u>	<u>++Pm++Sb</u>
<u>l₂++l₃++</u>	<u>+Cy++D+</u> l ₂ ++ l ₃ ++	<u>+Cy+++Sb</u> l ₂ ++ l ₃ ++	<u>++Pm+D+</u> l ₂ + + l ₃ ++	<u>++Pm++Sb</u> l ₂ + + l ₃ + +
<u>l₂++++</u>	<u>+Cy++D+</u> l ₂ + + +++	<u>+Cy+++Sb</u> l ₂ + + +++	<u>++Pm+D+</u> l ₂ + + +++	<u>++Pm++Sb</u> l ₂ + + +++
<u>+++l₃++</u>	<u>+Cy++D+</u> +++ l ₃ ++	<u>+Cy+++Sb</u> +++ l ₃ ++	<u>++Pm+D+</u> ++ + l ₃ ++	<u>++Pm++Sb</u> +++ l ₃ + +
<u>+++++</u>	<u>+Cy++D+</u> +++ +++	<u>+Cy+++Sb</u> +++ +++ +	<u>++Pm+D+</u> ++ + +++	<u>++Pm++Sb</u> ++ + ++ +
Фенотипы F ₁	Cy-D	Cy-Sb	Pm-D	Pm-Sb

Таблица 4

Схема получения F₂ методики выявления рецессивных летальных мутаций в аутосомах

P для F ₂ : ♀ <u>+Cy++D+x</u> ♂ <u>+Cy++D+</u> ++Pm ++Sb l ₂ + + l ₃ ++				
Типы гамет	1	2	3	4
♀♂ / ♀♀	<u>+Cy++D+</u>	<u>+Cy+++Sb</u>	<u>++Pm+D+</u>	<u>++Pm++Sb</u>
<u>l₂++l₃++</u>	<u>+Cy++D+</u> l ₂ ++ l ₃ ++	<u>+Cy+++Sb</u> l ₂ ++ l ₃ ++	<u>++Pm+D+</u> l ₂ + + l ₃ ++	<u>++Pm++Sb</u> l ₂ + + l ₃ + +
<u>l₂+++D+</u>	<u>+Cy++D+</u> l ₂ + + +D+	<u>+Cy+++Sb</u> l ₂ + + +D+	<u>++Pm+D+</u> l ₂ + + +D+	<u>++Pm++Sb</u> l ₂ + + +D+
<u>+Cy+l₃++</u>	<u>+Cy++D+</u> +Cy+ l ₃ ++	<u>+Cy+++Sb</u> +Cy+ l ₃ ++	<u>++Pm+D+</u> +Cy+ l ₃ ++	<u>++Pm++Sb</u> +Cy+ l ₃ + +
<u>+Cy++D+</u>	<u>+Cy++D+</u> +Cy+ +D+	<u>+Cy+++Sb</u> +Cy+ +D+	<u>++Pm+D+</u> +Cy+ +D+	<u>++Pm++Sb</u> +Cy+ +D+
Фенотипы F ₂	Cy-D	Cy-Sb; Cy-D/Sb	Pm-D; Cy/Pm-D	Pm-Sb; Pm-D/Sb; Cy/Pm-Sb; Cy/Pm-D/Sb

Схема получения F₃ методики выявления рецессивных летальных мутаций в аутосомах

P для F ₃ : ♀ <u>+Cy++D+</u> × ♂ <u>+Cy++D+</u> l ₂ ++ l ₃ ++ l ₂ ++ l ₃ ++				
Типы гамет	1	2	3	4
♀♀	<u>+Cy++D+</u>	<u>+Cy+l₃++</u>	<u>l₂+++D+</u>	<u>l₂++l₃++</u>
♂♂	<u>+Cy++D+</u>	<u>+Cy+l₃++</u>	<u>l₂+++D+</u>	<u>l₂++l₃++</u>
<u>+Cy++D+</u>	<u>+Cy++D+</u> +Cy+ +D+	<u>+Cy+ l₃++</u> +Cy+ +D+	<u>l₂++ +D+</u> +Cy+ +D+	<u>l₂++ l₃++</u> +Cy+ +D+
<u>+Cy+l₃++</u>	<u>+Cy++D+</u> +Cy+ l ₃ ++	<u>+Cy+ l₃++</u> +Cy+ l ₃ ++	<u>l₂++ +D+</u> +Cy+ l ₃ ++	<u>l₂++ l₃++</u> +Cy+ l ₃ ++
<u>l₂+++D+</u>	<u>+Cy++D+</u> l ₂ ++ +D+	<u>+Cy+ l₃++</u> l ₂ ++ +D+	<u>l₂++ +D+</u> l ₂ ++ +D+	<u>l₂++ l₃++</u> l ₂ ++ +D+
<u>l₂++l₃++</u>	<u>+Cy++D+</u> l ₂ ++ l ₃ ++	<u>+Cy+ l₃++</u> l ₂ ++ l ₃ ++	<u>l₂++ +D+</u> l ₂ ++ l ₃ ++	<u>l₂++ l₃++</u> l ₂ ++ l ₃ ++
Нет леталей	Cy-D	Cy; Cy-D	Cy-D; D	Cy-D; Cy; D; N
Леталь во 2-ой хромосоме	Cy-D	Cy; Cy-D	Cy-D	Cy-D; Cy
Леталь в 3-ей хромосоме	Cy-D	Cy-D	Cy-D; D	Cy-D; D
Летали во 2-ой и в 3-ей хромосомах	Cy-D	Cy-D	Cy-D	Cy-D

Для того чтобы определить, связаны полученные мутации с одним локусом (аллельны, то есть мутация одна и та же) или же с разными (неаллельны), проводили тест на аллелизм [83, 84]. Для этого ставили циклические скрещивания, в которых каждая выделенная летальная мутация поочередно скрещивается со всеми остальными. Если в F₁ появляются мухи, имеющие нормальный фенотип, то гены неаллельны, если же наблюдается появление мух с мутантным фенотипом, а мухи с нормальным фенотипом отсутствуют, то гены аллельны, то есть выделенные мутации являются идентичными.

4.2.6 Определение тератогенных и канцерогенных эффектов проб воды и почвы

Для установления тератогенных эффектов (морфогенетических нарушений в онтогенезе) при пероральном введении анализируемых проб у *Drosophila melanogaster* (раздел 2.2.5) и стандартных условиях культивирования (25°C) регистрировали морфогенетические изменения у имаго в течение 1-3 суток после вылупления из куколки (350-410 часов развития). В контрольных экспериментах в корм вместо проб добавляли физиологический раствор 1xPBS. Регистрировали

качественные фенотипические изменения и процент морфозов определяли при сравнении с контролем.

Для выяснения вопроса о канцерогенности анализируемых проб проводили гистологический анализ личинок третьего возраста (96 часов развития) в выделенных линиях рецессивных летальных мутаций (раздел 2.2.5). Гистологические препараты готовили по стандартной методике [103] с небольшими модификациями. Личинок фиксировали раствором Буэна в течение 1-3 суток. После фиксации объекты отмывали от фиксатора в 70% этаноле в течение 1 суток. Затем проводили обезвоживание в спиртах возрастающей концентрации, выдерживали в смеси 100% спирта и хлороформа (1:1) и в чистом хлороформе. Парафинизацию проводили с предварительной проводкой объектов через хлороформно-парафиновую кашу (37 °С) и две смены парафина (56 °С). Из парафиновых блоков на микротоме делали срезы толщиной 3-5 микрон, наклеивали их на предметные стекла с помощью куриного белка. Далее проводили депарафинирование ксилолом и проводку по спиртам понижающейся концентрации. После инкубации в нитратно-фосфатном буфере (40 мин) окрашивали красителем азур II – эозин. Готовые препараты заключали в пихтовый бальзам.

4.2.7 Цитогенетический анализ препаратов метафазных хромосом лимфоцитов периферической крови овец и КРС

Для анализа использовалась периферическая кровь животных из яремной вены, собранная с помощью вакуумной системы для забора крови и в гепаринизированные пробирки. Транспортировка крови от мест сбора осуществлялась с использованием автотранспорта и самолета в закрытых хладоконтейнерах и не занимала больше 24-х часов. Гепаринизированные образцы крови обрабатывали и культивировали непосредственно по прибытии материала в Институт общей генетики и цитологии.

Лимфоциты периферической крови животных культивировали с использованием питательных сред (фирмы PanEco) Игла МЕМ и 199 с солями Хэнкса и глутамином с добавлением 17,5% фетальной сыворотки КРС. Для стимулирования клеточного деления применяли фитогемагглютинин (ФГА) в концентрации 35 мкг/мл. Инкубировали – 72 часа при 37 °С.

В случае проверки мутагенности проб воды из мониторинговых зон в качестве объектов использовали здоровых контрольных животных (овец Едильбайской породы), разводимых на базе крестьянского хозяйства «Ажар» (Жамбыльский район, Алматинская область). Для анализа проб воды из мониторинговых зон Прикаспия и контрольной точки на 48 часу культивирования разные дозы (3, 5, 10%) автоклавированных проб воды, содержащих 0,9% NaCl (для сохранения изотоничности среды), добавляли в культуральную среду.

Культуры для цитогенетического анализа разводимых в Прикаспии животных оставляли интактными. За 2 часа до конца инкубации клеток культуры колхицинизировали (0,4 мл колхицина) на каждый флакон. После колхицинизации клетки осаждали центрифугированием (1000 об/мин, 10 мин). Гипотонизацию проводили 5 мл теплого (37 °С) 0,56% раствора KCl. Клетки осаждали центрифугированием и фиксировали (3 части абсолютного метилового спирта: 1 часть ледяной уксусной кислоты). Препараты готовили методом раскапывания, сушили на воздухе, красили по Романовскому-Гимза. Окрашенные препараты хромосом анализировали под микроскопом «Ахиоскоп-40» с использованием масляной

иммерсии при увеличении 20×100. От каждой особи анализировали по 80-100 метафаз, отвечающих общепринятым требованиям.

4.2.8 Цитогенетический анализ препаратов метафазных хромосом лимфоцитов периферической крови человека

Кровь, собранную с помощью вакуумной системы для забора крови и в гепаринизированные пробирки, транспортировали от мест сбора с использованием автотранспорта и самолета в закрытых хладоконтейнерах, транспортировка занимала не более 24-х часов. В случае проверки мутагенности проб воды из мониторинговых зон в качестве объектов использовали здоровых доноров из донорского центра г. Алматы.

Культивирование лимфоцитов и приготовление препаратов проводили по следующей методике: к 0,5 мл периферической крови добавляли к 4,5 мл среды культивирования, состоящей из 80% среды НАМ с глутамином (2мМ), 20% сыворотки КРС, пенициллина 100 ед/мл, стрептомицина 100 ед/мл. Деление лимфоцитов стимулировали 2% ФГА. Клетки инкубировали при 37 °С в течение 48 часов. Для накопления метафазных пластинок в культуральную среду за 2 часа до фиксации вводили колхицин в конечной концентрации 0,8 мкг/мл. Для получения цитологических препаратов клетки гипотонизировали 0,075М KCl при 37 °С 15 минут, фиксировали смесью метиловый спирт/ледяная уксусная кислота (3/1) и окрашивали 4% раствором красителя Гимза.

Окрашенные препараты хромосом анализировали под микроскопом фирмы «Leica» (Germany) с использованием масляной иммерсии при увеличении 10×100. Учитывали все типы хромосомных аберраций, выявляемых при рутинном окрашивании препаратов хромосом. При микроскопическом исследовании метафазных пластинок придерживались стандартных критериев отбора и анализа цитогенетических препаратов [105].

4.2.9 Микробиологический анализ и биоиндикация

Для микробиологического анализа брали 1 г почвы, увлажняя ее до состояния пасты и растирали в ступке в течение 3 мин. Суспензию готовили в 100 мл стерильной воды и проводили высев на плотные питательные среды. Микробный состав и численность микробов определяли методом посева на селективные плотные среды. Засеянные чашки инкубировали при 30 °С и 37 °С. Количество бактерий, использующих органический азот, и группы микроорганизмов, использующих минеральный азот, учитывали на TSA и MIA, энтеробактерий на дифференциально-диагностической среде Endo, все виды группы *Pseudomonas* – на PIA. Количество грибов и дрожжей учитывали на селективной среде SDA. Морфологический анализ проводили методами световой микроскопии (микроскопа MicroOptix MX-1150). Колонии бактерий учитывали на 2-3 сутки, дрожжей и грибов – на 5-7 сутки. При посевах использовали разведения 1:10² и 1:10⁴.

Культивирование, рост и содержание биоиндикаторов, выполнение процедур биотестирования на *Daphnia magna* и *Chlamydomonas reinhardtii* в контролируемых условиях осуществляли по общепринятым в токсикологии методикам. Микроводоросли вносили в среду из расчета 10⁴ клеток на 1 мл среды. Выращивание инокулята проводили при постоянной аэрации в люминостатах. Подсчет клеток проводили в камере Горяева под микроскопом с увеличением 320х40.

Для определения качества воды по изменению биомассы микроводорослей культуру *Chlamydomonas reinhardtii* выращивали на селективной (трис-ацетат-

фосфатной) среде (рН 7.0) при 25 °С и интенсивности освещения люминесцентными лампами 30 мкЕ/м²с. Измерения показателей флуоресценции тест-организма проводили на импульсном флуорометре. Оптическую плотность суспензии *Chlamydomonas reinhardtii* после 1, 4 и 8 часов роста измеряли с помощью измерителя плотности.

Для регистрации токсичности вод культуру *Chlorella spp.* готовили в условиях периодического культивирования на жидких средах. При использовании микроводоросли *Chlamydomonas reinhardtii* выращивание инокулята проводили при постоянной аэрации в люминостатах, оснащенных лампами дневного света (интенсивность – 2 000 лк). Методика основана на регистрации различий в оптической плотности биоиндикатора, выращенного на среде, не содержащей поллютантов (контроль) и опытных проб (тест), содержащих образцов воды природного или антропогенного происхождения. Оптическую плотность клеток хлореллы после 22 часов роста измеряли спектрофотометрически по оптической плотности культуральной суспензии при длине волны 540 нм. При определении острого токсического действия вычисляли среднее значение оптической плотности тест-организма по формуле:

$$X = \sum X_i / n, \quad (1),$$

где X – среднее значение оптической плотности; X_i – значения оптической плотности в i-ом определении; n – количество определений.

Показателем токсичности воды считали снижение средней величины оптической плотности по сравнению с контрольным образцом на 20%.

4.2.10 Анализ доминантных и кормовых растений

Забор проб проводили в мониторинговых точках (рисунки 4–7). Перед началом работы были заложены маршруты. При определении видов растений были первоначально сделаны геоботанические описания сообществ. Были выявлены доминанты и кормовые растения мониторинговых зон, которые в дальнейшем послужили объектами исследований кормовых и доминантных растений – *Agropyron repens*, *Alhagi pseudoalhagi*, *Artemisia terrae-albae*, *Carex physodes*, *Lactuca tatarica*, *Eremopyron orientale*, *Tamarix ramosissima*, *Aeluropus littoralis*, *Ceratocarpus arenarius*.

Отбирали растения по геоботаническому методу: закладка площадок в десятикратной повторности. Растения выкапывали с корнем, промывали проточной водой, затем дистиллированной, высушивали в сушильном шкафу при температуре 105 °С или естественной вентиляции. В дальнейшем гербарный материал был использован для определения нефтепродуктов и тяжелых металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии (раздел 2.2.2).

4.2.11 Анализ древесно-кустарниковых растений и культивирование *in vitro*

Забор проб проводили в мониторинговых точках (рисунки 5 – 7). До начала и во время работ осуществлялся тесный контакт с природоохранными мероприятиями, мангышлакским ботаническим садом и лесными питомниками Атырауской и Мангыстауской областей. Обследовали изолированные популяции селитрянки Шобера и туранговых тополей (туранга разнолистная и туранга сизолистная). Материалом для обследования служили: стволы, кора, ветки, листья, семена и проростки, собранные с взрослых растений туранги и второго года роста селитрянки.

Для получения асептической культуры *in vitro* эксплантами служили сегменты стеблей с закрытыми апикальными и пазушными почками. В разных режимах стерилизация включала обработку мыльным раствором (5 мин), 10% H₂O₂ (5, 10 и 15 мин), 1%, 20% или 50%, HCl (4 и 8 мин). Культивирование эксплантов проводили на средах Woody Plant Medium и Murashigi and Scog согласно протоколам Р.Г. Бутенко, приготовление питательных сред проводили по Ф.Л. Калинину, В.В. Сарнацкой и В.Е. Полищук [106-107]. Полученные меристематические клоны укореняли, адаптировали к почвенным условиям и депонировали при пониженной температуре (+2 °С, +10 °С). Акклиматизация растений-регенерантов проходила в условиях теплицы, высадка – в осенний сезон.

4.2.12 Микродерный тест на индикаторных водных животных

В процессе экспедиционных работ в мониторинговые точки (рисунки 3-7) применялись традиционные методы полевых эколого-зоологических исследований (рисунки 10-13) [108-109].



А – забор проб ила вблизи г.Жанаозен; Б – р.Тентек

Рисунок 10 – Обследование мест обитания биоиндикаторных водных животных, забор проб ила



Рисунок 11 – Фотосъемка полевых работ

Для определения вида оценивали морфофункциональные показатели (*min*, *max*, *p*, *l*, *ad*, *sad*) отловленных особей рыб и амфибий. Описания и названия рыб

и амфибий даны в соответствии с принятыми в Казахстане требованиями [110-112] и международными требованиями [113].



Рисунок 12 – Взятие биологических образцов и приготовление мазков периферической крови



Рисунок 13 – Окрашивание, просмотр и фотодокументирование цитогенетических препаратов

Препараты мазков периферической крови готовили общепринятым методом в полевых условиях. Кровь для исследования у рыб и амфибий отбиралась из сердца, хвостовой артерии, культы хвоста или жаберных вен. Необходимо было действовать очень быстро, чтобы кровь не успела свернуться. Место пункции протирали 70%-м спиртом и просушивали тампоном. Забор крови и приготовление мазков осуществляли в соответствии с предлагаемыми рекомендациями [64]. Мазки периферической крови фиксировали в 96% этиловом спирте в течение 30 минут, высушивали и окрашивали по Романовскому-Гимза 5 минут. Учет частоты микроядер производился примерно в 20000 эритроцитах от каждой исследованной особи.

4.2.13 Оценка эпизоотической ситуации

Эпизоотическая ситуация по основным паразитарным болезням домашних копытных животных изучена как анализом тканей животных, так и по общепринятым гельминтологическим исследованиям в соответствии с ГОСТ 27318-87. Рисунки 14 и 15 иллюстрируют забор материалов для исследования.



Осмотр туш для анализа



Отбор легких и печени



Отбор желудочно-кишечного тракта



Отбор паренхиматозных органов



Осмотр мышечной структуры



Забой МРС для исследования



Забой КРС для исследования



Просмотр материалов

Рисунок 14 – Отбор материалов и микроскопический анализ тканей животных

Для определения зараженности гельминтами проведен отбор проб фекалий животных на наличие характерных яиц трематод, нематод, цестод, исследованы

свежие пробы фекалий, взятые от спонтанно зараженных животных различных половозрастных групп в разные сезоны года. Полное и неполное гельминтологическое вскрытие желудочно-кишечного тракта и легких проводили по общепринятым методикам (по К.И. Скрябину). Экстенсивность инвазии проведена посредством копроовоскопических и копролярвоскопических исследований фекалий животных методами Фюллеборна, Дарлингга, Котельникова-Хренова, Демидова, Бермана и Орлова.



Подготовка материалов



Просмотр материалов

Рисунок 15 – Лабораторно-камеральная обработка фекального материала

4.2.14 Изучение кровососущих комаров

Учет и сбор имаго и куколок кровососущих комаров проведены по общепринятым и модифицированным методикам [114] путем взятия контрольных проб с использованием стандартного сачка с диаметром 20 см в 3-10 участках в зависимости от площади водоема, данные которых усреднялись и пересчитывались на 1 м² водной поверхности (рисунки 16-17).



Сбор эксгаустером



Отлов сачком



Отлов куколок комаров



Сбор личинок комаров

Рисунок 16 – Учет и сбор водных фаз развития кровососущих комаров



Измерения параметров воды



Отбор проб личинок комаров для фиксации



Отловленные личинки комаров



Размещение личинок в контейнеры

Рисунок 17 – Учет и сбор водных фаз развития кровососущих комаров

4.2.15 Молекулярно-генетический анализ

ДНК выделяли из замороженных (-20°C) образцов периферической крови, содержащих в качестве антикоагуляционного агента ЭДТА. Для выделения геномной ДНК использовали набор реагентов *QIAampDNA MiniKit* (*Qiagen*, США) и (*ThermoScientific*, США). Количественную и качественную оценку выделенных ДНК проводили с помощью ДНК-фотометра (*Biofotometer Plus*, *Eppendorf*, Германия) и электрофоретического анализа.

Генотипирование по генам детоксикации ксенобиотиков *GSTM1* и *GSTT1* проводили в мультиплексном режиме ПЦР с применением специфических праймеров и положительного контроля реакции (β -глобин) в 25 мкл общего объема реакционной смеси (10 мкл геномной ДНК (100 нг), 0,8 мкл (4 ед.) *Taq*-полимеразы (*Sigma*, США), 9,2 мкл 1x PCR буфера (150 mM Tris-HCl, pH 0,8, 500 mM KCl), 1,5 mM MgCl₂, 0,2 mM каждого dNTP).

Условия ПЦР-амплификации: ферментативная активация – 11 мин при 95 °С, затем блок из 30 циклов (денатурация при 94 °С в течение 1 мин, отжиг при 61 °С в течение 1 мин и удлинение при 72 °С в течение 1 мин). Финальное удлинение – при 0 °С в течение 80 мин.

Присутствие или отсутствие *GSTM1* и *GSTT1* генов определялось наличием (или отсутствием) полос в области 480 т.п.н. (*GSTT1* ген) и 215 т.п.н. (*GSTM1* ген), которые позволяли различить гомозиготную/гетерозиготную делецию от нормальной гомозиготы. β -глобин дает одну полосу размером 268 п.н.

Генотипирование гена эксцизионной репарации *XRCC1 Arg³⁹⁹Gln* проводили в монолокусном режиме с использованием специфических праймеров в 20-мкл реакционной смеси, содержащей ДНК, 1 μ M пмоль каждого праймера, 1x PCR буфера, 1,5 mM MgCl₂, 0,2 mM каждого dNTP, и 1 U *Taq* полимеразы. Условия ПЦР: инициация – 95 °С, 2 мин; затем 40 циклов при 94 °С в течение 15 сек, отжиг -55 °С, 30 сек, 72 °С, в течение 45 сек, финальное удлинение – при 72 °С в течение 5 мин. ПЦР продукты (248 п.н) обрабатывали рестриктазой *NciI* (*ThermoScientific*, США). Гомозиготный нормальный аллель (*XRCC1* 399 Arg/Arg) после рестрикции дает фрагменты длиной 89 и 159 п.н.; гетерозиготы (*XRCC1* 399 Arg/Gln) – 248/159/89 п.н.; гомозиготы по мутантному аллелю (*XRCC1* 399 Gln/Gln) – 248 п.н.

4.2.16 Физиологические методы анализа

Кровь для проведения гематологических обследований у волонтеров исследования брали утром натощак. Стандартными методами определяли клеточный состав и концентрацию тиреоидных гормонов в сыворотке крови наборами ИФА-БЕСТ на анализаторе StatFAX-2010 (Россия). Оптическую плотность замеряли при 450 нм (референсная длина волны 620-650 нм). При этом учитывали норму уровня тиреоидных гормонов, указанных в документации анализатора StatFAX-2010 – Т3 общий – 1,2-2,8 нмоль/л, Т4 свободный – 62,68-150,83 нмоль/л, ТТГ – 0,25-4,0 мМЕ/л.

Исследование уровня соматического здоровья людей проводили по методу Апанасенко [115]. Измеряли жизненную емкость легких, определяли жизненный индекс, гармоничность развития, силу рук с помощью кистевой динамометрии, артериальное давление и пульс до и после 20 приседаний за 30 сек, время восстановления пульса после нагрузки. На основании результатов проведенных исследований высчитывали пять показателей и с использованием формализованных единиц (баллов) получали общую оценку по 5-балльной шкале, характеризующую уровень соматического здоровья взрослого населения. Для оценки вариабельности сердечного ритма (ВСР) использованы ЭКГ и методы спектрального анализа вариабельности сердечного ритма.

Исследования биологического возраста проводили с использованием профессионального анализатора состава тела SC-330S с программным обеспечением. Учитывали вес обследуемых, % жира, мышечной массы и воды в организме до и после применения Бальзама «Возрождение» или «Шунгита».

Коэффициент вариации, нормированная оценка SDNN, рассчитывалась по формуле:

$$CV=SDNN/M*100 \quad (2),$$

где M – среднее значение кардиоинтервалов, NN – означает ряд интервалов без экстрасистол ("normal to normal").

4.2.17 Методы статистической обработки результатов

Полученные результаты обрабатывали традиционными методами вариационной статистики [116].

Различия расценивались как достоверные при $p < 0.05$. Уровень значимости (P) определяли с использованием Chi2 (χ^2) и t-критерия Стьюдента.

Вычисление доли клеток с абберациями хромосом в процентах от общего числа проанализированных клеток рассчитывали по формуле:

$$P=X/N \times 100 \%, \quad (3),$$

где X – количество обнаруженных клеток с абберациями, N – количество изученных метафазных клеток.

Ассоциацию полиморфизма изученных генов детоксикации ксенобиотиков и репарации ДНК с цитогенетическими нарушениями оценивали по методу соотношения шансов (odds ratio – OR) [117].

Для оценки физиологических показателей, помимо стандартной математической обработки, использовали также специфическое программное обеспечение для обработки показателей ВСП (ПО Нейрософт).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Направление 1. Определение приоритетных загрязнителей окружающей среды населенной части Прикаспия, оценка генотоксического потенциала и интегральной токсичности с использованием модельных тест-систем.

5.1. Оценка генотоксического потенциала образцов воды, почвы и донных отложений из мониторинговых зон с использованием модельных тест-систем

5.1.1. Забор проб воды и почвы в мониторинговых зонах казахстанской части Прикаспия

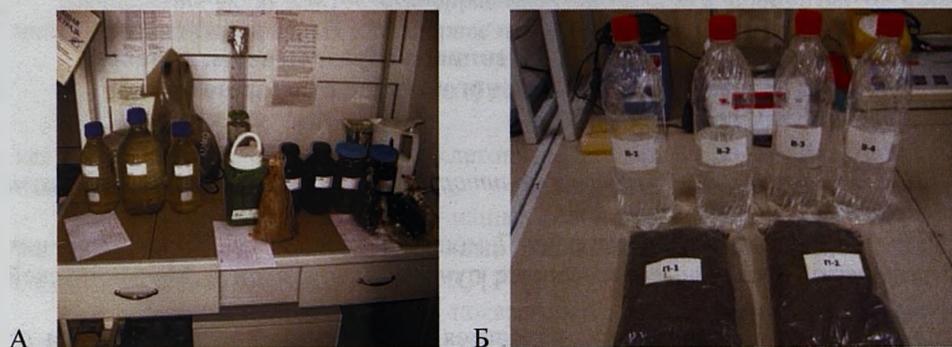
Для исследования были выбраны 7 мониторинговых зон, представляющих географически отдаленные населенные пункты Атырауской и Мангистауской областей:

- 1) Точка № 1 – г. Атырау, находится на берегу р. Урал, в 25-30 км от Каспийского моря. Областной центр Атырауской области;
- 2) Точка № 2 – г. Кульсары (Жалыойский район Атырауской области);
- 3) Точка № 3 – г. Актау, находится на юго-западе Казахстана, на берегу Каспийского моря. Областной центр Мангистауской области;
- 4) Точка № 4 – г. Жанаозен, расположен в континентальной части полуострова Мангистау, в 60 км от Каспийского моря (Каракиянский район Мангистауской области);
- 5) Точка № 5 – пгт. Индербор, расположен на берегу реки Урал (север Атырауской области);
- 6) Точка № 6 – г. Форт Шевченко, расположен в Мангистауской области, на полуострове Мангышлак (мыс Тюб-Караган). Рядом находится порт Баутино на Каспийском море;
- 7) Точка № 7 – мыс Сагындык – дополнительная точка взятия проб ила.

Первоначально предполагалось, что данные по пгт. Индербор будут использоваться в качестве контроля. Однако результаты исследований 2015 года показали, что данные анализа воды, почвы, ила, генетического статуса населения, животных и растений не позволяют использовать пгт. Индербор в качестве контрольных показателей (относительно экологически благополучной) для Казахстанской части Прикаспия. В этой связи в 2016 г. общим решением участников программы была выбрана дополнительная мониторинговая точка, которая, по литературным данным, отличается более благоприятной экологической ситуацией: город Форт-Шевченко в Мангистауской области Казахстана, на полуострове Мангышлак (мыс Тюб-Караган). Однако, исследования, проведенные в 2016 году, показали, что этот город также не может быть использован в качестве контроля. В 2017 году общим собранием участников программы было решено выбрать внешний контроль. Для этой цели была

выбрана дополнительная мониторинговая точка – г. Учарал в Алматинской области, которая по основным параметрам (природно-климатические особенности, численность населения) соответствует исследованным населенным пунктам Прикаспийского региона.

Материал для анализа собирали в трех повторностях согласно описанию, представленному в разделе 2.2.1. Пробы воды собирали в стеклянные бутылки объемом 2 и 5 литров, пробы почвы отбирали в полотняные мешочки, пробы ила в пластиковые контейнеры объемом 5 литров (рисунок 18) и транспортировали с места сбора до лабораторий в течение 24 часов. Забор проб воды, почвы и донных отложений проводили одновременно с забором живого материала для исследования. Так, при заборе образцов крови для молекулярно-генетического и цитогенетического анализа брали пробы питьевой воды. При заборе образцов крови от животных брали пробы воды, которую пьют животные.



А и Б – пробы воды, почвы и ила.

Рисунок 18 – Собранный материал для анализа

5.1.2 Определение компонентного состава и наличия загрязнителей окружающей среды в пробах воды, почвы и донных отложений

Пробы почвенного грунта брали в местах отбора образцов растений для анализа. Пробы ила брали в местах обитания рыб и земноводных. Места сбора образцов воды, почвы и ила описаны в таблице 1. Кодировка образцов имеет многозначный порядок, отражающий: точку сбора образцов; характер пробы и повторность пробы (таблица 2).

Согласно договору об оказании научно-исследовательских услуг, химический анализ проб воды, почвы и донных отложений проводился в ТОО «Научный аналитический центр». Данная организация аккредитована в системе аккредитации Республики Казахстан в качестве испытательной лаборатории на соответствие требованиям СТ РК ИСО/МЭК 17025-2007.

В результате проведенного химического анализа показано, что концентрации тяжелых металлов в пробах питьевой воды как для людей, так и для животных не превышают ПДК (Приложение Б – таблицы Б.1 и Б.2). Результаты анализа почвы и ила показывают превышение ПДК некоторых элементов (главным образом хрома, кобальта и никеля) в ряде образцов (Приложение Б – таблица Б.3). Так, в

образцах почвы из г. Атырау обнаружено превышение ПДК по хрому (5,5-6,4), кобальту (1,4-1,9) и никелю (8,8-12,8). Образцы ила из р. Урал (г. Атырау) показывают превышение ПДК по хрому (3,6) и никелю (5,9). Образцы ила из Черной речки (г. Атырау) показывают превышение ПДК по хрому (5,9-6,7), кобальту (1,8-2,0) и никелю (12,9-14,0). Образцы почвы из г. Кульсары показывают превышение ПДК по хрому (1,8-2,0) и никелю (3,1-3,5), а образцы ила из г. Кульсары – превышение ПДК по хрому (1,9-2,8) и никелю (6,1-6,8). В образцах почвы выявлено превышение ПДК никеля в Жанаозене в 2,9 раза, в Актау в 2,5 раза, и хрома в 1,3 раза и 1,4 раза соответственно. Анализ проб почвы в с. Кызыл-Сай (окрестности Жанаозена) выявил превышение ПДК кадмия в 1,3 раза. Образцы почвы из природоохранной зоны (пгт. Индербор) также в высокой степени загрязнены тяжелыми металлами: превышение ПДК по хрому (5,9-6,8), кобальту (2-2,1 ПДК) и никелю (10,4-11,6). В образцах почвы из г. Форт-Шевченко также зафиксировано превышение ПДК никеля в 2,6 раза. В пробах ила также выявлено превышение ПДК никеля: в г. Баутино и на мысе Сагындык – в 1,3 раза, в г. Актау – в 1,9 раз, в отстойнике возле г. Жанаозен – в 3,6 раза. В пробе ила из отстойника возле г. Жанаозен обнаружено превышение ПДК хрома в 1,9 раз. Концентрации остальных тяжелых металлов не превышали ПДК.

Полученные нами данные по загрязнению почв мониторинговых населенных пунктов Прикаспия не согласуются с официальными данными экологического мониторинга за состоянием окружающей среды на наблюдательной сети национальной гидрометеорологической службы. Вероятно, наблюдаемые различия в полученных результатах объясняются местом сбора почвенных образцов для анализа.

Данные по содержанию нефтепродуктов (НП) в пробах воды, почвы и ила представлены в приложении Б (таблица Б.4). В образцах питьевой воды для людей и для животных из Прикаспийского региона не наблюдалось повышенного содержания нефтепродуктов. Однако, в образцах воды из г. Учарал и окрестностей (контрольный регион) зарегистрировано значительное превышение ПДК нефтепродуктов (49-61 ПДК). В образцах почвы наблюдали превышение ПДК нефтепродуктов в Актау в 7,4 раз, в Жанаозене – в 13,9 раз, в г. Форт-Шевченко – в 137 раз. Пробы ила из оз. Кошкараколь (образцы 8.5.3.1-8.5.3.3) также оказались загрязнены нефтепродуктами. Наибольшее содержание нефтепродуктов обнаружено в образцах ила в отстойнике возле г. Жанаозена: ПДК превышено в 225,9 раз. В остальных образцах содержание НП было в пределах нормы.

Более подробные данные по содержанию индивидуальных углеводородов (УГВ) в изученных образцах воды, почвы и ила представлены в таблицах Б.5 и Б.6 приложения Б.

В отобранных пробах воды, почвы и ила из всех мониторинговых зон не наблюдалось повышенного содержания полиароматических углеводородов (ПАУ) и фенолов (Приложение Б – таблицы Б.7 и Б.8). Содержание нитратов было повышено в образце почвы из окрестностей г. Учарал (1,7 ПДК), содержание нитритов во всех образцах было в пределах нормы (Приложение Б – таблица Б.9).

Генотоксический потенциал приоритетных загрязнителей воды и почвы исследовали на модельных системах в кратковременных тестах: оценка мутагенности в тесте Эймса, индукция сцепленных с полом и аутосомных рецессивных летальных мутаций у дрозофилы, учет хромосомных aberrаций в культурах клеток человека и животных. Для тестирования использовали автоклавированные образцы воды и бензольные вытяжки проб почвы, растворенные в ДМСО. Пробы

почвы на культурах клеток животных и человека не тестировали из-за токсичности ДМСО.

5.1.3 Оценка генотоксического потенциала приоритетных загрязнителей воды и почвы из мониторинговых зон Прикаспия в лабораторных условиях в тесте Эймса

При оценке мутагенного потенциала описанных проб воды и почвы была использована тест-система *Salmonella*/микросомы (тест Эймса), штаммы *Salmonella typhimurium* TA98, TA100 (раздел 2.2.4). Классификацию уровня мутагенности проводили согласно общепринятой стандартной схеме: 1) превышение уровня ревертантов над контролем до 2 раз классифицировали как «отсутствие мутагенного эффекта» (-); 2) превышение уровня ревертантов над контролем в 2-10 раз классифицировали как «слабый мутаген» (+); 3) превышение уровня ревертантов над контролем в 10-100 раз классифицировали как «мутаген средней силы» (++) ; 4) превышение уровня ревертантов над контролем в 100-1000 раз классифицировали как «сильный мутаген» (+++). В таблице 6 представлены суммированные данные анализа.

Таблица 6

Мутагенная активность проб воды и почвы из Прикаспийского региона в стандартном методе Эймса

Характер пробы (код образца)	Среднее количество ревертантов на чашку	Превышение над контролем (О/К)	Результат
ТА 100			
Контроль спонт.	29,00	-	-
ДМСО	27,00	-	-
НММ	552	19,0	++
Вода (люди), г. Атырау (1.1.1)	52,2 ±1,04	1,9	-
Вода (жив-ные), г. Атырау (1.2.1)	98,6 ±1,26	3,4	+
Почва, г. Атырау (1.3.1)	84,1 ±0,92	2,9	+
Вода (люди), г. Кульсары (2.1.1)	49,3 ±1,02	1,7	-
Вода (жив-ные), г. Кульсары (2.2.1)	55,1 ±0,84	1,9	-
Почва, г. Кульсары (2.3.1)	81,2 ±1,34	2,8	+
Вода (люди), г. Актау (3.1.1)	72,8 ±1,28	2,6	+
Вода (жив-ные), г. Актау (3.2.1)	137,2 ±1,02	4,9	+
Почва, г. Актау (3.3.1)	117,2 ±1,38	3,9	+
Почва, окрестн. г. Актау (хоз-во) (3.4.1)	108,4 ±1,42	1,6	+
Вода (люди), г. Жанаозен (4.1.1)	109,2 ±0,96	3,9	+
Вода (жив-ные), г. Жанаозен (4.2.1)	173,6 ±0,98	6,2	+
Почва, г. Жанаозен (4.3.1)	144,6 ±0,98	5,6	+
Почва, г. Жанаозен (хоз-во) (4.4.1)	168,2 ±0,88	4,8	+
Вода (люди), пгт. Индербор (5.1.1)	56,0 ±1,07	1,8	-
Вода (жив-ные), пгт. Индербор (5.2.1)	62,6 ±1,11	2,1	+
Почва, пгт. Индербор (5.3.1)	70,3 ±0,98	2,3	+
Вода (люди), г. Форт-Шевченко (6.1.1)	47,6 ±1,44	1,7	-
Вода (жив-е), г. Форт-Шевченко (6.2.1)	53,2 ±1,78	1,9	-
Почва, г. Форт-Шевченко (6.3.1)	54,5 ±1,24	1,8	-
Почва, г. Форт-Шевченко (хоз-во) (6.4.1)	48,4 ±1,36	1,6	-
Вода (люди), г. Учарал (8.1.1)	45,7 ±0,89	1,5	-
Вода (жив-ные), г. Учарал (8.2.1)	48,8 ±0,81	1,6	-
Почва, г. Учарал (8.3.1)	57,3 ±1,06	2,0	+

Характер пробы (код образца)	Среднее количество ревертантов на чашку	Превышение над контролем (О/К)	Результат
Почва, окрестн. г. Учарал, (хоз-во) (8.4.1)	50,6 ±1,15	1,7	-
<i>Примечания:</i> НММ – мутаген нитрозометилмочевина, использован в качестве позитивного контроля для штамма ТА100			
ТА 98			
Контроль спонт.	23		
ДМСО	20		
ДДТДП	367	16,0	++
Вода (люди), г. Атырау (1.1.1)	39,1 ±1,34	1,7	-
Вода (жив-ные), г. Атырау (1.2.1)	73,6 ±1,20	3,2	+
Почва, г. Атырау (1.3.1)	59,8±0,79	2,6	+
Вода (люди), г. Кульсары (2.1.1)	41,4 ±0,87	1,8	-
Вода (жив-ные), г. Кульсары (2.2.1)	36,8±0,97	1,6	-
Почва, г. Кульсары (2.3.1)	62,1 ±1,08	2,7	+
Вода (люди), г. Актау (3.1.1)	48,5 ±1,08	2,4	+
Вода (жив-ные), г. Актау (3.2.1)	94,2 ±1,24	4,7	+
Почва, г. Актау (3.3.1)	111,8±0,94	4,3	+
Почва, окрестн. г. Актау (хоз-во) (3.4.1)	98,8 ±1,46	3,8	+
Вода (люди) г. Жанаозен (4.1.1)	76,8 ±1,43	3,8	+
Вода (жив-ные), г. Жанаозен (4.2.1)	112,6 ±0,90	5,6	+
Почва, г. Жанаозен (4.3.1)	119,9 ±1,38	5,4	+
Почва, г. Жанаозен (хоз-во) (4.4.1)	140,4 ±0,96	4,6	+
Вода (люди), пгт. Индербор (5.1.1)	40,0 ±0,78	1,7	-
Вода (жив-ные), пгт. Индербор (5.2.1)	43,6 ±0,87	1,8	-
Почва, пгт. Индербор (5.3.1)	51,2±1,00	2,1	+
Вода (люди), г.Форт-Шевченко (6.1.1)	32,6 ±1,34	1,6	-
Вода (жив-е), г.Форт-Шевченко (6.2.1)	36,4 ±0,95	1,8	-
Почва, г.Форт-Шевченко (6.3.1)	49,4±1,18	1,9	-
Почва, г.Форт-Шевченко (хоз-во) (6.4.1)	46,8 ±1,34	1,8	-
Вода (люди), г. Учарал (8.1.1)	33,0 ±1,29	1,4	-
Вода (жив-ные) г. Учарал (8.2.1)	37,3 ±0,85	1,6	-
Почва, г. Учарал (8.3.1)	44,3±0,93	1,9	-
Почва, окрестн. г.Учарал, (хоз-во) (8.4.1)	38,7 ±1,09	1,6	-
<i>Примечания:</i> ДДТДП- мутаген 2,7-диамино-4-диокси-4,5,9,10-тетрагидро-6,9-дiazопирен использован в качестве позитивного контроля для штамма ТА98			

Обнаружено, что слабая мутагенная активность выявлена в пробе питьевой воды для животных из г. Атырау (код образца – 1.2.1) с превышением количества ревертантов в опытных чашках в 2,6–3,4 раза, пробах почвы из гг. Атырау (код образца – 1.3.1) и Кульсары (код образца – 2.3.1) с превышением в (2,6–2,9 раз). Также слабая мутагенная активность выявлена в пробах воды и почвы, отобранных из г. Жанаозен и г. Актау с превышением количества ревертантов в опытных вариантах на штамме *S. typhimurium* ТА98 (от 3,8 до 5,4 раза) и на штамме *S. typhimurium* ТА100 (от 3,6 до 5,6 раз). Для остальных проб мутагенный эффект не был зарегистрирован. В контроле образец почвы из г. Учарал проявил слабую мутагенную активность на штамме ТА 100 (превышение ПДК над контролем в 2 раза, пороговый уровень), на штамме ТА 98 для данного образца мутагенный эффект не зарегистрирован. Таким образом, в краткосрочном тесте Эймса для ряда проб воды и почвы из мониторинговых точек показан слабый мутагенный эффект.

5.1.4 Оценка генотоксического потенциала приоритетных загрязнителей воды и почвы из мониторинговых зон Прикаспия по индукции летальных мутаций у дрозофилы

Методики учета рецессивных летальных мутаций у дрозофилы и схемы скрещиваний представлены в разделе 2.2.5.

По результатам теста на индукцию рецессивных леталей в X-хромосоме дрозофилы отмечены случаи возникновения летальных мутаций в X-хромосоме при использовании проб почвы г. Атырау с частотой 1-2% и проб питьевой воды для людей из г. Жанаозена с частотой 1-3% (таблица 7). В остальных вариантах опыта и во всех вариантах контроля не было зарегистрировано ни одного случая индукции рецессивных летальных мутаций в X-хромосоме дрозофилы.

Таблица 7

Результаты учета рецессивных, сцепленных с полом летальных мутаций у дрозофилы под действием проб воды и почвы из Прикаспийского региона

Разведение пробы, %	Скринировано мутаций, (%), другие нарушения						
	г. Атырау	г.Кульсары	г. Актау	г. Жанаозен	пгт. Индербор	г. Форт-Шевченко	г.Учалар
Питьевая вода (люди)							
3%	0; ГК – 2,09%, С – 0,16%	0; ГК – 0,87%, С – 0, 08%	1; ГК – 2,07%, С – 0,11%	0; ГК – 2,33%	0; ГК – 0,78%, С – 0,21%	0; ГК – 1,63%,	1; ГК – 2,85%, С – 0,04%,
5%	0; ГК – 3,33%, С – 0,22%	0; ГК – 1,25%, С – 0,14%	0; ГК – 0,88%, С (0,05%)	3; ГК – 2,20%, С – 0,21%	0; ГК – 0,88%	0; ГК – 2,04%, С - 0,18%	0; ГК – 3,75%, С – 0,16%
10%	0; ГК - 4,26%, С – 0, 21%	0; ГК – 1,45%, С – 0,21%	0; ГК – 1,37%, С – 0, 13%	1; ГК -2,79%, С -0,07%	0; ГК – 1,35%, С – 0, 16%	0; ГК – 1,54%, С – 0,09%	0; ГК – 3,38%, С – 0,07%
Питьевая вода (животные)							
3%	0; ГКЛ – 1,06%	0; ГК – 0,81%, С – 0,36 %	0; ГКЛ – 1,24%, С-0,15%	0; ГКЛ – 2,09%, С – 0,06%	0; ГКЛ – 0,74%	0; ГКЛ – 1,87%	0; ГК – 5,40%, С – 0,07%,
5%	0; ГК – 1,30%, С – 0,18%	0; ГК – 0,36%, С – 0,19%	0; ГК – 1,67%, С – 0,12%	0; ГК – 2,06%, С – 0,14%	0; ГК – 1,56%, С – 0,31%	0; ГК – 2,20%, С – 0,04%	0; ГК – 4,11%, С – 0,03%
10%	0; ГК – 3,65%, С – 0,30%	0; ГК – 13%, С – 0, 29 %	0; ГК – 1,79%, С – 0,16%	0; ГК – 2,82%, С – 0,29%	0; ГК – 1,7%, С – 0,16%	0; ГК – 1,38%, С – 0,05%	0; ГК – 5,50%, С – 0,13%
Бензолная вытяжка из проб почвы (город)							
0,1%	1; ГК – 1,06%	0; ГК – 0,87%, С – 0,08 %	0; ГК – 1,96%, С – 0,06%	0; ГК – 2,59%, С – 0,15%	0; ГК – 1,36%, С – 0,21%	0; ГК – 2,38%, С – 0,12%	0; ГК – 5,2%, С – 0,05%
0,3%	1; ГК – 1,30%, С – 0,18%	0; ГК – 2,66%, С – 0,31%	0; ГК – 1,27%, С – 0,16%	0; ГК – 2,55%, С – 0,06%	0; ГК – 0,95%, С – 0,15%	0; ГК – 2,25%	0; ГК – 4,64%, С – 0,19%
0,5%	2;	0;	0; ГК – 1,82%	0;	0; ГК – 1,4%,	0;	3;

Разведение пробы, %	Скринировано мутаций, (%), другие нарушения						
	г. Атырау	г. Кульсары	г. Актау	г. Жанаозен	пгт. Индербор	г. Форт-Шевченко	г. Учарал
	ГК – 3,65%, С – 0,30%	ГК – ,86%, С – 0,36 %		ГК – 2,60%, С – 0,25%	С – 0,88%	ГК – 2,08%, С – 0,20%	ГК – 1,92%, С – 0,43%
Бензольная вытяжка из проб почвы (хозяйство)							
0,1%	–	–	0; ГК – 1,17%,	0; ГК – 2,28%, С – 0,11%	–	0; ГК – 2,28%, С – 0,11%	0; ГК – 5,53%, С – 0,11%
0,3%	–	–	0; ГК – 2,29%,	0; ГК – 2,99%, С – 0,12%	–	0; ГК – 3%, С – 0,12%	0; ГК – 5,13%, С – 0,11%
0,5%	–	–	0; ГК – 1,24%, С – 0,13%	0; ГК – 1,90%, С – 0,19%	–	0; ГК – 1,89%, С – 0,19%	0; ГК – 2,72%, С – 0,43%
Контроль							
Без обработки, 0%	0 (0%)			ГК – 1,16%			
3% 1xPBS	0 (0%)			ГК – 0,88%; С – 0,25%			
5% 1xPBS	0 (0%)			ГК – 1,43%, С – 0,09%			
10% 1xPBS	0 (0%)			ГК – 0,93%			
0,1% ДМСО	0 (0%)			ГК – 1,24%			
0,3% ДМСО	0 (0%)			ГК – 1,36%			
0,5% ДМСО	0 (0%)			ГК – 2,39%			
<i>Примечание:</i> ГК – гибель куколок; ГКЛ – гибель куколок и личинок; С – стерильность самцов.							

Среди других нарушений как в опыте, так и в контроле нами были зарегистрированы гибель особей на стадии личинок и куколок, а также стерильность самцов, не превышающая спонтанного уровня (3%) (таблица 7). Зарегистрированные нами показатели стерильности самцов были невысокими (0,05-0,29%). В контрольных экспериментах стерильности самцов не наблюдалось.

Таким образом, в тесте на индукцию рецессивных летальных мутаций в X-хромосоме дрозофилы не зарегистрирован мутагенный эффект проб питьевой воды (люди и животные) и почвы (город и хозяйство), однако отмечен эффект воздействия проб воды из г. Актау, проб почвы из г. Атырау, а также всех проб воды и почвы из г. Жанаозена на оттогенез дрозофилы, выражающийся в индукции мужской стерильности.

Результаты скрининга рецессивных летальных мутаций в аутосомах дрозофилы представлены в таблице 8.

Установлено, что 10%-ная концентрация воды для людей из гг. Актау, Жанаозен и Форт Шевченко, а также 10%-ная обработка водой для животных из окрестностей г. Актау и г. Форт-Шевченко достоверно способны индуцировать рецессивные летальные мутации в аутосомах дрозофилы ($\chi^2=11,25-37,25$; $p \leq 0,01$). Также достоверное увеличение частоты зарегистрированных леталей наблюдали в случае обработки 0,5%-ой бензольной вытяжкой пробы почвы из г. Актау (хозяйство). Поскольку зафиксированные частоты мутаций достоверно

отличались от контрольных экспериментов и от частот спонтанного мутагенеза, то можно говорить об умеренном мутагенном эффекте указанных проб.

Таблица 8

Результаты учета рецессивных летальных мутаций в аутосомах дрозофилы под действием проб воды и почвы из г. Атырау

Концентрация пробы, %	Частота мутаций, %						
	г. Атырау	г. Кульсары	г. Актау	г. Жанаозен	пгт. Индербор	г. Форт-Шевченко	г. Учарал
Питьевая вода (люди)							
3%	2,5	7,5	7,5	5	10	2,5	2,5
5%	5	7,5	2,5	5	5	0	0
10%	17,5**	12,5**	17,5**	12,5**	10	12,5**	2,5
Питьевая вода (животные)							
3%	10	10	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
5%	12,5**	12,5**	7,5	2,5	0	15**	5 12,5**
10%	20**	15**	12,5**	0	2,5	12,5**	5
Бензольная вытяжка из проб почвы (город)							
0,1%	12,5**	12,5**	5	0	0	0	0
0,3%	17,5**	20**	7,5	0	2,5	0	2,5
0,5%	20**	20**	2,5	2,5	15**	2,5	7,5
Бензольная вытяжка из проб почвы (хозяйство)							
0,1%	0	5	0	0	2,5	0	0
0,3%	5	7,5	5,5	5	2,5	5	10
0,5%	12,5**	7,5	12,5**	5	7,5	5	15**
Контроль							
Без обработки, 0%	5%						
3% 1xPBS	2,5%						
5% 1xPBS	нет, стерильность 5%						
10% 1xPBS	нет						
0,1% ДМСО	нет						
0,3% ДМСО	5%						
0,5% ДМСО	2,5%						
<i>Примечания</i> – достоверность по критерию хи-квадрат *- $\rho \leq 0,05$; **- $\rho \leq 0,01$ Представлены данные по количеству зарегистрированных леталей с учетом результатов теста на аллелизм.							

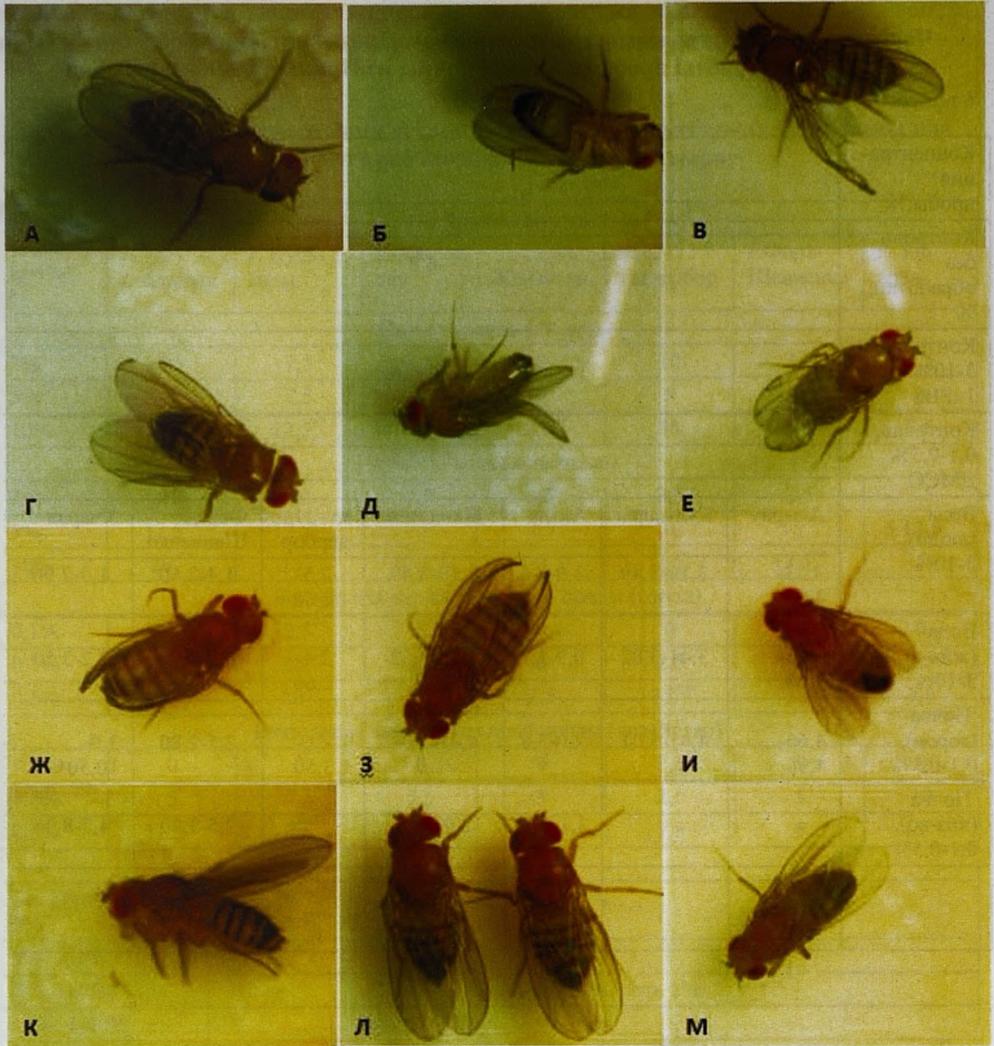
Скрининг морфогенетических нарушений у имаго показал, что наиболее частыми были изменения крыльев и изменения строения тергитов (таблица 9, рисунок 19). Анализ наследуемости выявленных морфологических изменений показал, что все наблюдаемые изменения являются ненаследуемыми, то есть морфозами. Частота морфозов, индуцируемая пробами почвы, а также пробами питьевой воды для людей и животных из разных точек, не превышает контрольные уровни. Таким образом, в экспериментах с использованием проб воды и почвы из Прикаспийского региона тератогенного эффекта не зарегистрировано.

Частота морфологических изменений у имаго дрозофилы после обработки культуральной среды пробами воды и почвы из Прикаспийского региона

Концентрация пробы, %	Процент измененных особей (%)						
	Контроль без обработки, %	4,8					
Контроль, 3-10% 1хPBS	3,3-4,6						
Контроль, 0,1-0,5% ДМСО	4,3-5,5						
Вода (люди), 3-10%	Атырау	Кульсары	Актау	Жанаозен	пгт.Индербор	Форт-Шевченко	Учалар
	3,23-4,03	3,19-3,49	1,9-2,6	3,19-3,49	2,5-2,60	1,4-2,60	1,9-2,90
Вода (жив-е), 3-10%	3,55-3,68	3,41-3,82	0,9-1,7	3,41-3,82	2,4-2,60	2,9-3,00	2,2-3,50
Почва (город), 0,1-0,5%	4,66-4,96	4,41-5,01	2,0-3,8	4,41-5,01	2,6-3,50	2,5-2,80	3,9-10,50*
Почва (хоз-во), 0,1-0,5%	-	-	3,1-4,2	2,0-3,60	-	2,5-3,00	4,2-8,4*

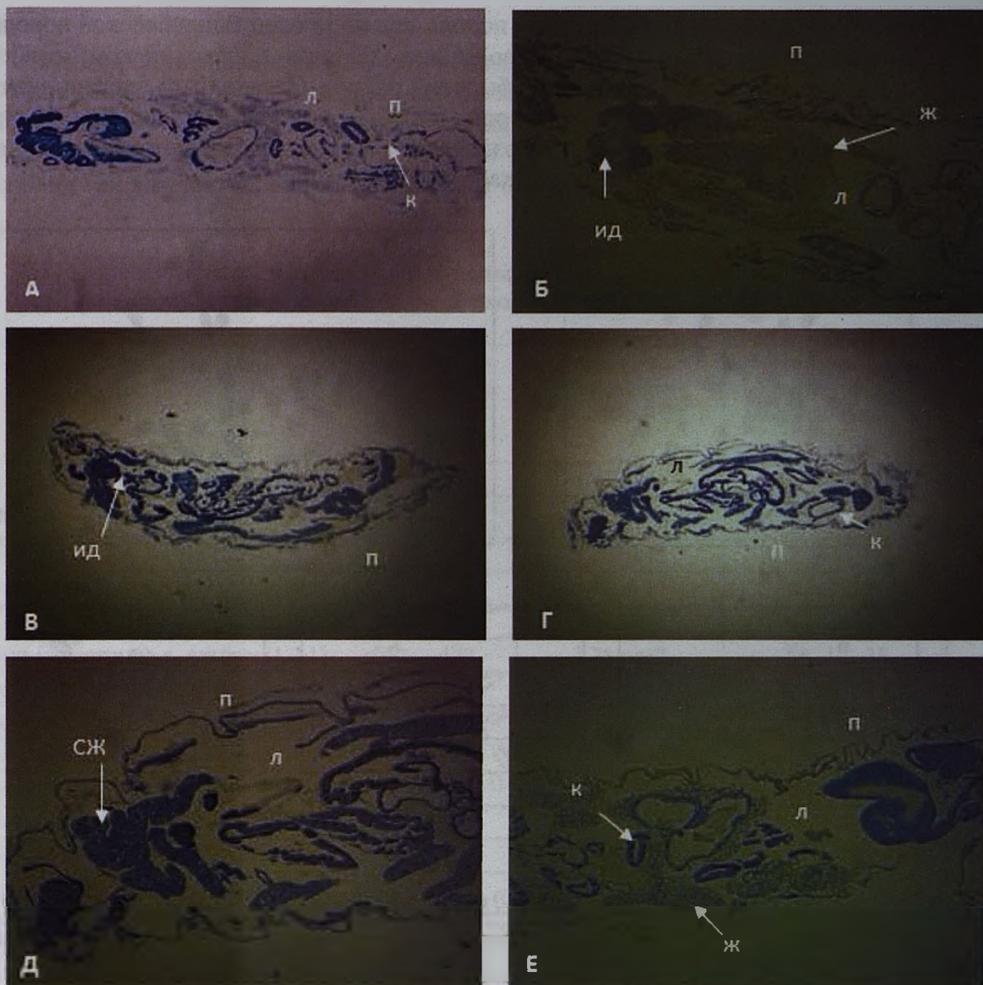
Для анализа канцерогенных свойств проб воды и почвы проводили гистологический анализ личинок 3-го возраста, содержащих в гетерозиготе выявленные нами рецессивные летальные мутации по аутосомам. На рисунке 20 представлены гистологические препараты, демонстрирующие отсутствие канцерогенного эффекта во всех вариантах эксперимента.

Таким образом, гистологический анализ тканей личинок 3-го возраста линий дрозофилы с рецессивными летальными мутациями по аутосомам показал, что пробы воды и почвы из мониторинговых зон Прикаспия не вызывают канцерогенного эффекта у дрозофилы.



А – нормальные крылья, контроль без обработки, 1x20; Б – складка на крыле, образец 2.1.1, разведение 5%, 1x20; В – деформирован край крыла, образец 1.2.1, разведение 1%, 1x20; Г – кончик крыла смят и изогнут, образец 2.3.1, разведение 0,5%, 1x20; Д – деформированы оба крыла, образец 5.3.1, разведение 0,3%, 1x20; Е – неровное крыло, образец 6.2.1, разведение 3% проба воды для животных, 1x20; Ж – деформирован край крыла, образец 8.4.1, разведение 0,3%, 1x20; З – вырезки на крыльях и изменения тергитов, образец 8.3.1, разведение 0,5%, 1x20; И – вырезка на крыле, образец 4.1.1, разведение 5%, 1x20; К – складки на крыльях, образец 4.4.1, разведение 0,3%, 1x20; Л – крылья приподняты вверх, образец 3.4.1, разведение 0,3%, 1x20; М – изменения тергитов, образец 6.4.1, разведение 0,5%, 1x20; Н – изменения тергитов, образец 6.3.1 разведение 0,3%, 1x20; О – крыло загнуто вверх, образец 6.2.1, разведение 5%, 1x20; П – искривления ног, образец 4.4.1, разведение 0,1%, 1x20.

Рисунок 10 – Морфологические изменения имаго



Окраска по Романовскому-Гимза.

п – покровные ткани, к – кишечник, сж – слюнные железы, ид – имагинальные диски, ж – жировая ткань, л – лизис

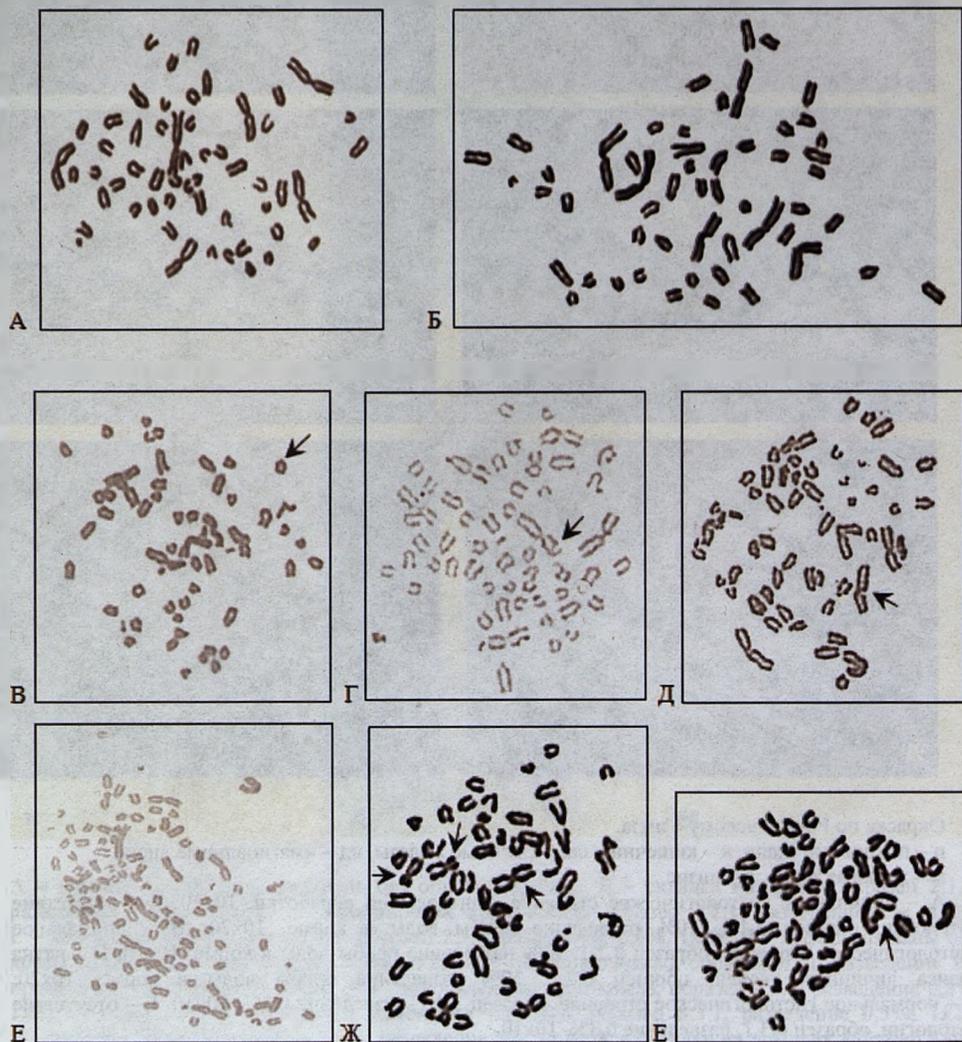
А – нормальное гистологическое строение, контроль без обработки, 10x20; Б – отсутствие патологии, образец 3.1.1, 10% разведение пробы воды в корме, 10x20; В – нормальное гистологическое строение, образец 8.2.1, 10% разведение пробы воды в корме, 10x20; Г – пятна лизиса личинных тканей, образец 6.2.1, 10% разведение пробы воды в корме, 10x20; Д – нормальное гистологическое строение, образец 3.4.1, разведение 0,5%, 10x10; Е – отсутствие патологии, образец 6.3.1, разведение 0,3%, 10x10.

Рисунок 20 – Результаты гистологического анализа личинок – носителей рецессивных летальных мутаций в аутосомах

5.1.5 Оценка генотоксического потенциала приоритетных загрязнителей воды из мониторинговых зон Прикаспийского региона в культурах лимфоцитов периферической крови сельскохозяйственных животных in vitro

Культивируемые *in vitro* лимфоциты периферической крови животных были обработаны пробами питьевой воды из Прикаспийского региона концентраций 3%,

5% и 10%. В качестве доноров крови использованы 15 овец Едильбайской породы и 7 быков (молодняк) Алатауской породы, находящихся в крестьянском хозяйстве «Ажар» (Алматинская область, Жамбылский район). Спонтанный уровень генетической нестабильности данных пород был нами ранее изучен. В культурах лимфоцитов крови овец и КРС при воздействии 10% воды с поллютантами найдены как хроматидные, так и хромосомные aberrации (рисунок 21).



А – контроль 1, нормальный кариотип, $2n=54$, XY; Б – 10% обработка, образец 1.2.1, анеуплоидная клетка, $2n=53$, XY; В – одиночное кольцо, 5% обработка, образец 3.2.1; Г – концевая хроматидная делеция, 5 % обработка, образец 6.2.1; Д – хроматидный разрыв (метацентрик), 10% обработка, образец 4.2.1; Е – полиплоидная клетка, 10% обработка, образец 4.2.1; Ж – метафазная клетка КРС, стрелками указаны половые X-хромосомы и Робертсоновская транслокация двух акроцентриков, 10% обработка, образец 6.2.1; З – пластинка с хромосомной aberrацией типа ацентрический фрагмент, 10% обработка, образец 8.2.1.

Рисунок 21 – Метафазные пластинки овец Едильбайской породы

В культурах лимфоцитов КРС при воздействии 10%-ной концентрации воды с поллютантами обнаружены метафазные клетки с робертсоновской транслокацией (рисунок 21). Установлено, что число выявленных клеток с геномными мутациями колебалось от 0 до 10%, доля клеток с хромосомными aberrациями в качественных пластинках от 0% до 6% (таблица 10).

Таблица 10

Изучение мутагенного эффекта проб воды из Прикаспия и зоны сравнения в культурах клеток сельскохозяйственных животных

Характер пробы	Изучено метафаз	Частота хромосомных aberrаций, %	Частота геномных мутаций (анеу- и полиплоидия), %
Контроль 1, без обработки (К1)	110	1,48±0,29	9,25±1,55
3% обработка (Овцы)			
Контроль 2, 3% 1xPBS (К2)	154	1,59±0,41	8,66±1,31
Вода (люди), г. Атырау (1.1.1)	142	1,57±0,19	8,56±1,17
Вода (люди), г. Кульсары (2.1.1)	159	1,71±0,21	9,24±1,09
Вода (животные), г. Атырау (1.2.1)	137	1,78±0,32	10,24±1,35
Вода (животные), г. Кульсары (2.2.1)	148	1,84±0,91	10,24±1,45
Вода (животные), г. Актау (3.2.1)	318	1,48±0,58	9,14±1,88
Вода (животные), г. Жанаозен (4.2.1)	349	1,48±0,58	7,05±1,99
Вода (животные), пгт. Индербор (5.2.1)	357	1,54±0,32	8,11±1,23
Вода (жив-е), г. Форт-Шевченко (6.2.1)	132	3,4 ±1,64	5,7± 2,01
Вода (животные), г. Учарал (8.2.1)	123	2,3± 1,35	2,1± 1,29
5% обработка (Овцы)			
Контроль 2, 5% 1xPBS	102	1,59±0,15	8,74±1,22
Вода (люди), г. Атырау (1.1.1)	123	1,64±0,51	9,12±0,68
Вода (люди), г. Кульсары (2.1.1)	122	1,69±0,38	11,29±1,57
Вода (животные), г. Атырау (1.2.1)	156	1,98±0,56	10,58±1,12
Вода (животные), г. Кульсары (2.2.1)	115	1,93±1,06	10,24±1,45
Вода (животные), г. Актау (3.2.1)	198	4,7± 1,51	2,7 ± 1,21
Вода (животные), г. Жанаозен (4.2.1)	107	5,1 ± 2,12	2 ± 1,40
Вода (животные), пгт. Индербор (5.2.1)	369	1,61±0,25	9,09±1,19
Вода (жив-е), г. Форт-Шевченко (6.2.1)	121	5,4 ± 2,05	5,4± 2,05
Вода (животные), г. Учарал (8.2.1)	147	3,4± 1,50	2,7± 1,33
10% обработка (Овцы)			
Контроль 2, 5% 1xPBS	133	1,62±0,17	8,72±0,19
Вода (люди), г. Атырау (1.1.1)	144	1,98±0,81	9,06±0,98
Вода (люди), г. Кульсары (2.1.1)	158	2,01±1,02	9,17±1,03
Вода (животные), г. Атырау (1.2.1)	154	2,18±0,74	11,13±1,36
Вода (животные), г. Кульсары (2.2.1)	165	2,64±0,34	11,98±1,53
Вода (животные), г. Актау (3.2.1)	150	3± 1,39	2,7 ±1,32
Вода (животные), г. Жанаозен (4.2.1)	250	7,4 ± 1,65	3,7 ± 1,19
Вода (животные), пгт. Индербор (5.2.1)	365	1,64±0,41	10,93±1,52

Характер пробы	Изучено метафаз	Частота хромосомных аббераций, %	Частота геномных мутаций (анеу- и полиплоидия), %
Вода (жив-е), г. Форт-Шевченко (6.2.1)	150	2,7± 1,32	1,3 ± 0,92
Вода (животные), г. Учарал (8.2.1)	155	1,9± 1,09	2,6± 1,27
Контроль			
0,9% NaCl	52	0	6 ± 3,31
5% обработка (KPC)			
Актау	93	3,9 ± 2,01	2,5 ± 1,61
Жанаозен	133	2 ± 1,21	11 ± 2,71
Форт-Шевченко	53	1,9 ± 1,87	-
Учарал (контроль)	81	1,2±1,21	-
10% обработка (KPC)			
Актау	106	3,8 ± 1,85	6,6 ± 2,41
Жанаозен	252	5,5± 1,43	15,8± 2.30
Форт-Шевченко	192	4,7 ± 1,52	6,2 ± 1.74
Учарал (контроль)	94	3,2±1,81	-
Контроль			
0,9% NaCl	50	3 ± 2,41	10 ± 4.24

Пробы воды из точки № 4 г. Жанаозен проявляют умеренный мутагенный эффект в культуре лимфоцитов периферической крови овец в концентрации 5% и 10% от общего объема культуральной смеси. Все остальные пробы воды не оказывают достоверного генотоксического эффекта.

5.1.6 Оценка генотоксического потенциала приоритетных загрязнителей воды из мониторинговых зон Прикаспия в культурах лимфоцитов периферической крови человека

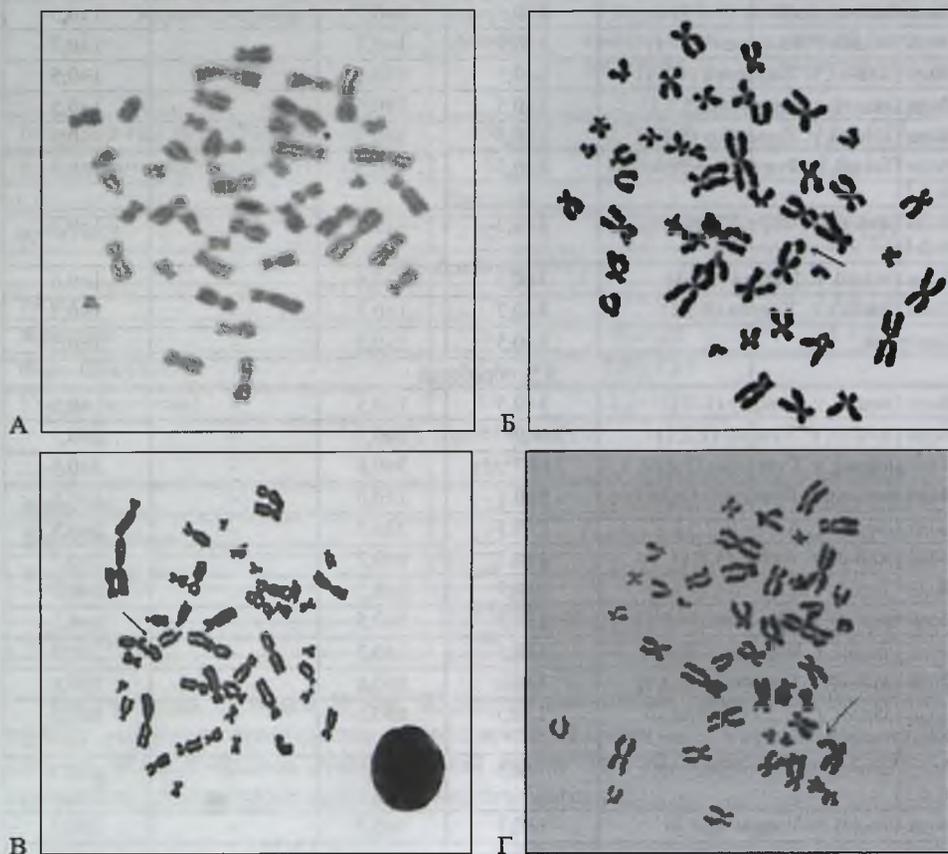
Для цитогенетического анализа была использована кровь 10 здоровых доноров-казахов в возрасте 20-25 лет, не имеющих вредных привычек. Пробы использовали в диапазоне концентраций 3, 5 и 10% (раздел 2.2.8). При анализе учитывался тип аббераций хромосом. Геномных мутаций не выявлено. Результаты цитогенетического анализа суммированы в таблице 11. Рисунок 22 демонстрирует обнаруженные нами абберации хромосом.

Таблица 11

Мутагенный эффект проб воды из Прикаспийского региона и зоны сравнения в культуре лимфоцитов периферической крови человека

№ пробы	Кол-во клеток с абберациями	Всего аббераций	Абберации хромосомного типа	Абберации хроматид- ного типа
3% обработка				
Вода (люди), г. Атырау (1.1.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (жив-е), г. Атырау (1.2.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (люди), г. Кульсары (2.1.1)	2±0,7	2±0,7	-	2±0,7
Вода (жив-е), г. Кульсары (2.2.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (люди), г. Актау (3.1.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5

Вода (жив-е), г. Актау (3.2.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (люди), г. Жанаозен (4.1.1)	1±0,7	1±0,7	-	1±0,7
Вода (жив-е), г. Жанаозен (4.2.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (люди), г. Индербор (5.1.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (жив-е), г. Индербор (5.2.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (люди), г. Форт-Шевченко (6.1.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (жив-е), г. Форт-Шевченко (6.2.1)	1±0,7	1±0,7	-	1±0,7
Вода (люди), г. Учарал (8.1.1)	1±0,6	1±0,6	-	1±0,6
Вода (жив-е), г. Учарал (8.2.1)	1±0,7	1±0,7	-	1±0,7
Контроль	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
5 % обработка				
Вода (люди), г. Атырау (1.1.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (жив-е), г. Атырау (1.2.1)	2±0,7***	2±0,7	-	2±0,7
Вода (люди), г. Кульсары (2.1.1)	2±0,7***	3±0,8	-	3±0,8
Вода (жив-е), г. Кульсары (2.2.1)	1±0,6	1±0,6	-	1±0,6
Вода (люди), г. Актау (3.1.1)	2±0,5	2±0,5	-	2±0,5
Вода (жив-е), г. Актау (3.2.1)	1±0,7	1±0,7	-	1±0,7
Вода (люди), г. Жанаозен (4.1.1)	1±0,7	1±0,7	-	1±0,7
Вода (жив-е), г. Жанаозен (4.2.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (люди), г. Индербор (5.1.1)	1±0,5	2±0,7	-	2±0,7
Вода (жив-е), г. Индербор (5.2.1)	1±0,6	1±0,6	-	1±0,6
Вода (люди), г. Форт-Шевченко (6.1.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (жив-е), г. Форт-Шевченко (6.2.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (люди), г. Учарал (8.1.1)	1±0,7	1±0,7	-	1±0,7
Вода (жив-е), г. Учарал (8.2.1)	1±0,6	1±0,6	-	1±0,6
Контроль	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
10% обработка				
Вода (люди), г. Атырау (1.1.1)	4±0,9*	4±0,9	-	4±0,9
Вода (жив-е), г. Атырау (1.2.1)	3±0,8**	5±1,1	-	5±1,1
Вода (люди), г. Кульсары (2.1.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (жив-е), г. Кульсары (2.2.1)	5±1,1*	5±1,1	-	5±1,1
Вода (люди), г. Актау (3.1.1)	3±0,5*	3±0,5*	-	3±0,5*
Вода (жив-е), г. Актау (3.2.1)	2±0,5	2±0,5	-	2±0,5
Вода (люди), г. Жанаозен (4.1.1)	1±0,7	1±0,7	-	1±0,7
Вода (жив-е), г. Жанаозен (4.2.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (люди), г. Индербор (5.1.1)	1±0,5	3±0,8	-	3±0,8
Вода (жив-е), г. Индербор (5.2.1)	1±0,7	1±0,7	-	1±0,7
Вода (люди), г. Форт-Шевченко (6.1.1)	2±0,7	2±0,7	-	2±0,7
Вода (жив-е), г. Форт-Шевченко (6.2.1)	2±0,5	2±0,5	-	2±0,5
Вода (люди), г. Учарал (8.1.1)	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
Вода (жив-е), г. Учарал (8.2.1)	1±0,7	1±0,7	-	1±0,7
Контроль	1±0,5	1±0,5	-	1±0,5
<i>Примечания: * – достоверность p<0,05, ** – достоверность p<0,1, *** – достоверность p>0,1</i>				



А – одиночный разрыв, 3% обработка, образец 1.1.1; Б – одиночный разрыв, 10% обработка, образец 2.1.1; В – одиночный разрыв, 5% обработка, образец 4.1.1; Г – одиночный фрагмент, 10% обработка, образец 6.1.1.

Рисунок 22 – Метафазные пластинки лимфоцитов периферической крови человека после воздействия мутагенного действия проб воды из Прикаспийского региона

Статистически значимое увеличение частоты хромосомных aberrаций зарегистрировано для проб питьевой воды для людей из гг. Актау и Жанаозен (в 3 раза ($p \leq 0,1$), 10% обработка), а также воды для животных из гг. Атырау (в 3 раза ($p \leq 0,1$) и Кульсары (в 5 раз ($p \leq 0,05$)). Анализ спектра хромосомных aberrаций показал, что встречались aberrации только хроматидного типа, которые были представлены одиночными разрывами или фрагментами (Приложение М, рисунок М.4). Такая картина структурных повреждений хромосом характерна для воздействия химических генотоксикантов, которые, вероятно, содержатся в исследованных образцах воды из мониторинговых точек Прикаспия.

Таким образом, пробы питьевой воды для людей из г. Актау и г. Жанаозен приводят к значимому увеличению частоты хромосомных aberrаций по сравнению с контролем в 3-5 раз. Увеличение частоты мутирования до таких величин находится на границе классификации по степени мутагенности, их

можно трактовать как «малый-средний» [118] или умеренный мутагенный эффект в культуре лимфоцитов периферической крови человека.

5.1.7 Комплексная оценка воздействия приоритетных загрязнителей Прикаспийского региона на разные модельные организмы

Полученные при использовании различных модельных систем результаты тестирования проб воды, ила и почвы из Прикаспийского региона суммированы в таблице 12. При тестировании проб воды образцы питьевой воды для людей проверяли на культурах лимфоцитов человека, а образцы питьевой воды для животных тестировали на культурах лимфоцитов овец и КРС. Как видно из таблицы 12, по совокупности эффектов, наблюдаемых на разных тест-системах, наиболее выраженное мутагенное действие проявили пробы питьевой воды для людей из г. Актау. Мутагенный эффект в двух и более тестах проявили также пробы питьевой воды для животных из г. Актау, бензольные вытяжки из образцов почвы из п. Акшукур (окрестности Актау) и г. Учарал, пробы питьевой воды для людей из г. Жанаозен. Мутагенный эффект только в одной из использованных нами тест-систем показали бензольные вытяжки из образцов почвы из гг. Актау, Жанаозен, из с. Кызыл-Сай (окрестности Жанаозена) и с. Балапан (окрестности Учарала), образцы воды для животных из г. Жанаозен и с. Балапан, образцы воды для людей и животных из г. Форт-Шевченко. Бензольные вытяжки из образцов почвы г. Форт-Шевченко и его окрестностей не продемонстрировали мутагенных свойств ни в одной из использованных нами тест-систем.

Тестирование проб воды и почвы из мониторинговых зон Прикаспия и региона сравнения на токсические эффекты с применением различных модельных систем

Вид тестирования	Точка № 1 (г. Атырау)		Точка № 2 (г. Кульсары)		Точка № 3 (г. Актау)		Точка № 4 (г. Жанаозен)			Точка № 5 (пгт. Индербор)		Точка № 6 (г. Форт-Шевченко)			Точка № 8 (г. Учарал)			
	Вода (люди)	Вода (жив-е)	Почва (город)	Вода (люди)	Вода (жив-е)	Почва (город)	Вода (люди)	Вода (жив-е)	Почва (город)	Почва (хоз-во)	Вода (люди)	Вода (жив-е)	Почва (город)	Вода (люди)	Вода (жив-е)	Почва (город)	Почва (хоз-во)	Почва (хоз-во)
Тест Эймса на мутагенность (микроорганизмы)	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
Тест на мутагенность (дрозофила Х-хромосом.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тест на мутагенность (дрозофила аутосомы)	++	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Тест на мутагенность (культуры клеток животных)	-	-	Нет данных	-	-	Нет данных	-	-	-	Нет данных	-	-	Нет данных	-	-	Нет данных	-	Нет данных
Тест на мутагенность (культуры клеток человека)	+	-	Нет данных	-	-	Нет данных	-	-	-	Нет данных	-	-	Нет данных	-	-	Нет данных	-	Нет данных

Следует отметить, что использованные нами тест-системы имеют разную чувствительность к воздействию загрязнителей, поэтому комплексная оценка с применением тест-систем различного уровня биологической организации имеет решающее значение для оценки генотоксических эффектов.

Таким образом, основными загрязнителями воды и почвы Прикаспийского региона являются тяжелые металлы: никель, хром и кадмий, а также нитраты и нефтепродукты. Однако, как показывают результаты тестирования генотоксичности, влияние нефтепродуктов и нитратов не является определяющим, поскольку образцы с наиболее высокой концентрацией данных загрязнителей имеют не самый выраженный мутагенный эффект. Проведенные исследования позволяют заключить, что наиболее сильными генотоксикантами в Прикаспийском регионе являются тяжелые металлы.

5.2 Конструирование батареи экспресс-тестов для определения токсичности объектов окружающей среды (воды и почв) на основе микробиологических методов, отобранных для экспресс-индукции основных загрязнителей антропогенного происхождения

5.2.1 Разработка методов определения интегральной токсичности образцов почв и воды с помощью микробных тест-объектов

Применение аборигенных микробных групп в оценке качества воды и почв, отслеживание показателей их жизнедеятельности является классическим и широко применяемым методом. Способ заключается в изучении изменения разнообразных показателей микробного фона, их ответной реакции на действие внешних факторов среды в природных условиях, а также при текущем контроле микробной популяции. При этом, при мониторинге микробных пейзажей природных объектов используются различные характеристики, такие, как общая микробная численность, численность популяций и биохимические особенности отдельных видов микроорганизмов разных экологических и физиологических групп, их соотношение.

Для анализа аборигенных микробных групп отбирались пробы морской и речной воды (рисунки 1 и 2). Отбор проб воды проводили по следующим категориям: вода до обработки МАЭК, морская вода, артезианская вода, питьевая вода. Отбор проб почв производился на территориях с предполагаемо разной, по отношению друг к другу, техногенной нагрузкой: в рабочей зоне промышленных предприятий, на наиболее нагруженной транспортной магистрали, в предполагаемо чистом месте.

Результаты исследований по определению почвенных и водных микроорганизмов свидетельствуют, что во всех исследованиях проб в достоверном количестве были обнаружены жизнеспособные микроорганизмы (по таксономическим классам, с учетом колониеобразующих единиц на 1 г почвы):

Атырауская область: бактерии – $9,1 \times 10^4$ КОЕ/г почвы; грибы – $6,2 \times 10^2$ КОЕ/г почвы; дрожжи – $5,1 \times 10^4$ КОЕ/г почвы.

Мангистауская область: бактерии – $2,7 \times 10^4$ КОЕ/г почвы; грибы – $1,3 \times 10^2$ КОЕ/г почвы; дрожжи – $3,5 \times 10^4$ КОЕ/г почвы.

Численность микроорганизмов в разных пробах воды колебалась в пределах от 10^2 до 10^5 КОЕ/г, наибольшая численность бактерий отмечена в пробе воды, взятой из хозяйства «Исаев» Индерского района Атырауской области. Пробы воды из водоема возле хозяйства «Улан» (около г. Кульсары, Атырауская область) наи-

менее насыщены гетеротрофными микробами. Среди микроорганизмов доминировали гетеротрофные грамположительные и грамотрицательные бактерии (TSA). Относительно высокое содержание TSA бактерий обнаружено и в пробах почв.

Проведен анализ видовой разнообразия и исследован количественный состав низших организмов. В морской воде представителей рода *Pseudomonas* не обнаружено. В пробах питьевой воды количество *Pseudomonas* не превышало $0,1 \times 10^2$ клеток/мл, до очистных сооружений общее число микроорганизмов в воде достигает $12,4 \times 10^2$ КОЕ/мл. Рисунки 23 и 24 демонстрируют качественные и количественные показатели микробного разнообразия в мониторинговых зонах Атырауской и Мангистауской областей.



Рисунок 23 – Видовой состав бактерий в пробах воды

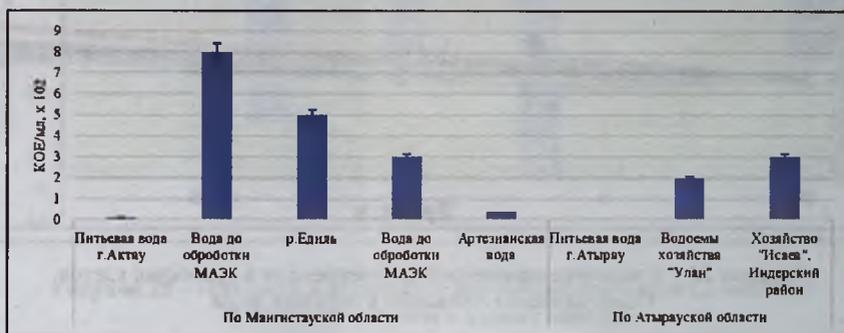


Рисунок 24 – Общая численность грибов и дрожжей в пробах воды

5.2.2 Изучение токсичности проб (воды и почв) с использованием флуоресценции микроводорослей и конструирование батареи экспресс-тестов

Проведена биологическая оценка токсичности проб воды, отобранных в районе Западного Казахстана с помощью микроводорослей *Chlamydomonas reinhardtii*.

Основной флуоресцентных методов является то, что хлорофилл, находящийся в фотосинтетических мембранах, служит своего рода природным датчиком состояния клеток водорослей. Измерения соотношения интенсивности флуоресценции хлорофилла при насыщающем фотосинтез возбуждающем свете [Fm] и условиях, не вызывающих изменений состояния фотосинтетического аппарата [Fo], позволяет определить эффективность первичных процессов фотосинтеза, которая равна $[Fm-Fo]/Fm=Fv/Fm$ (4).

По изменению этой величины можно судить об эффективности фотосинтеза. У водорослей в оптимальных условиях F_v/F_m близко к 0,7, а при действии токсикантов – уменьшается. У мертвых водорослей $F_v/F_m=0$.

Мы провели измерения флуоресценции *Chlamydomonas reinhardtii* во всех пробах воды и почвы. Полученные результаты показали, что число микроводорослей во всех пробах менялось от $8,1$ до $9,7 \times 10^3$ в течение 24 часов. Через 3 часа количество клеток в образцах уменьшается, что указывает на адаптацию организма к новой среде обитания. Минимальное число *Chlamydomonas reinhardtii* обнаружили в пробе из сельского хозяйства «Береке», численность составила 6,9 тыс. клеток/литр через 6 часов. Это означает, что данная проба была самой токсичной из всех проанализированных проб.

Из исследуемой пробы воды из г. Форт-Шевченко выделен аборигенный штамм *Chlorella spp.*, который использовался в качестве тест-организма при дальнейших мониторинговых испытаниях (рисунок 25). На основе полученных результатов можно сделать вывод, что воду, взятую из сельских хозяйств, можно отнести к умеренно загрязненным. Питьевая вода всех мониторинговых пунктов не проявляет достоверной токсичности. Детали анализа демонстрируют рисунки 26-28.

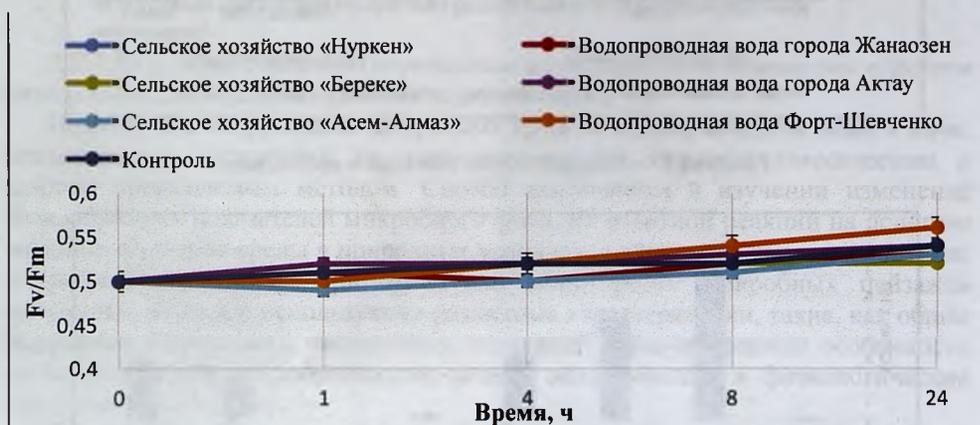


Рисунок 25 – Изменение параметров флуоресценции в суспензии клеток *Chlamydomonas reinhardtii* в образцах воды

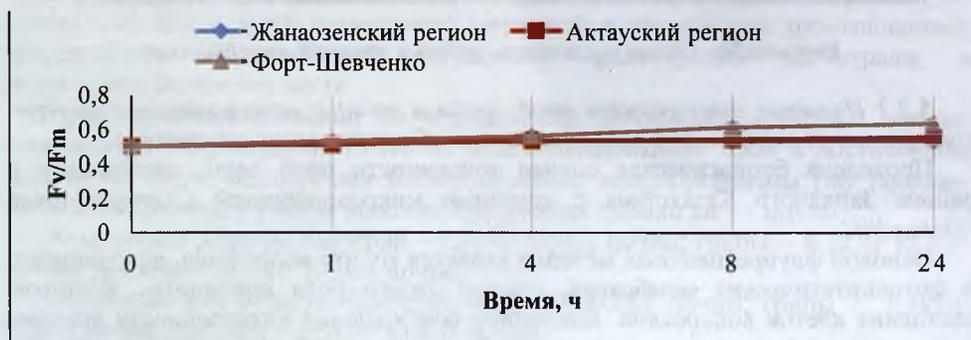


Рисунок 26 – Изменение параметров флуоресценции в суспензии клеток *Chlamydomonas reinhardtii* в образцах почвы

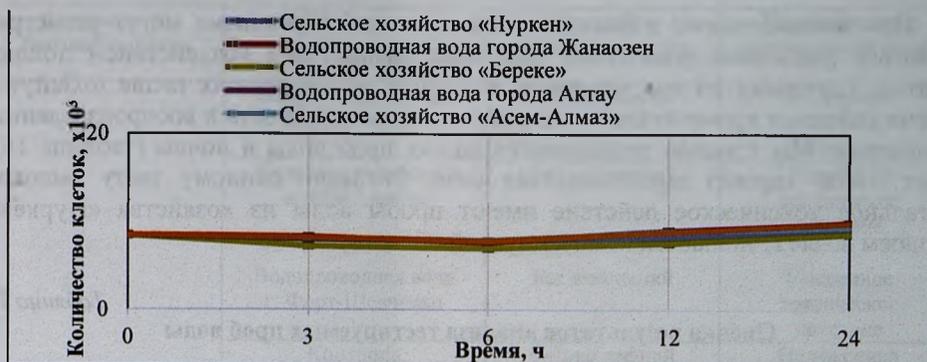


Рисунок 27 – Изменение биомассы *Chlamydomonas reinhardtii* в образцах почвы

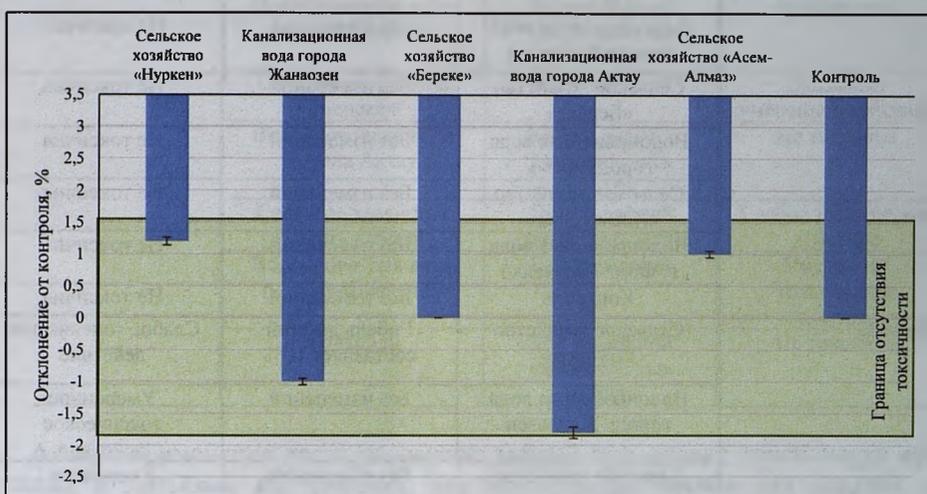


Рисунок 28 – Процентное отклонение оптической плотности *Clorella spp.* в опыте от контроля в водных образцах

Для создания быстрой и удобной системы по оценке токсичности был апробирован ряд аборигенных штаммов микроводорослей и беспозвоночных тест-организмов.

Для токсикологической оценки проб воды и почвы в экологически неблагоприятных зонах мы предлагаем применить унифицированный биотест с использованием тест-объекта – дафнии. Тест отвечает требованиям доступности проведения биоиндикации в различных условиях и ситуациях. Он обладает хорошей экспрессностью и чувствительностью к воздействию большого спектра токсических веществ. Кроме того, этот биоиндикаторный вид имеет широкий ареал распространения, что позволяет его использовать в качестве стандартизованных тест-объектов при оценке токсичности водной среды (стандарты ISO 6341, 1982). Различные виды ветвистоусых рачков рода *Daphnia* широко используются в водной токсикологии и в международной практике.

При использовании в биоиндикации этого тест-организма могут регистрироваться различные показатели состояния дафний под воздействием поллютантов. Главными из них являются: в острых экспериментах (acute toxicity) – время гибели, в хронических – выживаемость и способность к воспроизведению потомства. Мы провели тестирование наших проб воды и почвы (таблица 13). Тест очень хорошо зарекомендовал себя. Согласно данному тесту высокое летальное токсическое действие имеют пробы воды из хозяйства «Нуркен» (водоем возле г. Жанаозен Мангистауской области).

Таблица 13

Оценка результатов анализа тестируемых проб воды

Длительность биотестирования	Пробы вод	Результаты биотестирования	Характеристика тестируемой воды
До 1 ч.	Сельское хозяйство «Нуркен»	Без изменений	Не токсична
	Водопроводная вода города Жанаозен	Без изменений	Не токсична
	Сельское хозяйство «Береке»	Без изменений	Не токсична
	Водопроводная вода города Актау	Без изменений	Не токсична
	Сельское хозяйство «Асем-Алмаз»	Без изменений	Не токсична
	Водопроводная вода г. Форт-Шевченко	Без изменений	Не токсична
	Контроль	Без изменений	Не токсична
До 24 ч.	Сельское хозяйство «Нуркен»	Гибель дафний составляет 10%	Слабое токсическое действие
	Водопроводная вода города Жанаозен	Без изменений	Умеренное токсическое действие
	Сельское хозяйство «Береке»	Без изменений	Умеренное токсическое действие
	Водопроводная вода города Актау	Без изменений	Умеренное токсическое действие
	Сельское хозяйство «Асем-Алмаз»	Без изменений	Умеренное токсическое действие
	Водопроводная вода г. Форт-Шевченко	Без изменений	Умеренное токсическое действие
	Контроль	Кол-во дафний увеличивалось на 10%	Не токсична
До 48 ч.	Сельское хозяйство «Нуркен»	Гибель дафний составляет 30%	Слабое токсическое действие
	Водопроводная вода города Жанаозен	Без изменений	Умеренное токсическое действие
	Сельское хозяйство «Береке»	Без изменений	Умеренное токсическое действие

Длительность биотестирования	Пробы вод	Результаты биотестирования	Характеристика тестируемой воды
	Водопроводная вода города Актау	Без изменений	Умеренное токсическое действие
	Сельское хозяйство «Асем-Алмаз»	Без изменений	Умеренное токсическое действие
	Водопроводная вода г. Форт-Шевченко	Без изменений	Умеренное токсическое действие
	Контроль	Кол-во дафний увеличилось на 25%	Не токсична
До 96 ч.	Сельское хозяйство «Нуркен»	Гибель дафний составляет 50%	Высокое летальное токсическое действие
	Водопроводная вода города Жанаозен	Кол-во дафний увеличилось на 15%	Не токсична
	Сельское хозяйство «Береке»	Без изменений	Оказывает умеренное действие
	Водопроводная вода города Актау	Кол-во дафний увеличилось на 10%	Не токсична
	Сельское хозяйство «Асем-Алмаз»	Гибель дафний составляет 10%	Слабое токсическое действие
	Водопроводная вода г. Форт-Шевченко	Без изменений	Умеренное токсическое действие
	Контроль	Кол-во дафний увеличилось на 50%	Не токсична

Анализ применения теста на основе дафний при оценке токсичности природных и питьевых вод показал, что пробы воды, взятые для анализа, не оказывают побочного или острого токсического эффектов.

Результаты, полученные с помощью биотестирования с использованием *Chlamydomonas reinhardtii*, являются перспективным подходом для мониторинга токсичности проб воды и почв, дополняя результаты физико-химических анализов. Критерием токсичности тестируемой пробы является снижение средней численности микроводорослей по сравнению с контрольным вариантом, в данном случае с использованием микроводорослей *Chlamydomonas reinhardtii* во всех опытных группах сильных изменений в количестве клеток не наблюдалось. Полученные результаты показали, что в энергозапасующих фотосинтетических процессах, протекающих в клетках микроводорослей в присутствии тестируемой воды из хозяйства «Береке», наблюдается слабая чувствительность этих процессов к присутствию загрязнителей. Набор биотестов, рекомендуемый нами для комплексного токсикологического контроля воды и почв, включает методы биоиндикации, основанные на использовании реакций микроводорослей и дафний. Поскольку эти биотесты соответствуют параметрам представительности, экспрессности, чувствительности, доступности и простоты в осуществлении процедур биоиндикации, они могут быть рекомендованы для включения в батарею биотестов для использования в биомониторинге качества воды и почв.

Направление 2. Определение воздействия техногенных факторов казахстанской части Прикаспия на эндемичные виды флоры и фауны, кормовые растения, сельскохозяйственных животных и переносчиков паразитарных заболеваний

5.3. Определение доминантных видов наземных растений в мониторинговых точках Мангистауской области и анализ содержания в них нефтепродуктов и сопутствующих тяжелых металлов

5.3.1 Анализ видового состава растений Казахстанской части Прикаспия, прогнозная оценка влияния на видовой состав растений

Проведено изучение флоры и растительных сообществ в мониторинговых зонах Атырауской и Мангистауской областей. Характерной чертой территории является бедность флоры и своеобразие структуры растительного покрова. Регион характеризуется малой увлажненностью и засолением. Флора как Атырауской, так и Мангистауской областей относится к типичным пустынным флорам (рисунки 29-30).

Ботанические исследования



Осока вздутоплодная - *Carex physodes*



Латук татарский - *Lactuca tatarica*



Мортук восточный - *Eremopyrum orientale*

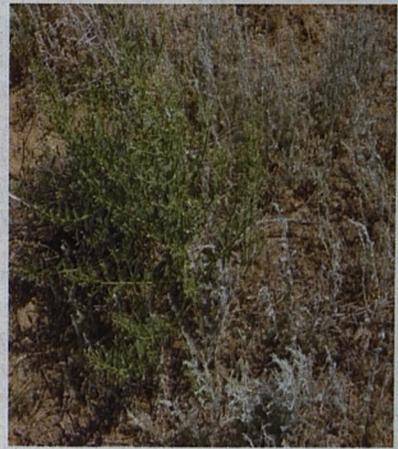


Гребенщик многоветвистый - *Tamarix ramosissima*

Рисунок 29 – Доминантные растения казахстанской части Прикаспия



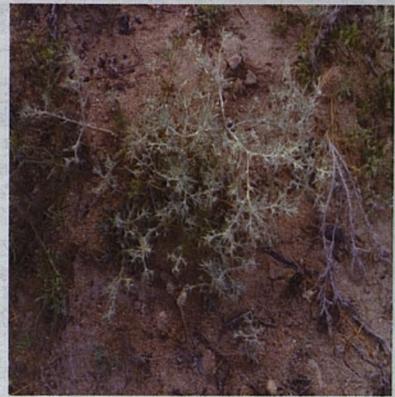
Пырей ползучий - *Agropyron repens*



Верблюжья колючка ложная или обыкновенная - *Alhagi pseudoalhagi*



Полынь белоземельная -
Artemisia terrae-albae



Рогач песчаный -
Ceratocarpus arenarius L.



Мортук восточный -
Eremopyrum orientale



Гребенщик многоветвистый -
Tamarix ramosissima

Рисунок 30 – Доминантные и кормовые виды растений мониторинговых зон казахстанской части Прикаспия

На основной части территорий Атырауской и Мангистауской областей преобладают комплексные сообщества с доминированием полыни (*Artemisia terrae-albae*, *Artemisia lercheana*, *Artemisia gurganica*, *Artemisia lessingiana*) и биюргуна (*Anabasis salsa*, *Anabasis aphylla*). В составе этих сообществ обильны однолетники: Атырауская область (*Eremopyrum orientale*, *Eremopyrum triticeum*, *Ceratocephala falcata*, *Ceratocephala testiculata*, *Lepidim perfoliatum*, *Alyssum desertorum*), Мангистауская область (*Alyssum desertorum*, *Descurainia sophia*, *Eremopyrum orientale*, *Tetractme quadricomis*, *Eremopyrum triticeum*, *Ceratocephala falcata*, *Ceratocephala testiculata*, *Lepidium perfoliatum*).

Среди доминантных многолетников выделяются представители семейства *Brassicaceae*. Видовой состав недоминирующих многолетников в Атырауской и Мангистауской областях различается.

На солончаках обыкновенных формируются сообщества с доминированием многолетних галофитов. Характерными компонентами этих сообществ являются однолетники-эфемеры. Значительные площади занимают соровые депрессии, которые лишены растительности и лишь по периферии окружены сарсазановыми фитоценозами.

Таблица 14

Виды растений казахстанской части Прикаспия, требующие особого внимания

Категория	Кол-во видов	Растения, не входящие в Красную Книгу
Виды, рекомендуемые к региональной охране (в пределах области)	10	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh., <i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott., <i>Ephedra aurantiaca</i> Takht. et Pachom., <i>Eremurus anisopterus</i> (Kar. et Kir.) Regel, <i>Gypsophila spathulifolia</i> Fenzl., <i>Ilinia regelii</i> (Bunge) Korov, <i>Salsola richteri</i> (Moq.) Kar, <i>Malacocarpus crithmifolius</i> (Retz.) C. A. Mey., <i>Crataegus ambigua</i> C A Mey, <i>Allium albanum</i> Grossh.
Виды, рекомендуемые к охране в местах произрастания	13	<i>Salsola chiwensis</i> M. Pop., <i>Haloxylon aphullum</i> (Minkw.) Iljin, <i>H.persicum</i> Bunge ex Boiss., <i>Populus diversifolia</i> Schrenk., <i>Morus alba</i> L, <i>Crambe edentula</i> Fisch. et Mey., <i>Rubus caesius</i> L., <i>Ammodendron eichwaldii</i> Ledeb., <i>Astragalus ustiurtensis</i> Bunge, <i>Euphorbia sclerocyathium</i> Korov. et M. Pop., <i>Zygophyllum turcomanicum</i> Fisch. et Mey., <i>Rhamnus sintenisii</i> Rech, <i>Bothriochloa ischaemum</i> (L.) Heng.
Виды, следующие по уязвимости за находящимися под угрозой исчезновения	13	<i>Salsola arbusculiformis</i> Drob., <i>Arthrophytum lehmannianum</i> Bunge., <i>Capparis herbacea</i> Willd., <i>Matthiola superba</i> Monti, <i>Nitraria schoberi</i> L., <i>Onosma staminea</i> Ledeb., <i>Verbascum blattaria</i> L., <i>Teucrium polium</i> L., <i>Artemisia gurganica</i> (Krasch.) Filat, <i>Tulipa sogdiana</i> Bunge, <i>Stipa capillata</i> L., <i>Stipa lessingiana</i> Trin. et Rupr., <i>Stipa sareptana</i> Beck.

Всего на территории Атырауской области выявлено 132 вида растений, из 24 семейств и 87 родов, с доминированием семейств маревых, злаковых, сложноцветных и крестоцветных. В Мангистауской области выявлено 676 видов из 301 рода и 69 семейств, доминируют семейства маревых (13,5%), сложноцветных (11,8%), крестоцветных (9,5%), злаковых (8,5%) и бобовых (7,5%). К наиболее крупным родам относятся *Astragalus*, *Artemisia* и *Salsola*. Согласно кадастру растений Мангистауской области (2006) [18], редких и исчезающих видов Мангистауской области 40, но нами зарегистрировано 38 видов. Из них 2 вида, подлежащих государственной охране: *Convolvulus persicus* L. и *Rubia cretaceae* Rojark. Кроме того, описаны 10 видов, рекомендуемых к региональной охране (в пределах областей), 13 видов, рекомендуемых к охране в местах произрастания,

13 видов, следующих по уязвимости за находящимися под угрозой исчезновения (таблица 14).

При этом отмечено, что в результате выпаса в некоторых населенных пунктах (г. Кульсары и окрестности, с. Тургысба, окрестности г. Жанаозен (хозяйство «Нуркен») растительный покров сильно деградирован, кормовые виды (злаки, полыни) начали замещаться сорными растениями (дурнишником – *Xanthium strumarium*) и ядовитыми (адраспаном – *Peganum harmala*, брунцом – *Sophora alopecuroides*). Эти участки сильных нарушений фитоценозов локальны и не охватывают больших площадей.

Поскольку мы изучали флористическое разнообразие вблизи населенных пунктов, было отмечено, что чрезмерный выпас скота привел к снижению проективного покрытия (в полынно-разнотравном сообществе покрытие составляет 60-70%, в жантаково-разнотравном – 55%, в тамариско-разнотравном – 60-70%). Поскольку эти сообщества наиболее привлекательны для скота, то отбор доминантных и кормовых растений проводили из указанных сообществ.

В мониторинговых зонах проведен сбор представителей доминантных и кормовых наземных растений в качестве тест-объектов для анализа содержания нефтепродуктов и сопутствующих тяжелых металлов. В каждой обследованной точке было собрано 5-7 видов растений.

В полынно-разнотравном сообществе собран доминант – кормовое растение *Artemisia terrae-albae* Krasch. – полынь белоземельная. В жантаково-разнотравном сообществе – *Alhagi pseudoalhagi* (M. B.) Desv. – верблюжья колючка ложная или обыкновенная и *Agropyron repens* (L.) P. B. Agrost. – пырей ползучий и сопутствующие кормовые растения – *Eremopyrum orientale* (L.) Jab. et Spach – мортук восточный и *Ceratocarpus arenarius* L. – рогац песчаный, *Aeluropus littoralis* (L.) Jaub. Et Spach. – прибрежница солончаковая, *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey. – латук татарский, *Carex physodes* M.B. Mem – осока вздутоплодная. В тамариско-разнотравном сообществе взяты – доминант *Tamarix ramosissima* Ldb. – гребенщик многоветвистый. В некоторых зонах (окрестности г. Актау) были собраны эндемичные виды *Convolvulus persicum* (Вьюнок персидский) и *Malacocarpus crithmifolius* (Мягкоплодник критмолистый).

5.3.2 Содержание приоритетных загрязнителей среды в образцах кормовых растений казахстанской части Прикаспия и соответствующей почвы

Вместе с кормовыми растениями были собраны образцы соответствующей почвы для оценки аккумулярующих токсиканты свойств растений. Анализ проводили атомно-адсорбционным методом (раздел 2.2.2).

Содержание нефтепродуктов (ПАУ) в собранных образцах почвы не превышало допустимые нормы. В растениях ПАУ вообще не было обнаружено.

Определение тяжелых металлов в пробах почвы из мест выпаса скота в мониторинговых зонах Атырауской области (точки № 1, 2, 5, таблицы 15-16) не показало превышения ПДК по тяжелым металлам за весь период обследования (2015-2017 гг.). Соответственно в произрастающих на этой почве растениях также не было обнаружено превышения ПДК по содержанию тяжелых металлов.

Результаты исследований по содержанию тяжелых металлов в образцах растений, отобранных с участков №1- №3, представлены в таблицах 17 – 19.

Таблица 15

Содержание тяжелых металлов в образцах почвы изучаемых пунктов

Место забора проб	Контролируемые вещества, мг/кг						
	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Co	Mn
хозяйство "Улан" (г.Атырау)	11,52±3,24	0,36±0,11	18,11±4,03	2,87±0,20	3,88±0,12	4,85±0,19	570,30±189,10
г. Кульсары (с. Тургысба)	6,72±2,01	0,29±0,09	13,82±3,60	1,51±0,48	2,00±0,56	3,85±0,88	502,40±167,72
пгт. Индербор	7,69± 2,26	0,27±0,08	14,41±4,50	1,44±0,37	3,23±0,67	3,90±0,92	505,20±167,30

Таблица 16

Содержание нефтепродуктов в образцах почвы

Пункты сбора почвы	Концентрация нефтепродуктов, мг/г
г.Атырау, р. Соколок	0,20
г. Кульсары, с.Тургысба	0,14
пгт. Индербор	0,13

Таблица 17

Содержание тяжелых металлов в образцах растений, отобранных с территории хозяйства «Улан» вблизи г. Атырау

Вид растения	Контролируемые вещества, мг/кг						
	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Co	Mn
<i>Eremopyrum orientale</i>	1,65±0,44	0,28±0,07	13,64±4,34	2,37±0,61	3,81±0,27	0,59±0,18	89,46±27,86
<i>Agropyron repens,</i>	1,64±0,51	0,25±0,05	14,96±4,78	2,23±0,64	2,99±0,19	0,99±0,31	74,12±22,70
<i>Aeluropus littoralis</i>	1,65±0,38	0,33±0,09	18,92±4,02	1,90±0,62	2,48±0,51	0,79±0,24	77,96±23,98
<i>Lactuca tatarica</i>	1,10±0,39	0,48±0,03	17,60±5,30	2,91±0,12	3,92±0,11	1,39±0,45	85,62±26,54
<i>Carex physodes</i>	1,09±0,25	0,47±0,04	16,28±5,12	1,53±0,49	2,19±0,63	0,58±0,18	38,34±11,78
<i>Alhagi pseudoalhagi</i>	2,20±0,63	0,30±0,12	22,23±1,41	2,46±0,52	3,80±0,17	0,40±0,12	94,57±29,52
<i>Artemisia terrae-albae</i>	3,90±0,23	0,40±0,07	15,62±5,10	2,79±0,29	3,75±0,23	0,98±0,33	194,25±62,75

Таблица 18

Содержание тяжелых металлов в образцах растений, отобранных с территории, прилегающей к г. Кульсары (хозяйство вблизи с. Тургысба)

Вид растения	Контролируемые вещества, мг/кг						
	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Co	Mn
<i>Aeluropus littoralis</i>	3,27±0,81	0,32±0,11	15,88±4,29	1,78±0,57	3,70±0,35	0,57±0,18	83,07±25,69
<i>Alhagi pseudoalhagi</i>	3,30± 0,69	0,38±0,10	16,16±5,18	1,23±0,39	3,50±0,61	0,39±0,13	66,45±21,15
<i>Agropyron repens</i>	2,74±0,85	0,35±0,13	17,32±4,77	1,92±0,66	3,21±0,87	0,40±0,12	142,25±45,20
<i>Tamarix ramosissima</i>	3,77±0,37	0,14±0,05	14,52±4,94	1,24±0,43	3,26±0,81	1,33±0,42	56,87±15,96
<i>Artemisia terrae-albae</i>	3,45±0,56	0,32±0,09	20,52±2,33	2,27±0,65	3,42±0,64	1,18±0,35	181,47±57,47
<i>Carex physodes</i>	3,65±0,44	0,37±0,13	18,68±4,88	1,75±0,59	3,23±0,71	0,78±0,24	85,62±26,23
<i>Eremopyrum orientale</i>	2,20± 0,76	0,21±0,06	15,28±5,07	1,16±0,28	3,85±0,32	0,79±0,25	102,24±32,07

Таблица 19

Содержание тяжелых металлов в образцах растений, отобранных с территории, прилегающей к пгт. Индербор, хозяйство «Исаев»

Вид растения	Контролируемые вещества, мг/кг						
	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Co	Mn
<i>Eremopyrum orientale</i>	3,50±0,50	0,36±0,11	12,44±3,91	1,04±0,31	3,45±0,49	0,79±0,25	63,90± 20,30
<i>Alhagi pseudoalhagi</i> ..	3,30±0,92	0,41±0,09	19,79±2,87	2,34±0,66	3,51±0,44	0,79± 0,28	115,02±36,34
<i>Artemisia terrae-albae</i>	2,20± 0,69	0,45±0,08	18,24±4,08	2,19±0,63	3,25± 0,71	0,99±0,31	111,19±37,18
<i>Agropyron repens</i>	3,19±0,85	0,25±0,07	18,48±3,97	1,44±0,42	3,69±0,47	0,78±0,35	102,24±32,08
<i>Lactuca tatarica</i>	3,70 ±0,79	0,47 ±0,06	17,48±4,26	2,29±0,71	3,86±0,38	1,39±0,42	146,97± 49,10
<i>Tamarix ramosissima</i>	3,85 ±0,83	0,43±0,05	18,98±3,27	2,26±0,65	3,35±0,76	1,18±0,39	76,68±24,46

Из таблицы 17 видно, что содержание Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Co, Mn в образцах наземных доминантных растений, собранных в точке сбора №1 (хозяйство «Улан» близ г. Атырау), находится в пределах ПДК. Изученные растения обладают неодинаковой способностью накапливать в своих тканях тяжелые металлы. Так, *Artemisia terrae-albae* накапливает наибольшее количество Pb и Mn по сравнению с другими растениями, *Lactuca tatarica* – Cd, Cu, Ni и Co, а *Alhagi pseudoalhagi* – Zn. *Carex physodes* накапливает в своих тканях наименьшее количество Pb, Cu, Ni, Mn, *Agropyron repens* – Cd, *Alhagi pseudoalhagi* – Co, *Eremopyrum orientale* – Zn по сравнению с другими растениями (таблица 18).

По данным, представленным в таблице 18, видно, что содержание Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Co и Mn во всех изученных доминантных растениях на территории, прилегающей к г. Кульсары, находится в пределах ПДК. Отмечено, что в данных экологических условиях *Tamarix ramosissima* накапливает наибольшее

количество Pb и Co по сравнению с другими доминантными растениями, *Alhagi pseudoalhagi* – Cd, *Artemisia terrae-albae* – Zn, Cu и Mn, *Eremopyrum orientale* – Ni. Наименьшее количество Pb и Cu по сравнению с другими растениями накапливает в своих тканях *Eremopyrum orientale*, Cd, Zn и Mn – *Tamarix ramosissima*, Ni – *Agropyron repens*, а Co – *Alhagi pseudoalhagi*.

По данным, представленным в таблице 19, видно, что содержание всех изучаемых тяжелых металлов находится в пределах ПДК в образцах доминантных растений, собранных в точке №3 (пгт. Индербор, хозяйство «Исаев»). Выявлено, что в данных экологических условиях *Tamarix ramosissima* накапливает наибольшее количество Pb по сравнению с другими доминантными растениями, *Lactuca tatarica* – Cd, Ni, Co и Mn, *Alhagi pseudoalhagi* – Zn и Cu (Таблица Г3). Наименьшее количество Pb и Ni выявлено в образцах растений *Artemisia terrae-albae*, Cd и Co – у *Agropyron repens*, Zn, Cu и Mn – у *Eremopyrum orientale*.

Результаты исследований проб почвы из мониторинговых населенных пунктов Мангистауской области (точки №3, 4, 6, таблицы 20-21) не так благополучны.

Таблица 20

Содержание тяжелых металлов в образцах почвы изучаемых пунктов

Место забора проб	Контролируемые вещества, мг/кг						
	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Co	Mn
Хоз. Нуркен, г. Жанаозен	20,02±2,18	0,72±0,06	37,20±5,00	3,67±0,40	5,60±1,40	6,36±0,67	440±22
Хоз. Береке, г. Актау	17,70±1,01	0,48±0,05	33,60±3,60	2,73±0,32	4,20±1,20	5,44±0,40	457,6±25
Хоз. Асем-Алмаз, г. Форт-Шевченко	15,40±1,78	0,32±0,03	39,60±5,20	3,95±0,42	5,60±1,30	7,74±0,65	647±40

Таблица 21

Содержание нефтепродуктов в образцах почвы

Пункты сбора почвы	Концентрация нефтепродуктов, мг/г
Хоз. Нуркен, г. Жанаозен	0,08
Хоз. Береке, г. Актау	0,06
Хоз. Асем-Алмаз, г. Форт-Шевченко	0,12

Превышение ПДК по содержанию кадмия (1.44 ПДК), цинка (1.6 ПДК), кобальта (1.27 ПДК) обнаружено в почвах с территории хозяйства «Нуркен» (окрестности г. Жанаозен). В кормовых растениях на территории этого хозяйства было зафиксировано превышение ПДК по свинцу (1.17 – 1.58 ПДК) и цинку (0.9 – 1.12 ПДК). В образцах почвы, отобранных с территории хозяйства «Береке» (окрестности г. Актау), обнаружено превышение содержания в почве цинка (1.46 ПДК) и кобальта (1.09 ПДК). Почва на территории хозяйства «Асем-Алмаз» (г. Форт-Шевченко) также демонстрирует превышение ПДК по цинку (1,72 ПДК) и кобальту (1.55 ПДК).

Анализ растений показал, что практически все кормовые растения аккумулируют из почвы свинец (1.17–1.87 ПДК) и цинк (1.02-1.56 ПДК). Такой тяжелый металл, как марганец, не накапливают большинство растений (0.28-0.81 ПДК), за исключением *Artemisia terrae-albae*: содержание марганца – 1,46 ПДК. Результаты исследований по содержанию тяжелых металлов в образцах доминантных растений, собранных с территории Мангистауской области, представлены в таблицах 22-24.

Таблица 22

Содержание тяжелых металлов в образцах растений, отобранных с территории хозяйства «Нуркен», г. Жанаозен

Вид растения	Контролируемые вещества, мг/кг						
	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Co	Mn
<i>Eremopyrum orientale</i>	4,69±0,72	0,24±0,02	56,00±6,20	4,98±0,52	57,00±6,10	0,69±0,05	140,8±9,0
<i>Agropyron repens</i>	5,24±0,97	0,20±0,02	51,20±5,40	3,38±0,45	19,00±2,13	0,92±0,06	96,8±6,5
<i>Tamarix ramosissima</i>	5,94±1,76	0,18±0,02	48,00±4,00	2,54±0,28	11,40±1,05	1,15±0,08	39,6±2,1
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	5,78±1,24	0,24±0,03	44,80±4,60	4,04±0,37	20,90±1,84	0,46±0,03	132±7,4
<i>Alhagi pseudalhagi</i>	6,10±0,88	0,12±0,01	54,40±5,90	2,44±0,29	17,10±1,42	0,34±0,02	26,4±1,6
<i>Artemisia terrae-albae</i>	6,32±1,30	0,26±0,02	50,40±6,00	9,96±0,84	20,9±1,71	0,92±0,05	242±15

По данным, представленным в таблице 22, видно, что содержание Cd, Cu, Ni, Co и Mn во всех изученных доминантных растениях возле г. Жанаозен находится в пределах ПДК (за исключением *Eremopyrum orientale* – 1,3 ПДК и *Artemisia terrae-albae* – 1,06 ПДК).

Таблица 23

Содержание тяжелых металлов в образцах растений, отобранных с территории хозяйства «Береке», г. Актау

Вид растения	Контролируемые вещества, мг/кг						
	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Co	Mn
<i>Eremopyrum orientale</i>	5,70±0,80	0,14±0,01	56,80±5,80	3,01±0,33	13,3±1,56	0,92±0,06	325,6±25
<i>Agropyron repens</i>	5,47±0,90	0,14±0,01	52,00±5,00	2,91±0,32	34,20±4,02	0,69±0,04	123,2±8,7
<i>Tamarix ramosissima</i>	4,80±1,20	0,16±0,02	52,80±5,60	4,17±0,45	11,40±1,27	1,15±0,08	70,4±5,3
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	4,47±0,94	0,34±0,03	59,20±6,20	6,58±0,50	41,80±4,89	0,92±0,05	233,2±13
<i>Alhagi pseudalhagi</i>	5,55±1,32	0,18±0,02	66,40±7,00	3,05±0,26	15,20±1,83	1,38±0,09	114,4±8,5
<i>Artemisia terrae-alba</i>	6,86±1,40	0,20±0,02	51,20±4,80	6,02±0,52	90,20±13,46	1,84±0,12	294,8±18

Содержание тяжелых металлов в образцах растений, отобранных с территории хозяйства «Асем-Алмаз», г. Форт-Шевченко

Вид растения	Контролируемые вещества, мг/кг						
	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Co	Mn
<i>Eremopyrum orientale</i>	4,70±0,87	0,10±0,01	56,00±6,40	3,20±0,36	30,30±3,11	0,40±0,02	154±10,0
<i>Agropyron repens</i>	7,48±2,05	0,14±0,01	32,00±3,50	1,88±0,21	11,40±0,90	1,15±0,08	71,0±4,6
<i>Tamarix ramosissima</i>	6,17±1,87	0,24±0,02	51,20±5,80	3,76±0,41	24,70±2,75	1,38±0,09	127,6±9,3
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	5,00±0,13	0,26±0,03	49,60±5,30	3,48±0,39	15,20±1,72	1,61±0,10	202,4±14,5
<i>Alhagi pseudalhagi</i>	7,10±2,12	0,22±0,02	63,20±6,00	2,91±0,30	36,10±3,80	2,30±0,15	189,2±13,0
<i>Artemisia terrae-albae</i>	6,93±0,71	0,32±0,03	78,00±9,10	7,14±0,65	32,30±2,95	0,69±0,03	365,2±20

По данным, представленным в таблице 24, видно, что содержание большинства изучаемых тяжелых металлов находится в пределах ПДК в образцах доминантных растений, собранных с территории хозяйства «Асем-Алмаз» г. Форт-Шевченко. Однако, содержание свинца превышает ПДК во всех видах растений изучаемого района (1,17 – 1,87 ПДК). Содержание цинка превышает ПДК в образцах растений *Eremopyrum orientale* (1,12 ПДК), *Tamarix ramosissima* (1,02 ПДК), *Alhagi pseudalhagi* (1,26 ПДК), *Artemisia terrae-albae* (1,56 ПДК).

Выявлено, что в данных экологических условиях *Artemisia terrae-albae* накапливает большее количество свинца, кадмия, цинка, меди, никеля, марганца по сравнению с другими доминантными растениями, *Agropyron repens* – свинца, *Alhagi pseudalhagi* – никеля, кобальта.

Изученные растения обладают неодинаковой способностью накапливать в своих тканях тяжелые металлы. Так, по сравнению с другими растениями, *Artemisia terrae-albae* накапливает наибольшее количество Pb и Mn, *Lactuca tatarica* Cd, Cu, Ni, и Co, – а *Alhagi pseudoalhagi* – Zn и Cd. *Carex physodes* накапливает в своих тканях наименьшее количество Pb, Cu, Ni, Mn, *Agropyron repens* – Cd, *Alhagi pseudoalhagi* – Co, *Eremopyrum orientale* – Zn и Ni. В экологических условиях Прикаспия *Tamarix ramosissima* накапливает наибольшее количество Pb и Co по сравнению с другими доминантными растениями. Отмечено, что в данных экологических условиях Прикаспия *Artemisia terrae-albae* накапливает наибольшее количество свинца, никеля, кобальта по сравнению с другими доминантными растениями.

Таким образом, на основании результатов анализов растений выявлено, что на исследованной территории Атырауской области содержание в растениях Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Co и Mn находится в пределах допустимых концентраций (ПДК). В почвах и растениях Мангистауской области наблюдается некоторое превышение допустимого уровня концентрации кадмия, цинка, кобальта и свинца в пределах от 1,17 до 1,87 ПДК, что может быть связано как с антропогенным загрязнением, так и особенностями физико-географической зоны и геологических факторов. Наибольшее количество свинца и марганца определено в растениях *Artemisia terrae-albae* (3,90 мг/кг и 194,25 мг/кг соответственно), кадмия, меди, никеля,

кобальта – у *Lactuca tatarica* (0,48 мг/кг, 2,91 мг/кг, 3,92 мг/кг, 1,39 мг/кг соответственно), цинка – у *Alhagi pseudoalhagi* (22,23 мг/кг) на участке №1 (г. Атырау), что связано с наибольшим количеством данных элементов в почве, по сравнению с другими участками (таблица 17).

Для того чтобы проверить этот факт, мы провели аналогичный анализ в относительно экологически благополучном районе Казахстана с наименьшим уровнем антропогенной нагрузки и схожим типом растительности: г. Ушарал Алматинской области (565 км от г. Алматы). Резкоконтинентальный климат, близость к оз. Алаколь, развитие животноводства в данном регионе также способствовали выбору этой точки. Было исследовано крупное животноводческое хозяйство «Нуркасымов Максат». Показано, что содержание Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Co, Mn как в почве, так и в образцах наземных доминантных растений, собранных в зоне сравнения, находится в пределах ПДК (таблицы 25–26).

Таблица 25

Содержание тяжелых металлов в образцах почвы точки сравнения

Место забора проб	Контролируемые вещества, мг/кг						
	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Co	Mn
Хоз. Нуркасымов Максат, г. Ушарал	5,80±1,22	0,30±0,10	12,40±3,28	2,0±0,68	2,0±0,66	3,28±0,88	350±120

Таблица 26

Содержание тяжелых металлов в образцах растений, отобранных с территории хозяйства «Нуркасымов Максат»

Вид растения	Контролируемые вещества, мг/кг						
	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni	Co	Mn
<i>Eremopyrum orientale</i>	3,26±0,72	0,22±0,06	36,00±6,20	3,68±0,50	42,00±6,18	0,62±0,05	120,8±8,0
<i>Agropyron repens</i>	3,64±0,56	0,21±0,05	48,6±5,60	3,18±0,58	16,00±2,22	0,84±0,06	88,8±6,8
<i>Tamarix ramosissima</i>	4,24±1,82	0,18±0,04	42,00±4,12	2,22±0,3	12,40±1,25	0,96±0,08	38±4,0
<i>Ceratocarpus arenarius</i>	4,78±1,48	0,24±0,06	40,80±4,20	2,04±0,42	15,6±1,90	0,48±0,07	112±6,6
<i>Alhagi pseudoalhagi</i>	4,9±0,68	0,12±0,05	44,2±5,6	2,28±0,4	12,6±1,4	0,30±0,08	20,4±1,8
<i>Artemisia terrae-albae</i>	4,32±1,2	0,28±0,08	45,6±8,00	3,6±0,84	15,6±2,5	0,52±0,08	82±12

На основании результатов анализа растений выявлено, что на всей исследованной территории (в трех мониторинговых точках Атырауской области казахстанской части Прикаспия) содержание в растениях Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Co и Mn находится в пределах предельно допустимых концентраций (ПДК). В Мангистауской области на всей исследованной территории содержание в растениях Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Co и Mn находится в пределах предельно допустимых концентраций (ПДК) или незначительно превышает допустимый уровень.

Выявлено, что лучшими аккумулятивными способностями среди изученных растений в Мангистауской области обладает *Artemisia terrae-albae*, которая на исследуемых участках накапливает большее количество свинца, цинка, никеля марганца по сравнению с другими видами. *Tamarix ramosissima* и *Ceratocarpus arenarius* в Мангистауской области меньше всех накапливают тяжелые металлы по сравнению с другими изученными растениями.

Отмечено, что чрезмерный выпас привел к снижению проективного покрытия изученных сообществ. Кормовые виды (злаки, полыни) в некоторых местах замещались сорными, малоценными по своим кормовым качествам растениями (дурнишником – *Xanthium strumarium*) и ядовитыми (адраспаном – *Peganum harmala*, брунцом – *Sophora alopecuroides*).

Для сохранения биоразнообразия растений исследуемой территории в Атырауской и Мангистауской областях необходимо рационально использовать пастбища, установить нормальную нагрузку на пастбища и при пастбищном распределении земель регулировать скотопогоны и выпас, а также проводить анализ экосистем и разрабатывать мероприятия по восстановлению земель, нарушенных техногенным воздействием. Разработаны и опубликованы рекомендации [119] по употреблению кормовых наземных растений в связи с уровнем риска.

Для прогнозирования обстановки с целью ее улучшения необходимо регулярно отслеживать содержание тяжелых металлов в растительном и почвенном покровах. Это позволит оценивать антропогенную нагрузку, используя методы биоиндикации, а также снизить риск ухудшения здоровья населения.

5.4. Обследование, селекционно-генетическая оценка состояния популяций глобально-значимых видов древесно-кустарниковых растений и эндемиков мониторинговых зон Прикаспия

5.4.1 Исследование популяций древесно-кустарниковых растений казахстанской части Прикаспия

Площадь земель лесного фонда в казахстанской части Прикаспия составляет менее 0,000001% из общей территории Атырауской и Мангистауской областей. Около 5,4% площадей используется под выпас животных. Кустарники и кустарнички представлены 18 видами (10,4%), полукустарнички и полукустарники – 9 видами (5,2%), деревьев – 1 вид.

Лесное хозяйство, хотя и не является ведущей отраслью сельского хозяйства, тем не менее, играет существенную роль в экономике региона. Наряду с выполнением защитных, санитарно-гигиенических, рекреационных функций, леса являются источником получения древесины, идущей на удовлетворение нужд населения. Лесной фонд является дополнительной базой для развития животноводства в области. Земли лесного фонда используются под сенокошение. Будучи расположенными среди проток и рек, леса имеют, прежде всего, важное водоохранное значение. Являясь своеобразной экосистемой, лес влияет на микроклимат, обогащает воздух кислородом и фитонцидами, снижает запыленность атмосферы, что благотворно влияет на здоровье человека.

При обследовании территории мы тесно сотрудничали с областными сельскохозяйственными управлениями, природоохранными предприятиями и лесными питомниками (рисунок 30).



А



Б

А – ГУ охраны леса и животного мира «Индер»; Б – лесопарковая зона в с. Таушык

Рисунок 30 – Начало обследования территории, контакт с лесоохранными предприятиями

Как и для многих аридных территорий для региона характерна мозаичность растительного покрова, которая способствует возникновению контрастных условий под покровом каждого крупного растения и соседствующими открытыми участками. Таковыми в Прикаспии являются экомкомплексы с зарослями древовидных кустарников: тамарикс (гребенщик), песчаная акация, солянка деревцевидная, селитрянга (Шобера, Сибирская), Джузгун. Разнообразие древесно-кустарниковых форм исследованных территорий представлено на рисунках 31-34.



Рисунок 31 – Суховершинность древесных в пойме р. Урал

Для региона характерна сильная засоленность почвы, которая приводит к распространенному в Прикаспии явлению суховершинности (рисунок 31) [90]. Обследование, поиск солевыносливых популяции природных галофитов показывает, что в пустынях и полупустынях Прикаспия имеется достаточно видов галофитов.



А



Б



В



Г



А – побеги корневой поросли суховершинных деревьев; Б – подрост тополя пирамидального в пойме р.Урал; В – морфология листа тополя пирамидального; Г – биогруппы ивы древовидной при близком залегании грунтовых вод.

Рисунок 32 – Древесная флора Прикаспия



А



Б

А – обследование состояния генофонда туранговых тополей;
Б – обследование галофитов, сопутствующий иве и лоху кустарник (тамарикс)

Рисунок 33 – Обследование древесной флоры Прикаспия



А



Б



В



Г

А – деревья туранги разнолистной давшие начало порослевому потомству; Б – вид кроны разнолистной туранги давшие начало порослевому потомству; В – фрагмент ветки туранги разнолистной давшей начало порослевому потомству; Г – фрагмент однолетней ветки 3-летней поросли туранги разнолистной



А



Б

А – туранга разнолистная; Б – селитрянка Шобера

Рисунок 34 – Объекты для микроклонального размножения

Мы сконцентрировали свое внимание на видах галофитов, хорошо приспособленных к экстремальным условиям мониторинговой территории прилегающей к казахстанской части Каспийского моря: *Haloxylon aphyllum*, *Halostchys caspica*, *Halothamnus subaphyllus*, *Nitraria schoberi*, *Salsola rishhteri*, *Salsola orientalis*, *Artemisia kemrudica*. Пустынные галофитные деревья и кустарники защищают животных от сильных ветров, пыльных бурь, летнего зноя и зимних холодов. Установлено, что кроны пустынных галофитов задерживают часть солнечной

радиации. Галофиты хорошо развиваются при поливе соленой водой, они поглощают соль и не наносят ущерба почве [120-122].

5.4.2 Разработка методов ускоренного размножения наиболее значимых видов древесно-кустарниковых растений

Поскольку речь идет об озеленении мониторинговых населенных пунктов Прикаспия, мы выделили перспективные галофитные кустарники и полукустарники, способные эффективно использовать запасы почвенной влаги, питательные вещества и формировать высокую продуктивность на деградированных засоленных почвах: турангу и селитрянку.

В естественных условиях туранговые тополя хорошо размножаются вегетативным путем – корневыми отпрысками. Корневые отпрыски появляются на горизонтальных корнях материнского дерева на глубине 30–40 см. Сначала появляются подземные, а на второй год – надземные побеги. В первый год корневые отпрыски живут за счет материнского растения, а самостоятельную корневую систему образуют на 3–4 год.

Активная деятельность человека на площадях занятыми тугайными лесами, чрезмерный выпас скота привели к тому, что занятые турангой площади начали сокращаться. Отсутствие ухода за лесом привело к тому, что эти леса повсеместно захламлены валежником, сухими отмершими деревьями. В этой связи часты пожары. Кроме того, естественному возобновлению туранги мешает выпас скота. Скот поедает порослевые всходы и однолетние побеги полностью.

Селитрянки Шобера обладает большой солеустойчивостью, поэтому его местообитание приурочено к сильно засоленным пескам с неглубоким уровнем залегания грунтовых вод (2–7 м). При достаточном увлажнении атмосферными осадками корневая система поверхностная и не идет глубже 1–1,5 м. В сухих местообитаниях корни внедряются на глубину до 3,5–7 м и достигают грунтовых вод. Естественные заросли селитрянки играют важную почвозащитную и противозерозионную роль. Являясь пескоукрепительным галофитом, селитрянки способна переносить засыпание песком на одну, а иногда на две трети высоты куста. На засыпанном участке ветвей быстро появляются новые побеги, еще больше скрепляющие песок. Плоды употребляются местным населением в пищу.

В целях селекционно-генетического обследования, введения в культуру *in vitro* и размножения с мониторинговых участков были отобраны образцы (семена, молодые побеги) сизолистного и разнолистного тополя (туранги) и селитрянки Шобера.

Проверив всхожесть собранных семян в лабораторных условиях (хранение при +3 °С в термостате), мы обнаружили, что всхожесть семян как туранги, так и селитрянки со временем быстро снижается. Так, уже через неделю всхожесть семян снизилась на 40%, а через месяц – на 90%, что соответствует литературным данным. Для культивирования *in vitro* были апробированы разные методики использования семян, пазушных почек и апикальных меристем. В итоге сегментацию побегов, стерилизацию и культивирование *in vitro* проводили согласно описанию, представленному в разделе 2.2.11. Наглядные результаты представлены на рисунках 35–36.



А



Б



В



Г

А – микрочеренки сразу после посадки; Б – микрочеренки после 1 мес. культивирования; В – формирование корней; Г, – микрорастения, готовые к высадке в условиях защищенного грунта.

Рисунок 35 – Растения туранги разнолистной, полученные методом микроклонального размножения *in vitro*



А



Б

А – вид селитрянки, микроклонированной летом (в июне), осенью (в октябре);
Б – клоны селитрянки на адаптации в лабораторных условиях;

Рисунок 36 – Адаптация к почве в лабораторных условиях, растения перед транспортировкой в Атыраускую и Мангистаускую области

В результате исследования получен посадочный материал с закрытой корневой системой, который был высажен на адаптацию в ПЭТ-брикеты: клоны селитрянки Шобера, сибирской, туранги разнолистной, сизолистной в количестве 300 шт каждого, а также биоты восточной – 150 шт. Контейнерные культуры, полученные *in vitro*, имели хорошо развитую корневую систему, загнивших корешков не обнаружено. Общая приживаемость высаженных клонов составила 98,04% (таблица 27).

Таблица 27

Регенерационная способность эксплантов

Вид растения	Общее кол-во введенных эксплантов	Кол-во эксплантов с начальной степенью образования почек, %	Кол-во эксплантов со сформировавшимися почками, %	Кол-во эксплантов с развивающимися из почек побегами, %	Кол-во эксплантов без видимых признаков органогенеза, %
Туранга сизолистная	83	24/28	26/31	18/21,5	15/18
Туранга разнолистная	83	18/21,5	26/31	15/18	24/28
Селитрянка Шобера	85	24/28	15/18	26/31	18/21,5
Селитрянка сибирская	85	24/28	26/31	18/21,5	15/18

Из таблицы 27 видно, что лучший показатель приживаемости у туранги сизолистной – 98,5%. В период вегетации проводились фенологические наблюдения за ростом и развитием клонов. После индукции ризогенеза клоны переводили в контейнерные культуры. Таблица 28 демонстрирует приживаемость культур в условиях *ex situ*. Таблицы 29 и 30 показывают динамику темпов роста древесно-кустарниковых растений, полученных методами микроклонального размножения.

Таблица 28

Приживаемость культур в условиях *ex situ*

Вид растения	Количество клонов высаженных на адаптацию, шт	Количество адаптированных клонов в условиях <i>ex situ</i> , шт	Процент приживаемости
Селитрянка Шобера	250	245	98%
Селитрянка сибирская	250	244	97,7%
Туранга разнолистная	250	245	98%
Туранга сизолистная	250	246	98,5%
Биота восточная	50	49	98%

Таблица 29

Динамика темпа роста древесно-кустарниковых растений, полученных методами микроклонального размножения

Вид растения	Высота растений, начало вегетации, см	Высота растений, конец вегетации, см	Прирост, см
Селитрянга Шобера	7	58	51
Селитрянга сибирская	6	42	36
Туранга разнолистная	6	90	84
Туранга сизолистная	6	87	81
Биота восточная	5	110	105

Таблица 30

Показатели роста быстрорастущих древесно-кустарниковых пород

Название породы	Диаметр корневой шейки, мм			Высота, мм			Прирост, мм			Диаметр кроны, мм		
	Мср	m	P	Мср	m	P	Мср	m	P	Мср	m	P
Туранга разнолистная	1.43	0.02	1.4	1.13	0.01	0.9	1.08	0.01	1.8	0.20	0.01	4.5
Биота восточная	1.40	0.01	1.2	1.12	0.02	0.9	1.10	0.02	1.7	0.19	0.01	5.6
Селитрянга Шобера	1.34	0.03	2.3	1.08	0.02	0.9	1.03	0.02	1.9	0.22	0.01	4.8
Туранга сизолистная	1.32	0.01	0.8	1.10	0.01	0.9	1.05	0.01	1.9	0.25	0.01	5.0
Селитрянга сибирская	1.31	0.01	0.8	1.05	0.02	0.9	1.10	0.02	1.7	0.18	0.01	5.6

В результате реинтродукции древесно-кустарниковых растений в г. Актау были высажены контейнерные культуры селитрянки и туранги в количестве 150 шт каждого вида, приживаемость которых составила 97,6% для селитрянки, 95% для туранги. Получен Акт внедрения. Проведена высадка посадочного материала с закрытой корневой системой в открытый грунт на территориях г. Атырау, Индерского, Атырауского, Махамбетского и Курмангазинского лесных хозяйств: клоны селитрянки Шобера, сибирской, туранги разнолистной, сизолистной – в количестве 250 шт каждого, а также биоты восточной – 50 шт. Высаженные клоны успешно адаптированы, получен Акт внедрения.

Эти растения одинаково пригодны для быстрого выращивания массового количества древесины на промышленных плантациях, озеленения населенных пунктов, защиты дорог, водоемов, берегов рек и оврагов. Рекомендуемые древесно-кустарниковые растения являются идеальной моделью для изучения и практического внедрения генетики, систем селекции, размножения и создания плантационных культур целевого назначения.

Следует отметить, что генетически ценных форм туранги осталось очень мало. Поэтому обследование Прикаспийской части Западного Казахстана и выделение плюсовых деревьев, отличающихся комплексом хозяйственно-ценных признаков с введением их в культуру *in vitro* и последующим размножением

методами клонального микроразмножения и оздоровления, является важной задачей сохранения внутривидового генетического разнообразия.

Озеленение мониторинговых территорий Прикаспия в условиях сухостепной зоны является непростой задачей ввиду резкой континентальности климата и жестких почвенно-гидрологических условий, которые осложняют создание зеленой зоны. Тем не менее в жестких условиях Атырауской и Мангистауской областей в целях озеленения из быстрорастущих древесно-кустарниковых пород допустимо использовать турангу, селитрянку и биоту восточную. Здесь немаловажную роль имело капельное орошение, а также другие проведенные мероприятия (культивация, подкормка) дали хорошие результаты. В связи с чем, рекомендуется расширить площади лесных хозяйств для получения высококачественных посадочных материалов из быстрорастущих пород для посадки их в лесные резерваты с перспективой создания плантаций для энергетических целей. Наблюдения и анализ исследований культур туранги и биоты показал, что продуктивность их могла быть значительно выше на богатых плодородных почвах.

С помощью заинтересованных организаций Атырауской и Мангистауской областей полученные у нас побеги были высажены и адаптированы к местным условиям (Акты внедрения). Высаженный посадочный материал может использоваться для создания зеленых насаждений в озеленительных, экологических целях, а также может использоваться в коммерческих целях как древесина, а также в пищевой промышленности.

5.5 Оценка генетического статуса эндемичных видов животных мониторинговых зон Прикаспия с помощью микроядерного теста

Водная среда является одной из основных сред жизни, а сама вода – основным компонентом биосистем. Современная экология все больше ориентируется на естественные средства диагностики с использованием видов-биоиндикаторов.

Для оценки генетического статуса эндемичных видов водной фауны (включая рыбу, которую потребляют в пищу люди) мы провели сбор образцов донных отложений (рисунки В.1, В.4) в местах обитания водных животных и сбор биобразцов для микроядерного теста (раздел 2.2.12). В качестве региона сравнения (рисунок В.7) исследовали Алакольский район Алматинской обл. (окрестности р. Тентек, оз. Алаколь и Кошкараколь) и пруды на окраине г. Алматы с проточной водой из артезианских источников. Содержание приоритетных загрязнителей в пробах ила представлено в таблицах Б.2-Б.9.

5.5.1 Проведение микроядерного теста у озерных лягушек (*Rana ridibunda*)

Видовой состав земноводных изучаемого региона представлен в таблице 31.

Таблица 31

Видовой состав и распространение земноводных в Прикаспии

Вид	Активность	Распространение
Земноводные		
Обыкновенная чесночница (<i>Pelobates fuscus</i>)	IV – IX-X	Пойма рек Урал и Уил
Жаба зеленая (<i>Bufo viridis</i>)	IV – IX-X	Повсеместно, в подходящих местообитаниях
Лягушка озёрная (<i>Rana ridibundus</i>)	III-IV-X-XI	Водоёмы дельты Волги, поймы реки Урал, Эмба, морское побережье

Всем требованиям, предъявляемым к видам, используемым для биоиндикации, отвечает озёрная лягушка (*Rana ridibunda*) – широко распространённый вид амфибий. Вид обладает чёткими и удобными для исследования признаками, является чувствительным к загрязнителям. Морфофизиологические параметры организма амфибий отражают состояние локального местообитания. У амфибий отсутствует выраженная тенденция к миграции, для них характерен высокий уровень полиморфизма, – все эти факторы позволяют успешно использовать *R. ridibunda*. в качестве вида-биоиндикатора.

Однако, стоит отметить, что на территории Атырауской и Мангистауской областей нам встретились только единичные экземпляры (рисунок 36). Наверняка, тому виной сильная засоленность территории.



Рисунок 36 – Озерная лягушка

Анализ микроядер проводили в 10-20 тыс. нормохромных эритроцитах периферической крови от каждой исследованной особи. Наглядно результаты анализа демонстрируют таблица 32 и рисунок 37.

Таблица 32

Результаты микроядерного теста озерных лягушек, выловленных в Атырауской области и в регионе сравнения

Исследованный пункт	Изучено особей	Просмотрено клеток	Клеток с микроядрами	Частота клеток с микроядрами, %
г. Атырау	11	110 000	645	0,586±0,02*
г. Кульсары	10	100000	389	0,389±0,02*
пгт. Индербор	12	240 000	829	0,35±0,012*
Пруды на окраине г. Алматы с проточной водой	10	200 000	389	0,19±0,010*
Алакольский регион	17	340 000	682	0,2±0,0070*
Средняя частота микроядер, %				
Примечания: * – p<0,01				

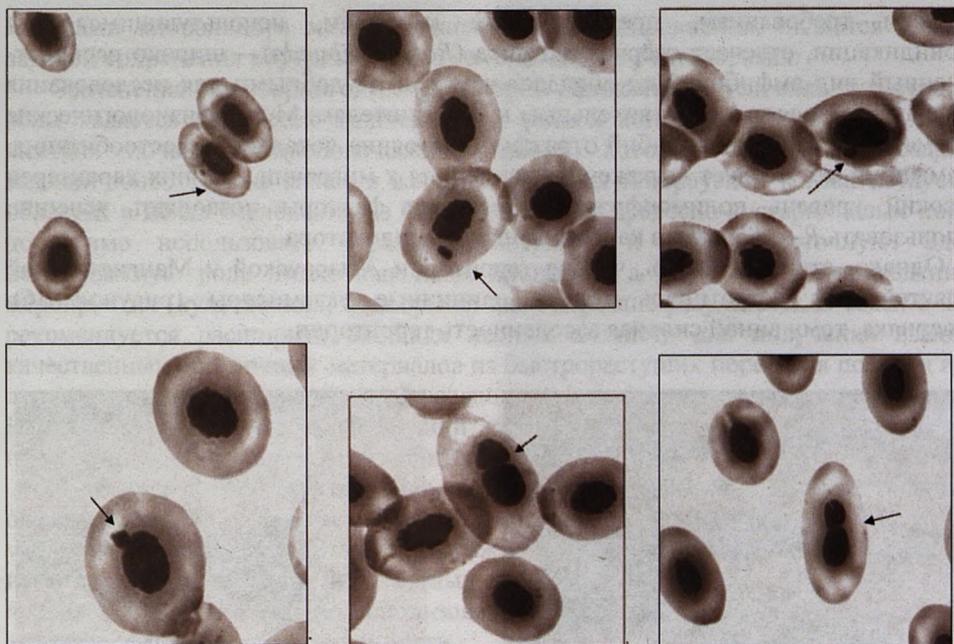


Рисунок 37 – Препараты эритроцитов периферической крови озерной лягушки с различными типами нарушений, х 100

Частота микроядер в 2-х исследованных контрольных группах практически не отличается, в прудах с проточной водой из артезианских источников она составляет $0,19 \pm 0,010\%$, в Алакольском регионе – $0,20 \pm 0,007\%$. При этом следует отметить высокий уровень гетерогенности цитогенетических показателей в исследуемых группах лягушек (таблица 32).

Контрольные показатели в разных литературных источниках [64] порой отличаются в разы. Одни демонстрируют контрольные показатели на уровне $0,78 \pm 0,03\%$, другие – $0,23 \pm 0,01\%$. Вероятно, это зависит от уровня чистоты исследуемых районов, и соответственно, подбираемых к ним контрольных групп.

У озерных лягушек, выловленных в окрестностях г. Кульсары и природоохранной территории Индербор наблюдается практически одинаковый уровень частоты эритроцитов с микроядрами, который является повышенным по сравнению с контрольными регионами Алматинской области. Из обследованных точек Прикаспийского региона наиболее высокая частота микроядер в эритроцитах крови лягушек, по сравнению с контрольными группами, в окрестности г. Атырау (р. Черная речка), что свидетельствует о мутагенной опасности загрязнения водной среды на этой территории.

Из обследованных точек Прикаспийского региона наиболее загрязненными по содержанию клеток с микроядрами в эритроцитах крови лягушек по сравнению с контрольными группами являются окрестности г. Атырау, что свидетельствует о мутагенной опасности загрязнения водной среды на этой территории. При этом достоверные отличия частот микроядер у лягушек с этой территории наблюдаются не только по сравнению с лягушками, выловленными в двух регионах Алматинской области, но и с лягушками из г. Кульсары и пгт. Индербор.

Полученные нами результаты по изучению микроядер в эритроцитах периферической крови озерных лягушек из трех точек Прикаспийского региона вполне закономерны и соответствуют уровню загрязнителей (алканы, нефтепродукты, тяжелые металлы), определенных в пробах донных отложений.

5.5.2 Проведение микроядерного теста у ихтиофауны Прикаспийского региона

Ихтиофауна Каспийского бассейна по разным оценкам насчитывает от 100 до 126 видов и подвидов рыб. По числу видов преобладают карповые, бычковые и сельдевые рыбы. Непосредственно в море и дельтах рек обитает не менее 76 видов и 47 подвидов из 17 семейств, но лишь часть из них встречается в казахстанских водах [6].

Таблица 33

Видовой состав ихтиофауны реки Урал

Вид
Отряд сомообразные <i>Siluriformes</i> , семейство сомовые <i>Siluridae</i>
Обыкновенный сом – <i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758
Отряд окунеобразные <i>Perciformes</i> , семейство окуневые <i>Percidae</i>
Обыкновенный окунь – <i>Percafluviatilis</i> Linnaeus, 1758
Обыкновенный судак – <i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)
Берш – <i>Sander volgensis</i> (Gmelin, 1789)
Отряд карпообразные <i>Cypriniformes</i> , семейство карповые <i>Cyprinidae</i>
Уклея – <i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)
Лещ – <i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)
Белоглазка – <i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814)
Чехонь – <i>Pelecus cultratus</i> (Linnaeus, 1758)
Сазан – <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758
Плотва – <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)
Елец – <i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758)
Жерех – <i>Leuciscus aspius</i> (Linnaeus, 1758)
Отряд шукообразные <i>Esociformes</i> , семейство шуковые <i>Esocidae</i>
Щука – <i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)

Исходя из зоологических данных, наибольшее число выловленных в Мангистауской области особей рыб принадлежали трем видам семейства карповых (*Cyprinidae*) – вобла – *Rutilus caspicus*, Лещ – *Abramis brama* и Жерех – *Leuciscus (Aspius) aspius* и один вид семейства бычковых – Бычок-гонец – *Gobius macrophthalmus*. В Атырауской области – принадлежали к двум видам семейства карповых (*Cyprinidae*): красноперка – *Scardinius erythrophthalmus* и Густера – *Blicca*

bjoerkna. В Алакольском районе принадлежали к двум видам семейства карповых – Вобла – *Rutilus caspicus* и Карась (*Carassius*). Поэтому для цитогенетического анализа были использованы препараты именно этих видов рыб.

Для осуществления микроядерного анализа проведен отбор, фиксация и окрашивание собранных образцов периферической крови биомаркерных животных и проведен микроскопический анализ препаратов. В Атырауской обл. из г. Атырау обследована 21 особь, из г. Кульсары – 16, из пгт. Индербор – 15. В Мангистауской обл. из г. Актау обследована 21 особь, из окрестностей г. Форт-Шевченко – 16, с мыса Сагындык – 15. В контрольном Алакольском районе обследовано 16 особей.

Анализ видового разнообразия рыб Прикаспия характеризуют таблицы 33–37 и рисунок 38.

Таблица 34

Видовой состав ихтиофауны р. Эмба

Вид
Отряд карпообразные <i>Cypriniformes</i> , семейство карповые <i>Cyprinidae</i>
Белоглазка – <i>Ballerus sapa</i> (Pallas, 1814)
Чехонь – <i>Pelecus cultratus</i> (Linnaeus, 1758)
Плотва – <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)
Обыкновенный окунь – <i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758
Отряд щукообразные <i>Esociformes</i> , семейство щуковые <i>Esocidae</i>
Щука – <i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)

Таблица 35

Видовой состав изученных образцов ихтиофауны бассейнов рек Урал и Эмбы в 2015 году (Атырауская область)

Отряд окунеобразные <i>Perciformes</i> , семейство окуневые <i>Percidae</i>
Обыкновенный окунь – <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)
Отряд карпообразные <i>Cypriniformes</i> , семейство карповые <i>Cyprinidae</i>
Сазан – <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)
Серебрянный карась – <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)
Плотва – <i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)
Красноперка – <i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)
Густера – <i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)
Жерех – <i>Leuciscus (Aspius) aspius</i> (Linnaeus, 1758)
Отряд щукообразные <i>Esociformes</i> , семейство щуковые <i>Esocidae</i>
Щука – <i>Esox lucius</i> (Linnaeus, 1758)

Видовой состав образцов ихтиофауны, выловленной в Каспийском море
и водоемах в пределах Мангистауской области

Отряд сельдевые
Тюлька – <i>Clupeonella cultriventris</i>
Отряд карпообразные <i>Cypriniformes</i> , семейство карповые <i>Cyprinidae</i>
Вобла – <i>Rutilus rutilus caspicus</i>
Лещ – <i>Abramis brama</i>
Жерех – <i>Leuciscus (Aspius) aspius</i> (Linnaeus, 1758)
Отряд бычковые
Бычок-голец – <i>Gobius macrophthalmus</i>

Видовой состав образцов ихтиофауны оз. Алаколь и Кошкараколь

Отряд окунеобразные <i>Perciformes</i> , семейство окуневые <i>Percidae</i>
Обыкновенный окунь – <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)
Обыкновенный судак (лат. <i>Sander lucioperca</i>)
Отряд карпообразные <i>Cypriniformes</i> , семейство карповые <i>Cyprinidae</i>
Серебрянный карась – <i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)
Вобла (<i>Rutilus caspicus</i>)

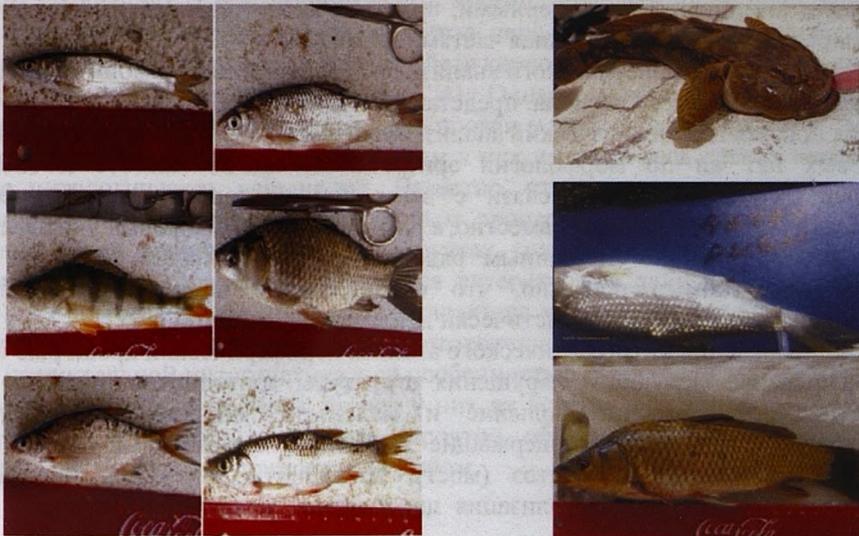


Рисунок 38 – Жерех, плотва, окунь, карась, густера, красноперка, бычок, тюлька, сазан

При проведении цитогенетического обследования фиксировали все нарушения структуры эритроцитов, отличающихся от нормальной морфологии эритроцитов, характерных для данного вида. По размерам микроядер можно судить об изменениях, произошедших в хромосомном наборе клеток. Так, появление клеток с крупными микроядрами в основном связано с нарушениями веретена деления либо отставанием целых транслоцированных, либо дицентрических хромосом, а появление клеток с мелкими микроядрами вызвано преимущественно структурными абберациями хромосом (отставшие ацентрические фрагменты) [64]. Однако, корреляционный анализ частоты хромосомных нарушений и частоты микроядер, проведенный многими цитогенетиками при изучении объектов разного уровня организации, в том числе и человека, не выявил связи между этими показателями, что свидетельствует о различной природе или, по крайней мере, существовании дополнительных механизмов возникновения микроядер [123]. Это подтверждается тем, что микроядра могут обнаруживаться при отсутствии деления клеток как результат предшествующего деления. Ядро сначала формирует лопасть, которая потом отделяется и образует микроядро – этот процесс хорошо иллюстрируют микроядра с неровными краями, прижатые к основному ядру. Также выдвинуто предположение, что немитотическое образование микроядер – это путь выброса генетически дефектного хроматина [124-125].

Дополнительную информацию о цитологических процессах, происходящих в ответ на воздействия стрессовых факторов среды, можно получить при анализе других признаков нарушений ядра. Так, амитоз эритроцитов указывает на развитие дегенеративных процессов в организме рыб, обусловленных различными причинами, в том числе и химическими токсикантами. Деление клеток путем амитоза сопровождается прямым делением ядра, когда оно, перетягиваясь, принимает гантелевидную форму. Характерно, что при различных физиологических состояниях организма возникают разнообразные формы амитоза, имеющие, как это наблюдали на морских и других рыбах, свою видовую специфику. Деление ядра может происходить и без перетяжки цитоплазмы. Эритроциты становятся двуядерными, при этом может наблюдаться хроматидный мост между разделяющимися частями ядра [126].

Результаты цитогенетического анализа рыб, выловленных в мониторинговых точках Прикаспийского региона, представлены в таблице 38.

Как показал цитогенетический анализ, различий между видами рыб семейства карповых нет ни по морфологии эритроцитов, ни по частоте и спектру выявленных нарушений. В связи с этим при проведении статистической обработки они учитывались совместно, а рыбы семейства бычковых учитывались отдельно. Аналогично по данным ряда авторов при анализе 7 видов рыб полуострова Таймыр показано, что обнаруженные видовые различия не существенны и не имеют статистически достоверных отличий [127].

При проведении цитогенетического анализа периферической крови рыб были зафиксированы следующие нарушения структуры эритроцитов (рисунок 39): эритроциты, содержащие большие и маленькие микроядра; двуядерные эритроциты; эритроциты, содержащие два ядра, соединенные одним или несколькими тяжами – амитоз (мост); эритроциты, имеющие нарушения цитоплазмы – «хвост»; вакуолизация цитоплазмы; инвагинация ядерной оболочки эритроцита.

Результаты цитогенетического анализа эритроцитов рыб, выловленных в мониторинговых точках Прикаспийского региона и региона сравнения

Место отлова	Семейство	Кол-во просм. кл	Всего нарушений	м/я, %	Амитоз, %	Хвост, %	Инвагинация ядра, %	Двуядерные, %
г. Атырау	<i>Карповые</i> (Cyprinidae)	210000	0,0786± 0,006	0,036± 0,004	0,0124± 0,002	0,0005± 0,0005	0,017± 0,003	0,007± 0,002
г. Кульсары	<i>Карповые</i> (Cyprinidae)	160 000	0,044± 0,005	0,026± 0,004	0,008± 0,002		0,009± 0,002	
пгт Индербор	<i>Карповые</i> (Cyprinidae)	150 000	0,048± 0,005	0,031± 0,004	0,009± 0,002		0,007± 0,002	
г. Актау	<i>Карповые</i> (Cyprinidae)	70000	0,121± 0,013	0,076± 0,010	0,012± 0,004	0,013± 0,004	0,018± 0,004	0,002± 0,001
	<i>Бычковые</i> (Gobiidae)	45000	0,182± 0,02	0,082± 0,013	0,031± 0,008	0,033± 0,008	0,036± 0,009	
Залив Баутино	<i>Карповые</i> (Cyprinidae)	100000	0,196± 0,014	0,071± 0,008	0,021± 0,005	0,025± 0,005	0,067± 0,008	0,012± 0,003
	<i>Бычковые</i> (Gobiidae)	70000	0,232± 0,018	0,078± 0,010	0,022± 0,006	0,058± 0,008	0,074± 0,009	
Мыс Сагындык	<i>Карповые</i> (Cyprinidae)	50000	0,103± 0,014	0,048± 0,010	0,014± 0,005	0,010± 0,005	0,023± 0,005	0,008± 0,004
	<i>Бычковые</i> (Gobiidae)	110000	0,186± 0,013	0,056± 0,007	0,015± 0,004	0,049± 0,006	0,066± 0,007	
Окрестности г. Ушарал	<i>Карповые</i> (Cyprinidae)	160000	0,027± 0,007	0,015± 0,005	0,003± 0,002	0,001± 0,001	0,003± 0,002	0,002± 0,002

По сравнению с мониторинговыми зонами Атырауской области, уровень цитогенетических нарушений эритроцитов периферической крови был значительно выше у обследованных рыб семейств карповых и бычковых, выловленных в Мангистауской области (таблица С.4). Однако, максимальный уровень и широкий спектр нарушений был зафиксирован у рыб, выловленных в р. Черная речка (окрестности г. Атырау). При этом у них выявлен весь спектр описанных выше цитологических нарушений. Известно, что во многих случаях данные изменения сопутствуют компенсаторным процессам, протекающим в тканях, например, при функциональных перегрузках, голодании, после отравления или денервации [124]. Кроме того, имеются литературные данные, что ядерные и цитоплазматические аномалии такого характера могут быть результатом гамма-излучения, индуцирующего гено- и цитотоксичность [128].

Отличительной цитогенетической особенностью рыб семейства бычковых от семейства карповых является то, что у них не встречалось двуядерных клеток. Более высокая частота микроядер, вероятно, объясняется тем, что бычковые принадлежат к донным прибрежным рыбам.

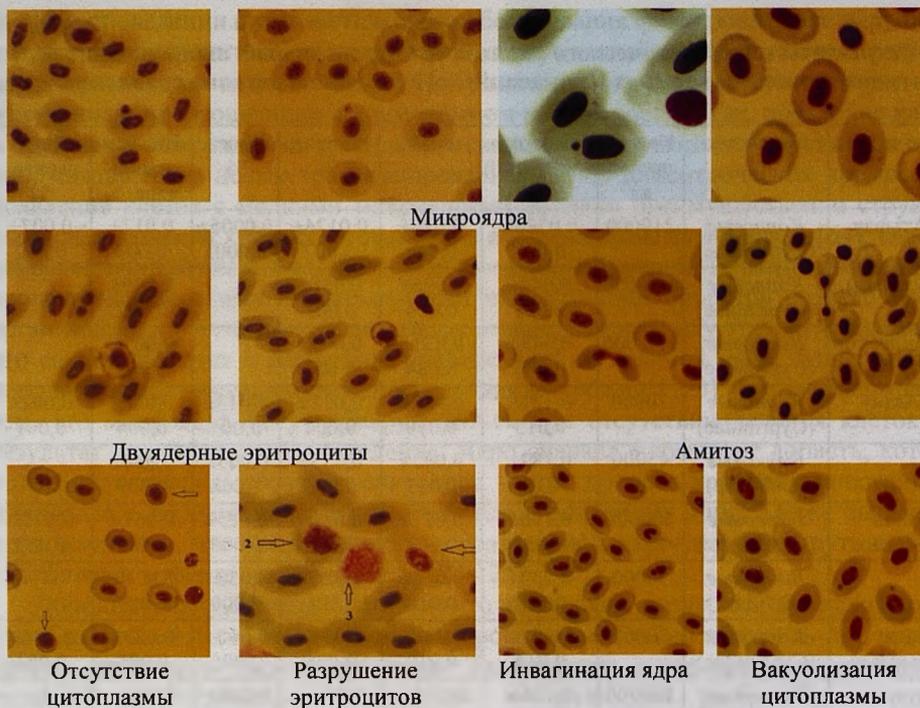


Рисунок 39 – Препараты эритроцитов периферической крови рыб с различными типами нарушений, x 100

При сравнительном анализе результатов микроядерного анализа ихтиофауны Прикаспийского региона из Атырауской и Мангистауской областей видно, что наиболее высокие частоты микроядер выявлены у рыб из г. Актау и окрестностей г. Форт-Шевченко (залив Баутино) и находятся практически на одном уровне, и достоверных отличий между ними нет. У отдельных рыб из залива Баутино наблюдается преобладание определенных видов нарушений, не регистрируемых в других точках обследования. У рыб, выловленных в гг. Атырау и Кульсары и пгт. Индерборг Атырауской области и на мысе Сагындык Мангистауской области, отличия наблюдаются лишь в спектре выявляемых нарушений. В то же время частоты самих микроядер находятся на одном уровне, и достоверных отличий между ними нет, тем не менее они достоверно отличаются от результатов рыб из контрольного региона ($p \leq 0,01$). Отсутствие достоверных отличий частот микроядер при исследовании рыб и имеющиеся достоверные отличия при анализе микроядер озерных лягушек, вероятно, можно объяснить тем, что у амфибий отсутствует выраженная тенденция к миграции, в то время как рыбы более мобильные животные.

5.6 Анализ индуцируемых техногенными факторами хромосомных aberrаций у сельскохозяйственных животных мониторинговых зон казахстанской части Прикаспия

5.6.1 Анализ численности и породные характеристики сельскохозяйственных животных, представленных в казахстанской части Прикаспия

Проведен анализ породности и численности сельскохозяйственных животных в хозяйствах из мониторинговых участков Атырауской и Мангистауской области.

По данным Министерства сельского хозяйства РК, на 01.01.2015 года и на 01.01.2017 года представлены численность и удельный вес сельскохозяйственных животных во всех категориях хозяйств, в том числе в племенных заводах и хозяйствах Атырауской и Мангистауской областей к общему поголовью животных (таблица 39).

В период с 01.01.2015 года по 01.01.2017 года отмечено существенное увеличение поголовья всех представленных видов сельскохозяйственных животных (таблица 39) не только во всех категориях хозяйств, но и в племенных заводах и хозяйствах Атырауской области. В Мангистауской области сократилось число разводимых овец и лишь незначительно увеличилось поголовье лошадей, верблюдов и птицы. Количество крупного рогатого скота и свиней осталось на уровне 2015 года.

Таблица 39

Численность и удельный вес сельскохозяйственных животных во всех категориях хозяйств, в том числе в племенных заводах и хозяйствах Атырауской и Мангистауской областей (тыс. голов)

Вид животных	На 01.01.2015 года			На 01.01.2017 года		
	Численность поголовья		Удельный вес племенных животных, к общему поголовью, %	Численность поголовья		Удельный вес племенных животных, к общему поголовью, %
	Во всех категориях хозяйств	В том числе племенных		Во всех категориях хозяйств	В том числе племенных	
Атырауская область						
КРС	148,7	-	-	152,2	4,4	2,9
Овцы	429,2	45,7	10,6	438,1	62,4	14,2
Козы	92,5	-	-	100,0	0,7	0,7
Лошади	53,4	0,60	1,1	64,1	1,1	1,7
Верблюды	28,3	1,5	5,3	29,7	1,7	5,7
Птица всех видов	155,0	-	-	479,1	-	-
Свиньи	1,0	-	-	0,4	-	-
Мангистауская область						
КРС	15,1	-	-	15,0	0,10	0,7
Овцы	287,3	15,4	-	274,9	17,2	6,3
Козы	82,4	-	-	86,9	-	-
Лошади	59,3	4,20	-	62,9	5,5	8,7
Верблюды	47,2	1,7	-	53,0	2,4	4,5
Птица всех видов	17,6	-	-	31,0	-	-
Свиньи	0,1	-	-	0,1	-	-

Атырауская область известна своим продуктивным коневодством. Племенной молочный скот, разводимый в регионе, представлен следующими породами: черно-пестрая (650 голов в 2015 году и 962 головы в 2017 году), красная степная (760 голов в 2015 году и 596 голов в 2017 году). Племенной мясной скот представлен породами: казахская белоголовая (1076 головы в 2015 году и 2206 голов в 2017 году), аулиекольская (108 голов в 2015 году и 201 голова в 2017 году), калмыцкий скот (270 голов в 2015 году и 359 голов в 2017 году). Численность племенных овец грубошерстного направления: эдильбаевская порода (46769 голов в 2015 году и 51174 головы в 2017 году), атырауская курдючно-смушковая (7264 головы в 2015 году), казахская каракуль-курдючная (5117 головы в 2017 году). На территории области представлены козы зааненской породы (555 голов в 2015 году и 730 голов в 2017 году). Племенное верблюдоводство представлено породой казахский бактриан (1520 голов в 2017 году и 1680 голов в 2017 году).

Мангистауская область также известна своим продуктивным коневодством, однако численность племенных казахских лошадей адаевского типа небольшая (5052 головы в 2015 году и 5516 голов в 2017 году). Численность племенных овец грубошерстного направления в Мангистауской области: эдильбаевская порода (2583 головы в 2017 году и 3396 голов в 2017 году), племенные каракульские овцы черного краса (17846 голов в 2015 году). Остальное поголовье овец и коз представляет помесных животных, сосредоточенных в частных хозяйствах. Племенное верблюдоводство представлено породой казахский бактриан (1286 голов в 2015 году и 1487 голов в 2017 году) и породой арвана (704 головы в 2015 году и 873 головы в 2017 году).



Рисунок 40 – Помесные животные, представленные в хозяйствах мониторинговых участков Прикаспия

По абсолютному поголовью крупного рогатого скота и птицы Атырауская и Мангистауская области находятся на последних местах в Республике, по

поголовью свиней и лошадей – в тройке аутсайдеров. По количеству овец занимает срединное положение, а по количеству верблюдов занимает первое место в республике. Наибольшее поголовье скота, а именно крупного рогатого скота, лошадей, верблюдов и овец находится на содержании в личных подсобных хозяйствах, крестьянских и фермерских хозяйствах и характеризуются в основной своей массе как беспородные, помесные животные (рисунок 40). Это объясняется тяжелыми условиями труда по содержанию и разведению сельскохозяйственных животных, сосредоточенных в основном в частных хозяйствах, а также скудной растительностью, жарким летом, холодной и продолжительной зимой.

5.6.2 Цитогенетический анализ хромосомных aberrаций и геномных мутаций овец и крупного рогатого скота из Атырауской и Мангистауской областей и региона сравнения

Сбор образцов периферической крови происходил в животноводческих хозяйствах по договоренности со службами ветеринарного контроля областей и районов, а также ветеринарными врачами на местах. Забор крови животных и цитогенетический анализ проведен согласно описанию, представленному в разделе 2.2.7.

В контрольной группе было обследовано: КРС – 10 голов разного пола и возраста и 20 голов овец разного пола и возраста. Для выборки из контрольной группы приготовлено 232 препарата метафазных хромосом. Просмотрено 1390 метафазных пластинок (от овец – 856 и крупного рогатого скота – 534).

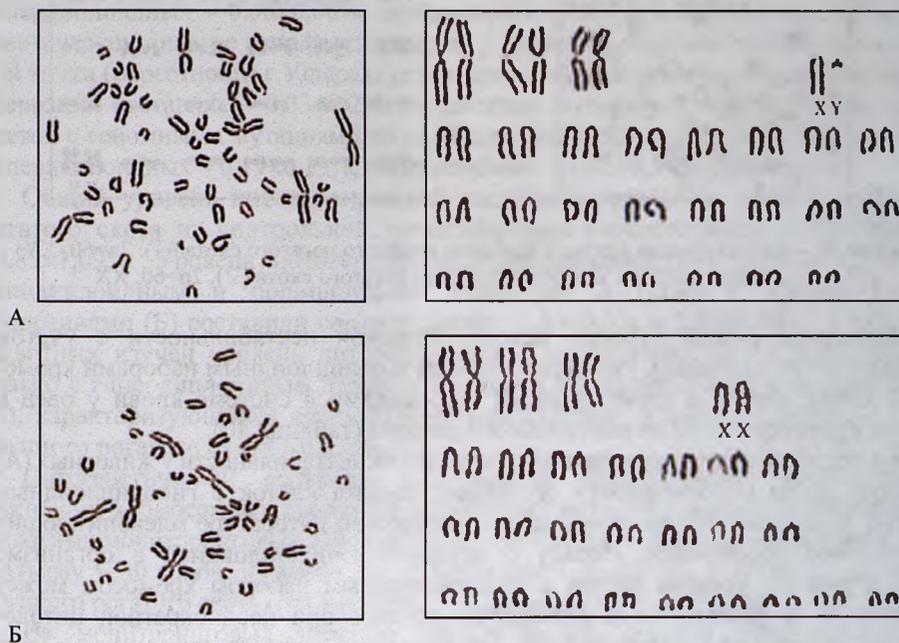


Рисунок 41 – А – метафазная клетка и кариотип барана (♂). 2n=54, XY;
Б – метафазная клетка и кариотип овцематки (♀). 2n=54, XX

При цитогенетическом анализе в метафазных клетках изучены частота встречаемости клеток с гиподиплоидным, гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом в системе крови. В полиплоидных клетках определена степень пloidности хромосом. Во всех изученных клетках определена частота встречаемости клеток с хромосомными aberrациями. Путем кариотипического анализа в изученных метафазных клетках идентифицированы различные типы хромосомных aberrации.

На рисунках 41-42 представлены нормальные кариотипы овец и крупного рогатого скота.

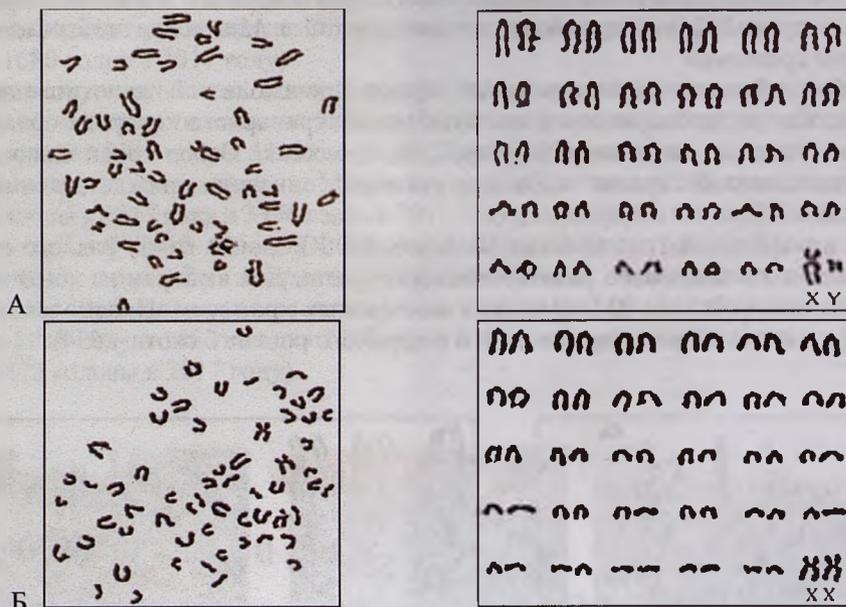


Рисунок 42 – А – метафазная клетка и кариотип крупного рогатого скота (♂). $2n=60$, XY;
 Б – метафазная клетка и кариотип крупного рогатого скота (♀). $2n=60$, XX

Установлен общий уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток с гиподиплоидным, гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом, а также клеток с хромосомными aberrациями в системе крови у овец и крупного рогатого скота из контрольного региона (таблица 40).

При подсчете общего уровня цитогенетической нестабильности у животных (А) основную долю нестабильности составляет частота клеток с гиподиплоидным набором хромосом. Это явление в цитогенетической литературе млекопитающих обстоятельно объясняется. Наряду с истинной гиподиплоидией в организме млекопитающих, уровень клеток с гиподиплоидным набором хромосом может существенно возрастать из-за артефактов, то есть при неоднократной цитологической обработке изолированных метафазных клеток в суспензии и при приготовлении непосредственно препаратов хромосом. С учетом этого обстоятельства, с целью достижения высокой достоверности полученных результатов, из общего уровня цитогенетической нестабильности (А) были исключены показатели по частоте встречаемости клеток с гиподиплоидным набором хромосом (Б). В

цитогенетическом показателе (В) указываются данные по частоте встречаемости клеток с гипердиплоидным набором хромосом и с aberrациями хромосом.

Таблица 40

Результаты цитогенетического исследования контрольных групп овец и крупного рогатого скота из зоны сравнения (г.Ушарал)

Вид животных	Изучено метафаз	Частота клеток, %		Общий уровень цитогенетической нестабильности, %		
		С хромосомными aberrациями	С геномными мутациями	А	Б	В
Овцы	856	1,39±0,22	7,97±1,5	8,97±1,66	1,84±0,5	1,08±0,28
КРС	534	0,33±0,2	14,49±1,5	14,83±1,69	2,35±0,44	0,52±0,21

Примечания:

А – общий уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток с гиподиплоидным, гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом, а также клеток с хромосомными aberrациями;

Б – уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток только с гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом, а также клеток с хромосомными aberrациями;

В – уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток только с гипердиплоидным набором хромосом и клеток с хромосомными aberrациями.

При цитогенетическом анализе метафазных клеток у овец из контрольной точки (окрестности г.Ушарал) установлено, что средняя частота хромосомных aberrаций составила 1,39±0,22%, а геномных мутаций – 7,97±1,5%. Из числа клеток с геномными мутациями доля гиподиплоидных клеток была 7,12±1,33%, гипердиплоидных – 0,08±0,08%, полиплоидных – 0,76±0,24%. Также, при цитогенетическом анализе метафазных клеток у крупного рогатого скота из контрольной точки (окрестности г.Ушарал) установлено, что средняя частота хромосомных aberrаций составила – 0,33±0,2%, а геномных мутаций – 14,49±1,5%. Из числа клеток с геномными мутациями доля гиподиплоидных клеток была 12,47±1,42%, гипердиплоидных – 0,19±0,19%, полиплоидных – 1,82±0,34% (таблица 40).

Общий уровень цитогенетической нестабильности (А) у овец и крупного рогатого скота из контрольной точки составил соответственно 8,97±1,66% и 14,83±1,69%. Уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток с гиподиплоидным и полиплоидным наборами, а также с хромосомными aberrациями (Б) составили соответственно: 1,84±0,5% и 2,35±0,44%. У этих же животных изучен уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток только с гипердиплоидным набором хромосом и с хромосомными aberrациями (В), характеризующийся следующими показателями: у овец – 1,08±0,28% и у крупного рогатого скота – 0,52±0,21%.

Цитогенетический материал для анализа индуцируемых техногенными факторами хромосомных aberrаций и геномных мутаций у сельскохозяйственных животных мониторинговых зон Атырауской области получен от 56 голов овец (№1 г.Атырау – 30 голов, из точки №2 г. Кульсары – 26 голов), а также от 20 голов крупного рогатого скота (№1 г.Атырау – 10 голов, из №2 г. Кульсары – 10 голов).

Из мониторинговых участков Мангистауской области цитогенетический материал получен от 89 голов овец (из №3 г. Актау – 29 голов, из точки №4 г. Жана-Озен – 30 голов, из точки №5 г. Форт-Шевченко – 30 голов) и 30 голов крупного рогатого скота (из №3–10 голов, из точки №4–10 голов, из точки №5–10 голов).

Из образцов периферической крови овец и крупного рогатого скота Атырауской области приготовлено 600 препаратов хромосом (от овец – 432 препарата и от крупного рогатого скота – 168 препаратов), Мангистауской области – 948 препаратов хромосом (от овец – 697 препаратов, от КРС – 251 препарат). От животных из мониторинговых точек Атырауской области изучено 7338 метафазных пластинок, в частности от овец – 4619 метафазных пластинок и от крупного рогатого скота – 2719 метафазных клеток. Также от животных из мониторинговых точек Мангистауской области изучено 7211 метафазных пластинок, в частности от овец – 4555 метафазных пластинок и от крупного рогатого скота – 2656 метафазных клеток.

Изучены частоты встречаемости клеток с гиподиплоидным и гипердиплоидным наборами хромосом (у овец – $2n = 54 \pm 1$; XX, XY, у крупного рогатого скота – $2n = 60 \pm 1$; XX, XY) в системе периферической крови животных. При изучении уровня клеток с полиплоидным набором хромосом определялась степень пloidности хромосомного набора (у овец – $4n = 108$ и больше, у крупного рогатого скота – $4n = 120$ и больше).

В таблицах 41–42 приведены результаты цитогенетического анализа сельскохозяйственных животных Прикаспийского региона. Рисунки 43–46 демонстрируют типы хромосомных нарушений, обнаруженные нами при цитогенетическом анализе метафазных пластинок овец и крупного рогатого скота.

Таблица 41

Результаты цитогенетического исследования овец и крупно рогатого скота из мониторинговых точек Атырауской области

Мониторинговые точки	Вид животных	Кол-во животных	Изучено метафаз	Частота клеток, %		Общий уровень цитогенетической нестабильности, %		
				С хромосомными aberrациями	С геномными мутациями	А	Б	В
Окрестности г. Атырау (точка № 1)	Овцы	30	2373	1,93±0,23	25,8±3,17	27,73	4,21	2,12
Окрестности г. Кульсары (точка № 2)	Овцы	26	2246	2,71± 1,06	33,54±3,37	36,25	5,91	3,08
Окрестности г. Атырау (точка № 1)	КРС	10	1337	0,91 ±0,91	22,64±2,91	23,55	1,29	1,1
Окрестности г. Кульсары (точка № 2)	КРС	10	1382	2,89 ±1,12	29,11±3,78	32,0	6,32	3,01

Примечания:

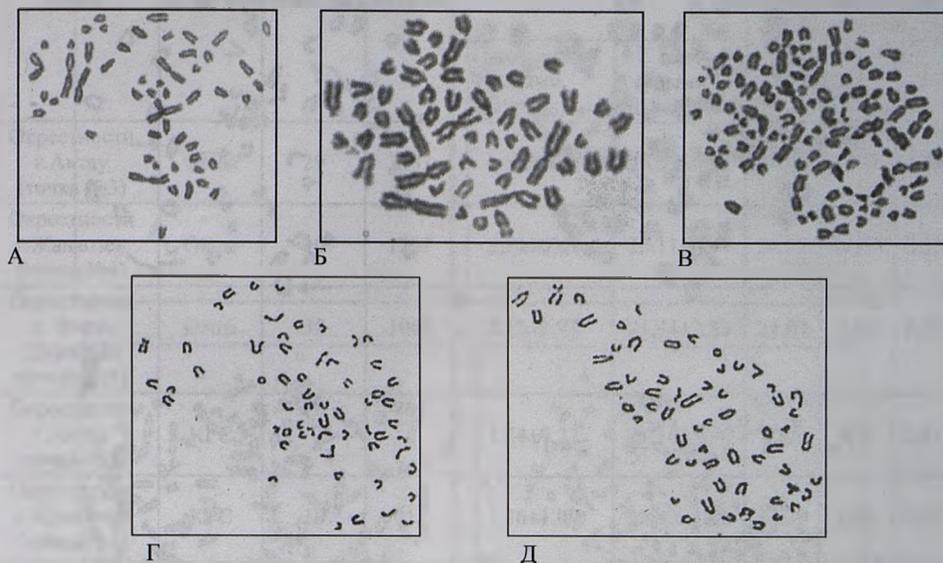
А – общий уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток с гиподиплоидным, гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом, а также клеток с хромосомными aberrациями;

Б – уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток только с гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом, а также клеток с хромосомными aberrациями;

В – уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток только с гипердиплоидным набором хромосом и клеток с хромосомными aberrациями.

При цитогенетическом анализе метафазных клеток у овец из Атырауской области из окрестностей г.Кульсары (точка №2) установлено, что уровень хромосомных

аббераций составил $2,71 \pm 1,06\%$, а геномных мутаций – $33,54 \pm 3,37\%$. Из числа клеток с геномными мутациями доля гиподиплоидных клеток была $30,34 \pm 2,98\%$, гипердиплоидных – $0,37 \pm 0,18\%$, полиплоидных – $2,83 \pm 0,68\%$.

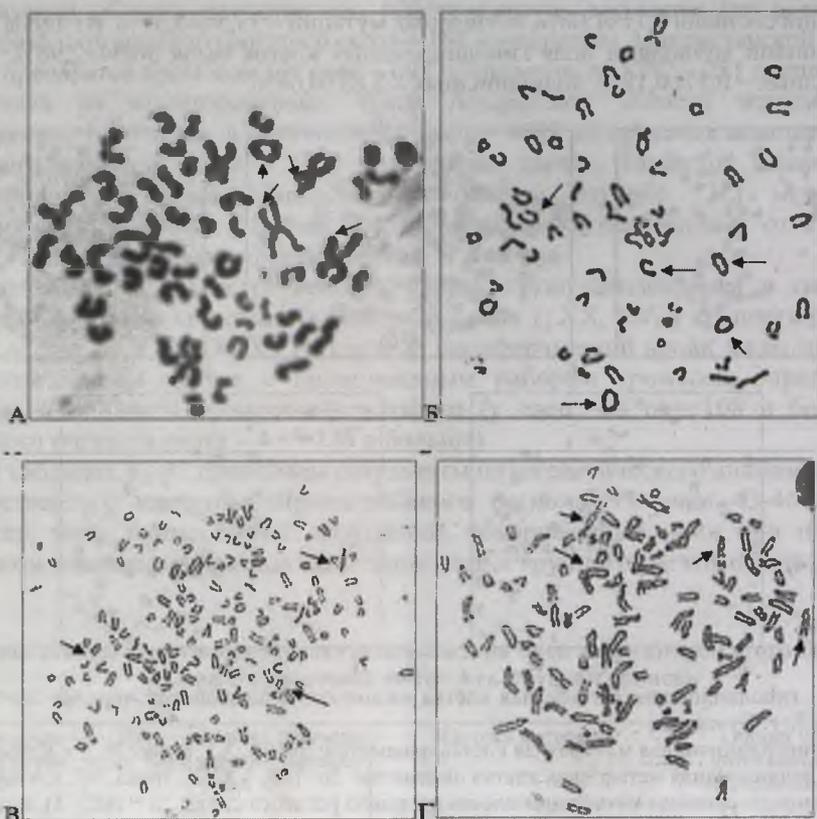


- А – гиподиплоидная метафазная клетка овцематки Едильбайской породы: $2n=53$, XX, точка № 2. г. Кульсары;
 Б – гипердиплоидная метафазная клетка овцематки: $2n=55$, XX, точка № 2. г.Кульсары;
 В – полиплоидная метафазная клетка овцематки: $2n=108$, XXXX, точка №1. г.Атырау;
 Г – гиподиплоидная метафазная клетка крупного рогатого скота: $2n = (60 - 1)$, точка № 1. г. Атырау;
 Д – гипердиплоидная метафазная клетка крупного рогатого скота: $2n = (60 + 1)$, точка № 2. г. Кульсары

Рисунок 43 – Геномные мутации овец и крупного рогатого скота из мониторинговых точек Атырауской области

Средняя частота хромосомных аббераций и геномных мутаций по овцам из окрестностей г.Атырау (точка №1) соответственно составила $1,93 \pm 0,23\%$; $25,8 \pm 3,17\%$, и из числа клеток с геномными мутациями доля гиподиплоидных клеток была $23,52 \pm 4,62\%$, гипердиплоидных – $0,19 \pm 0,09\%$, полиплоидных – $2,09 \pm 0,59\%$.

У крупного рогатого скота из окрестностей г. Кульсары (точка №2) уровень клеток с хромосомными абберациями был высоким по сравнению с животными из окрестностей Актау (соответственно $2,89 \pm 1,12\%$ и $0,91 \pm 0,91\%$).



А – метафазная клетка овцематки Едильбайской породы, точка № 2. г.Кульсары, стрелками указаны делеции в трех метацентрических хромосомах овец, парный фрагмент, кольцевая хромосома;

Б – метафазная клетка КРС с множественными нарушениями хромосом, точка № 2. г. Кульсары, стрелками показаны концевые делеции в акроцентрических хромосомах, кольцевая хромосома;

В – метафазные клетки КРС с множественными aberrациями хромосом, точка № 1. г. Атырау, стрелками показаны ГЭПы (пробелы), парные фрагменты, ассоциации (слияния) акроцентрических хромосом;

Г – метафазные клетки КРС с множественными aberrациями хромосом, точка № 1. г. Атырау, стрелками показаны ГЭПы (пробелы), парные фрагменты, ассоциации акроцентрических хромосом, дицентрическая хромосома

Рисунок 44 – Хромосомные мутации овец и крупного рогатого скота из мониторинговых точек Атырауской области

Цитогенетический анализ метафазных клеток у овец из Мангистауской области окрестности г.Жанаозен (точка №4) показал, что уровень хромосомных aberrаций составил $3,21 \pm 0,49\%$, а геномных мутаций – $35,11 \pm 3,43\%$. Из числа клеток с геномными мутациями доля гиподиплоидных клеток была $27,08 \pm 3,06\%$, гипердиплоидных – $0,38 \pm 0,10\%$, полиплоидных – $7,65 \pm 1,07\%$ (таблица 42).

**Результаты цитогенетического исследования овец и крупного рогатого скота
из мониторинговых точек Мангистауской области**

Мониторинговые точки	Вид животных	Кол-во животных	Изучено метафаз	Частота клеток с, %		Общий уровень цитогенетической нестабильности, %		
				С хромосомными aberrациями	С геномными мутациями	А	Б	В
Окрестности г. Актау (точка №3)	Овцы	29	2283	1,62 ± 0,21	25,17 ± 3,15	26,79	3,74	1,79
Окрестности г. Жанаозен (точка №4)	Овцы	30	1207	3,21 ± 0,49	35,11 ± 3,43	38,32	11,24	3,59
Окрестности г. Форт-Шевченко (точка №5)	Овцы	30	1065	2,15 ± 0,97	21,94 ± 2,86	24,09	5,07	2,56
Окрестности г. Актау (точка №3)	КРС	10	864	1,64 ± 0,27	21,16 ± 2,96	22,8	4,45	2,61
Окрестности г. Жанаозен (точка №4)	КРС	10	912	3,36 ± 1,09	30,43 ± 3,86	33,79	6,83	4,23
Окрестности г. Форт-Шевченко (точка №5)	КРС	10	880	2,14 ± 0,12	27,63 ± 3,5	29,77	5,43	2,8

Примечания:

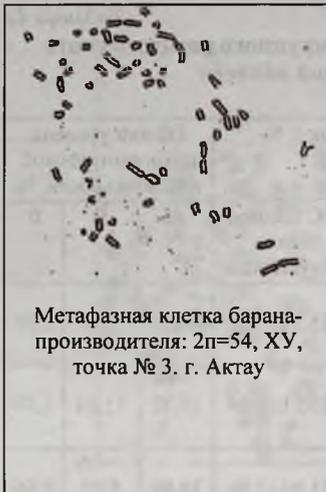
А – общий уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток с гиподиплоидным, гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом, а также клеток с хромосомными aberrациями;

Б – уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток только с гипердиплоидным и полиплоидным наборами хромосом, а также клеток с хромосомными aberrациями;

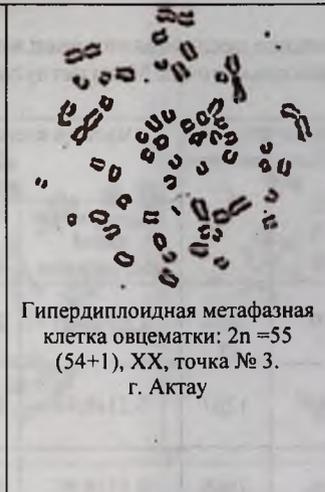
В – уровень цитогенетической нестабильности с учетом клеток только с гипердиплоидным набором хромосом и клеток с хромосомными aberrациями.

Частота хромосомных aberrаций и геномных мутаций по овцам из окрестностей г. Актау (точка №3) и г. Форт-Шевченко (точка №5) соответственно составила в среднем 1,62 ± 0,21%; 25,12 ± 3,15% и 2,15 ± 0,97%; 21,94 ± 2,86%.

Средняя частота хромосомных aberrаций у крупного рогатого скота из окрестностей г. Жанаозен (точка №4) составила 3,36 ± 1,09%, тогда как у животных из окрестностей г. Актау и г. Форт-Шевченко этот цитогенетический показатель был в пределах от 1,64 ± 0,27% (точка №3) до 2,14 ± 0,12% (точка №5).



Метафазная клетка барана-производителя: $2n=54$, XY, точка № 3. г. Актау



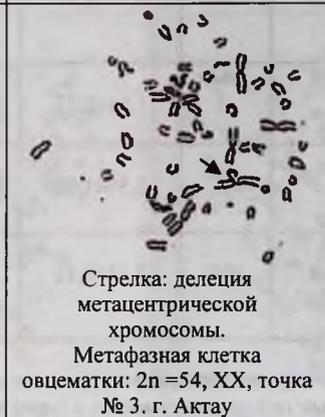
Гипердиплоидная метафазная клетка овцематки: $2n=55$ ($54+1$), XX, точка № 3. г. Актау



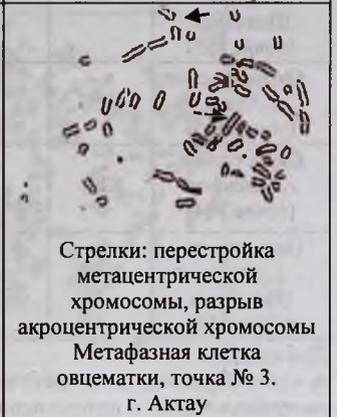
Стрелки: геп в метацентрической хромосоме, делеция акроцентрической хромосомы с одиночными фрагментами. Полиплоидная клетка овцематки: $4n=108$, XX XX, точка № 3. г. Актау



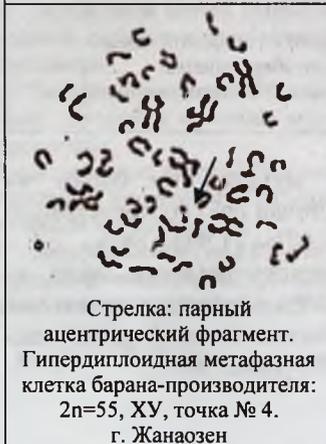
Стрелки: разрывы в районе центромеры двух акроцентрических хромосом, 5 метацентриков. Метафазная клетка барана-производителя, точка № 3. г. Актау



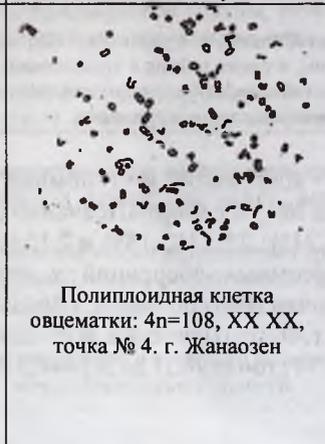
Стрелка: делеция метацентрической хромосомы. Метафазная клетка овцематки: $2n=54$, XX, точка № 3. г. Актау



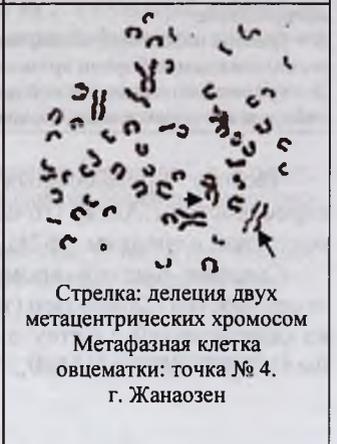
Стрелки: перестройка метацентрической хромосомы, разрыв акроцентрической хромосомы. Метафазная клетка овцематки, точка № 3. г. Актау



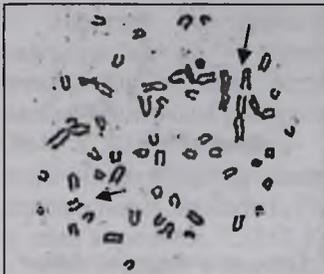
Стрелка: парный ацентрический фрагмент. Гипердиплоидная метафазная клетка барана-производителя: $2n=55$, XY, точка № 4. г. Жанаозен



Полиплоидная клетка овцематки: $4n=108$, XX XX, точка № 4. г. Жанаозен



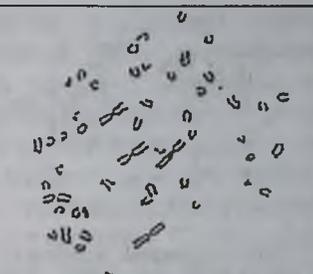
Стрелка: делеция двух метацентрических хромосом. Метафазная клетка овцематки: точка № 4. г. Жанаозен



Стрелки: делеция метacentрической хромосомы с фрагментом, разрыв акроцентрической хромосомы в районе центромеры. Метафазная клетка барана-производителя: точка № 4. г. Жанаозен

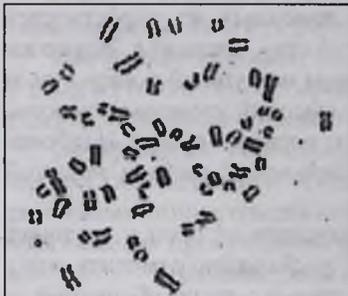


Стрелка: делеция метacentрической хромосомы. Гипердиплоидная метафазная клетка овцематки: $2n=56, XX$, точка № 5. г. Форт-Шевченко



Гиподиплоидная метафазная клетка овцематки: 5 метacentриков, $2n=53, XX$, точка № 5. г. Форт-Шевченко

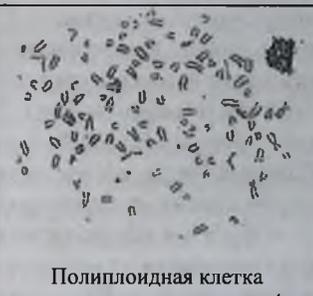
Рисунок 45 – Метафазные пластинки овец из мониторинговых точек Мангистауской области (окрестностей гг. Актау, Жанаозен, Форт-Шевченко)



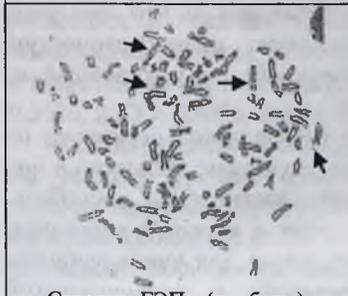
Гиподиплоидная метафазная клетка крупного рогатого скота: $2n=58, XX$, точка № 3. г. Актау



Гипердиплоидная метафазная клетка крупного рогатого скота: $2n=63, XX$, точка № 3. г. Актау



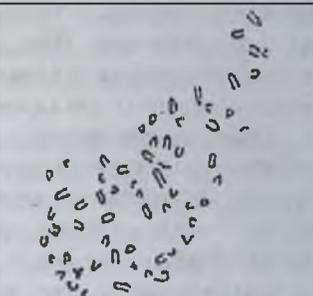
Полиплоидная клетка крупного рогатого скота: $4n=120, XX XX$, точка № 3. г. Актау



Стрелки: ГЭПы (пробелы), парные фрагменты, ассоциации (слияния) акроцентрических хромосом, дицентрическая хромосома. Полиплоидная клетка крупного рогатого скота из точки № 4 г. Жанаозен со множественными абберациями



Метафазная клетка крупного рогатого скота: $2n=60, XX$, точка № 4. г. Жанаозен



Метафазная клетка с гипердиплоидным набором хромосом: $2n=60+1, XY$, точка № 4. г. Жанаозен

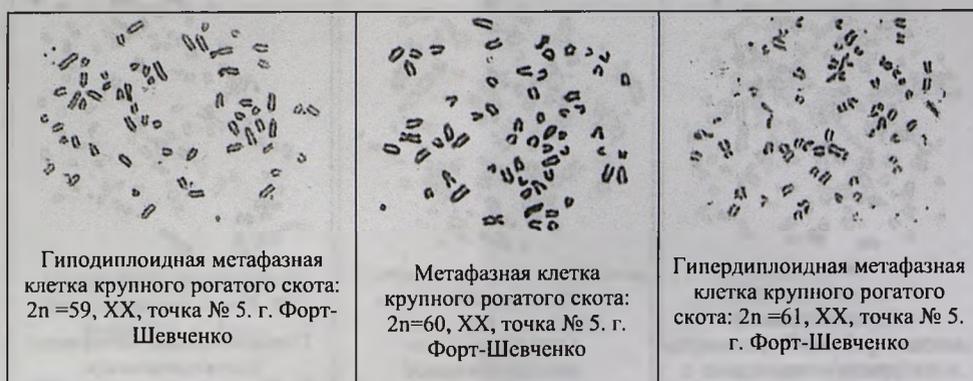


Рисунок 46 – Метафазные пластинки крупного рогатого скота из мониторинговых участков Мангистауской области (окрестности гг. Актау, Жанаозен, Форт-Шевченко)

При цитогенетическом анализе установлено, что самый высокий уровень анеуплоидных (гиподиплоидия, гипердиплоидия) клеток – 30,71% был выявлен у овец из окрестностей г. Кульсары, наименьший – у овец из окрестностей г. Форт-Шевченко – 19,16%. В отношении крупного рогатого скота высокий уровень анеуплоидных мутаций (27,83%) был выявлен у животных из окрестностей г. Жанаозен, наименьший (19,32%) из окрестностей г. Актау. Овцы из г. Жанаозен показали высокий уровень полиплоидии (7,65%). Овцы и крупный рогатый скот этой зоны (окрестности г. Жанаозен) также проявили высокий уровень хромосомных aberrаций (3,21% – у овец и 3,36% – у крупного рогатого скота). Наиболее благополучны по уровню цитогенетической нестабильности овцы и крупный рогатый скот из окрестностей г. Атырау.

Обобщая все полученные цитогенетические показатели от овец и крупного рогатого скота из мониторинговых точек Прикаспия, необходимо отметить, что у животных из г.Кульсары и г.Жанаозен уровни хромосомных aberrаций и геномных мутаций были выше по сравнению не только с контрольными животными, но и с животными из г. Атырау, г. Актау и г. Форт-Шевченко. Различия между мониторинговыми зонами иногда были довольно существенны (разница до 4,5 раз). При анализе региона сравнения установлено, что животные из экологически благоприятного региона проявляют цитогенетическую нестабильность с частотой достоверно ниже (таблица 40), чем животные из мониторинговых зон казахстанской части Прикаспия.

Превышение частоты хромосомных нарушений наблюдается не только по общему уровню цитогенетической нестабильности (А) в системе крови, но и при других методических подходах подсчета уровня цитогенетической нестабильности с учетом гипердиплоидных, полиплоидных клеток и клеток с хромосомными aberrациями (Б), а также при анализе данных, когда для учета выбраны только клетки с гипердиплоидным набором хромосом и хромосомными aberrациями (В).

К такому подходу анализа полученных цитогенетических данных мы пришли потому, что при суммировании всех цитогенетических показателей (гиподиплоидных, гипердиплоидных, полиплоидных и aberrаций хромосом) клеток около 70-80% из них составляют гиподиплоидные клетки. Например, у овец из точки №3 доля гиподиплоидных клеток составляет 77%.

Наличие анеуплоидных (гиподиплоидных) клеток в системе крови млекопитающих – установленный факт [129]. Однако, когда наибольший показатель частоты встречаемости гиподиплоидных клеток у животных из мониторинговых участков составляет от 26,96% (крупно рогатый скот – точка №4) и 30,34% (овцы – точка №2), это вызывает определенные вопросы об источнике гиподиплоидии в крови. Цитогенетические показатели, полученные от контрольные животных (таблица 40), показывают, что гиподиплоидия составляет у овец в среднем $7,12 \pm 1,33\%$, у крупного рогатого скота в среднем – $12,47 \pm 1,42\%$. Следовательно, у животных из мониторинговых участков они в 2,07 раза выше у овец, а у крупного рогатого скота – 2,33 раза.

Обнаруженный высокий уровень гиподиплоидных клеток в системе крови у животных из мониторинговых точек нельзя объяснить только индуцированным воздействием техногенных факторов на млекопитающих. По-видимому, определенная часть гиподиплоидных клеток артефактного происхождения [130]. Наряду с этим возможно также, что чрезмерная длительность времени, которое уходит на перевозку крови от места взятия и до момента начала культивирования лимфоцитов, в определенной степени может влиять и на нормальное течение митоза при воздействии фитогемоглютина на клетки, что, в свою очередь, отражается только на частоте клеток с гиподиплоидным набором хромосом при приготовлении препаратов хромосом

Следует отметить, что в культуре клеток в условиях *in vitro* обнаруживаются полиплоидные клетки с различной частотой и у овец, и у крупного рогатого скота.

Наибольший процент клеток с полиплоидным набором хромосом установлен у овец из точки №4. Из проанализированных 1207 метафазных клеток 92 клетки ($7,65 \pm 1,07\%$) были с полиплоидным набором хромосом.

Обнаружение полиплоидных клеток в костном мозге млекопитающих, и в частности у белых беспородных крыс при изучении цитогенетических эффектов различных концентраций нефти на организм вполне объяснимо, так как в костном мозге всегда присутствуют полиплоидные клетки [130-132]. Допустить наличие клеток с полиплоидным набором хромосом в системе крови нельзя. Следовательно, полиплоидные клетки, которые четко идентифицируются на препаратах метафазных хромосом, возникают во время 72-часового культивирования лимфоцитов в условиях *in vitro* [133]. Однако особо следует обратить внимание на то, что частота встречаемости полиплоидных клеток у животных из разных точек неодинаковая. Например, у овец из точки №4 обнаружена высокая частота встречаемости полиплоидных клеток по сравнению с животными из точек №1, №2, №3 и №5 (соответственно, $7,65 \pm 1,07\%$; $2,09 \pm 0,59\%$, $2,83 \pm 0,68\%$, $1,95 \pm 0,51\%$ и $2,78 \pm 0,27\%$).

Исходя из этих обстоятельств, полученные цифровые показатели животных по общему уровню цитогенетической нестабильности в системе крови у млекопитающих пересчитаны с учетом клеток только с гипердиплоидным набором хромосом и клеток с хромосомными aberrациями (В). При этом мы учитывали имеющиеся литературные данные, которые указывают на то, что эти два цитогенетических показателя системы крови, по-видимому, не подвержены действию времени при перевозке крови, а также во время постановки культуры.

По показателю (В) у овец из мониторинговых точек они составляют: из точки №1 – 2,12%, из точки №2 – 3,08%, из точки №3 – 1,79%, из точки №4 – 3,59%, из точки №5 – 2,56%. По сравнению с контролем, цитогенетические показатели овец из точки №4 выше в 1,5 раза. У крупного рогатого скота этот цитогенетический

показатель (В) у животных из точки №4 в 1,9 раз выше, чем у контрольных животных.

Из литературных данных известно, что нефть у беспородных белых крыс индуцирует аберрации как хромосомного, так и хроматидного типов. Наряду с этим, при хроническом ингаляционном воздействии нефти на организм млекопитающих в системе клеток костного мозга животных достоверно увеличивается число клеток и с геномными мутациями [130, 134-135]. Наряду с этим известно, что во фракциях нефтепродуктов, загрязняющих эти участки, имеются канцерогенные вещества, которые легко испаряются, а также соли тяжелых металлов, которые, в свою очередь, попадают в организм животных вместе с водой, травостоем и частицами почвы, и съедаются животными с травостоем или их корнями. Соли тяжелых металлов имеют свойства накапливаться во внутренних паренхиматозных органах животных (печень, почки, селезенка) и оказывают кумулятивные мутагенные или канцерогенные воздействия на живой организм [136].

При анализе спектра структурных нарушений хромосом установлено, что около 85% составляют аберрации хроматидного типа (одиночные фрагменты, хроматидные гепы, концевые делеции). Обнаружены единичные клетки с аберрациями хромосомного типа (парные фрагменты при концевых делециях двух хроматид, перестроенные метацентрические и акроцентрические хромосомы, Робертсоновская транслокация двух акроцентрических хромосом с образованием метацентрической хромосомы).

Полученные материалы по хромосомным аберрациям и спектр хромосомных нарушений показывают, что на организм сельскохозяйственных животных, по-видимому, воздействуют факторы химической природы в виде нефтяных отходов.

Таким образом, цитогенетические исследования сельскохозяйственных животных (овцы и крупный рогатый скот) из мониторинговых участков Прикаспия показали, что сравнительно высокий уровень клеток с хромосомными аберрациями и геномными мутациями обнаружен у животных из всех пяти точек. Такой вывод делается при сравнительном анализе 15405 метафазных клеток (14549 – от экспериментальных и 856 – от контрольных животных), полученных от 165 голов овец и 60 голов крупного рогатого скота. Можно считать установленным фактом, что повышение частоты геномных и хромосомных мутаций из мониторинговых зон Прикаспия является результатом экологического неблагополучия региона, что согласуется с данными химического анализа почвы и кормовых растений.

5.7 Биоэкологическая оценка современного состояния наиболее опасных паразитарных болезней копытных животных и их переносчиков в казахстанской части Прикаспия

5.7.1 Изучение состояния паразитарных болезней копытных животных и их переносчиков в мониторинговых участках казахстанской части Прикаспия

Исследования проводились в весенние, летние и осенние периоды 2015-2017 гг. в мониторинговых участках Атырауской области (гг. Атырау, Кульсары, пгт. Индербор и их окрестностях) и Мангистауской области (гг. Актау, Жанаозен, Форт-Шевченко и их окрестностях). Представление о местах сбора материалов дает рисунок 47.



Убойный отдел



Место реализации мяса



Рынок



Место содержания животных



Завоз животных на убой



Забой животных

Рисунок 47 – Места проведения учета и сбора паразитологических материалов

Всего в мониторинговых территориях обследовано 828 копытных животных на 6-ти скотных базарах, 6-ти убойных пунктах, 5-ти мясоконтрольных лабораториях рынков и 2-х мясных лавках по реализации мясной продукции (рисунок 47). Обработано и исследовано более 1000 образцов проб тканей, внутренних органов, фекалий домашних копытных животных (рисунок 48).

По результатам проведенных исследований в мониторинговых территориях Атырауской области выявлены следующие гельминтозы: эхинококкоз (до 16,8%), фасциолез (до 17,6%), стронгилятозы (до 50%), диктиокаулезы (до 4,5%) и мониезиозы (до 7,2%) (рисунок 48, таблицы 43 и 44). Из них эхинококкоз и фасциолез доминировали у мелкого рогатого скота и крупного рогатого скота (рисунок 48). В Мангистауской области выявлены: эхинококкоз (до 26,3%), фасциолез (до 52,3%), стронгилятоз (до 42,1%) и мониезиоз (до 5,2%).



Подготовка легких к вскрытию



Исследование легких



Проба печени



Вскрытие печени



Пораженная печень



Эхинококкоз легких

Рисунок 48 – Исследования внутренних органов домашних копытных животных на эхинококкоз и фасциолез

В мониторинговых территориях Прикаспия установлена зараженность опасными паразитарными болезнями людей аналогичными паразитами животных. Среди населения зарегистрированы аскаридиоз, энтеробиоз, лямблиоз, описторхоз, анизакидоз и чесотка.

По результатам копрологических исследований в осенний период установлены яйца гельминтов следующих паразитов: фасциол и стронгилятозов желудочно-кишечного тракта (нематодир, хабертии, маршаллагии, гемонхов и др.) – от 5 до 58% от количества исследованных животных (рисунок 48). По результатам копрологических исследований были установлены яйца гельминтов

следующих паразитов: фасциол и стронгилятозов желудочно-кишечного тракта (нематодир, хабертин, маршаллагии, гемонхов и др.) – от 3 до 60% от количества исследованных животных.

Проведенные исследования показали, что Атырауская и Мангистауская области являются неблагополучными по паразитозам животных, нами было зарегистрировано более 15 видов паразитов, в основном стронгилятозы желудочно-кишечного тракта.

По данным статистики, заболеваемость людей за последние 3 года в целом по Казахстану не имеет тенденции к снижению, а эпидемическая ситуация остается напряженной. Заболеваемость людей эхинококкозом в Атырауской области в 2014 году составила 4,35 на 100 тысяч населения. Энтеробиоз человека является зоонозной патологией инвазионной природы, чаще поражается детское население. Среди населения Мангистауской области зарегистрированы эхинококкоз на 100 тысяч населения – 1,55, чесотка – 3,57, аскаридоз – 0,93, лямблиоз – 7,30.

Основными причинами, поддерживающими уровень заболеваемости населения и животных паразитами, являются: несоблюдение и невыполнение ветеринарно-санитарно-гигиенических правил при уходе за животными, постоянная инвазированность копытных животных, невыполнение мероприятий по технологии содержания животных, ослабление ветеринарного надзора, повсеместный подворный убой животных, скармливание внутренних пораженных органов собакам, нарушение требований их содержания, некачественная и несвоевременная дегельминтизация.

В целом современное состояние опасных паразитозов копытных животных в исследованных мониторинговых территориях Атырауской и Мангистауской областей остается на республиканском уровне.

Зараженность копытных животных паразитами в окрестностях г. Атырау

Мониторинговая территория	Крупный рогатый скот			Мелкий рогатый скот			Лошади		
	Исследовано	Заражено	%	Исследовано	Заражено	%	Исследовано	Заражено	%
Эхинококкоз									
г. Атырау	27	3	11.1	31	2	6.45	-	-	-
Окр. города	15	1	6.6	25	1	4.0	-	-	-
Окр. города	17	2	11.7	30	3	10.0	-	-	-
Итого %	59	6	10.1	86	6	6.9	-	-	-
Фасциолез									
г. Атырау	30	2	6.6	22	1	5	-	-	-
Окр. города	27	2	7.4	25	1	4.0	-	-	-
Окр. города	25	1	4.0	28	1	3.6	-	-	-
Итого %	82	5	6.0	75	3	4.0	-	-	-
Стронгилятозы									
г. Атырау	23	4	7.4	-	-	-	17	3	17.6
Окр. города	20	3	15.0	-	-	-	10	2	20.0
Окр. города	23	3	17.4	40	6	15.1	-	-	-
Итого %	66	10	15.1	40	6	15.1	27	5	18.5

Зараженность копытных животных паразитами в окрестностях г. Кулсары

Мониторинговая территория	Крупный рогатый скот			Мелкий рогатый скот			Лошади		
	Исследовано	Заражено	%	Исследовано	Заражено	%	Исследовано	Заражено	%
Эхинококкоз									
Окр. г.Кулсары	30	3	10	45	3	6.6	12	0	0
Фасциолез									
Окр. г.Кулсары	27	2	7.4	25	1	4	-	-	-
Стронгилятозы									
Окр. г.Кулсары	22	4	18.1	32	5	15.6	14	3	21.4
Итого:	79	9	11.3	102	9	8.8	14	3	21.4

5.7.2 Изучение состояния кровососущих комаров в мониторинговых участках Казахстанской части Прикаспия

Проведен учет и сбор материалов по кровососущим комарам, возможным переносчикам многих паразитарных заболеваний. Сбор материалов производился в естественных и искусственных водоемах, затопленных подвалах жилых домов, открытых колодцах и др. (рисунок 49).



Постоянный водоем оз. Караколь



Временный водоем в Приморской зоне



Крупный водоем около МАЭК



Изолированный водоем вдоль дороги



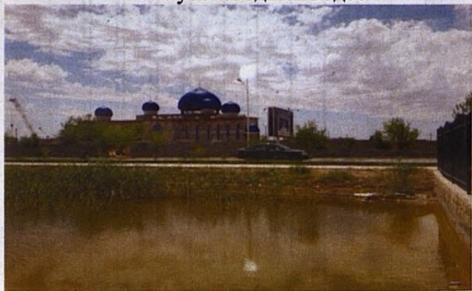
Мелководный водоем



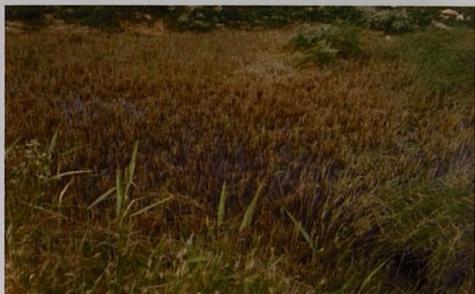
Глубоководный водоем



Временный водоем в мкр. Арай 1



Водоем в мкр. Арай 1 у магистрали



Мелкий заросший водоем



Глубокий полужаросший водоем



Открытый тип водоема в Промзоне



Учет личинок комаров в Приморской зоне



Колодцы вдоль дорог для сбора воды



Колодцы, заполненные дождевой водой



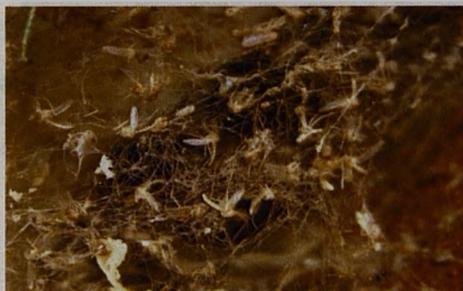
Затопленные подвалы



Подвалы домов



Имаго комаров в подьездах домов



Комары на стенах подвалов

Рисунок 49 – Места учета и сборов кровососущих комаров

В результате изучения состояния кровососущих комаров определены 7 видов и подвидов комаров-переносчиков трансмиссивных болезней человека и животных: *Aedes caspius*, *Aedes (O.) detritus* Hal, *Culex modestus*, *Culex pipiens pipiens*, *Culex pipiens molestus*, *Anopheles maculipennis messeae* Fall. и *Anopheles hircanus*. Среди них наиболее распространенными являются представители трех родов: *Aedes caspius*, *Culex modestus*, *Anopheles maculipennis* (рисунок 50).



род *Anopheles*



род *Aedes*



род *Culex*

Рисунок 50 – Имаго наиболее распространенных родов кровососущих комаров

Определена численность личинок комаров на 1 м² для *Aedes caspius* – от 30 экз. весной до 400 экз. летом, *Culex modestus* – от 14 экз. весной до 410 экз. летом, *Anopheles maculipennis* – от 1 экз. в конце весны до 16 экз. летом (таблицы 45-50).

Исследована суточная активность нападения кровососущих комаров на животных и людей, которая в наибольшей степени проявлялась в утренние (с 5 до 11 ч.) и вечерние часы (с 18 до 23 ч.). За 10 минут экспозиций на себя получено от 21 до 32 укусов в основном имаго *Culex modestus*, *Aedes caspius*; 1-3 укусов *Anopheles maculipennis* (рисунок 51).



Комары р. *Culex*



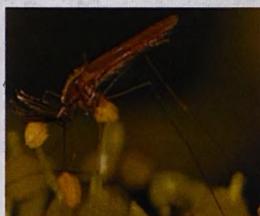
Комары р. *Aedes*

Рисунок 51 – Момент кровососания «городских» комаров

Изучена сезонная активность нападения комаров. В летний период численность кровососущих комаров по сравнению с показателями весеннего и осеннего периодов увеличивалась в 2-3 раза и достигала пиковой численности в июле-августе.

Численность личинок кровососущих комаров *Culex pipiens molestus* в затопленных подвалах жилых домов мониторинговых территорий колебалась весной от 321 до 735 экз., имаго – от 12 до 21 экз., летом – личинок от 538 до 1072 экз., имаго – от 29 до 38 экз. на 1 м² водной и настенной поверхности подвальных помещений многоэтажных домов.

Самыми доминантными оказались представители 3 видов – *Aedes (O.) caspius caspius* Pall., *Culex (B.) modestus* Fig и *Anopheles maculipennis* (рисунок 52).



Culex modestus



Anopheles maculipennis



Aedes caspius

Рисунок 52 – Имаго наиболее распространенных видов кровососущих комаров

Определена фенология развития и динамика изменения численности комаров-переносчиков трансмиссивных болезней в черте мониторинговых территорий и их окрестностях (рисунок 53).

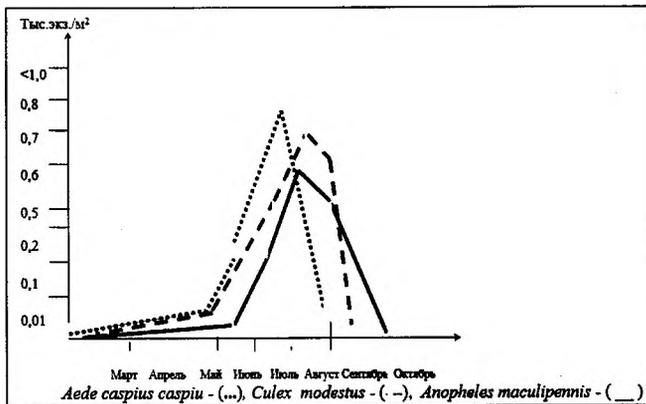


Рисунок 53 – Показатели по фенологии развития и численности кровососущих комаров *Aede caspius caspiu* – (...), *Culex modestus* – (---), *Anopheles maculipennis* – (___) по данным 2016 г.

Полученные данные по видовому разнообразию, распространению, фенологии развития и определения сезонной и суточной активности нападения кровососущих комаров на людей и животных позволяют правильно организовать практические работы по борьбе с комарами в условиях Атырауской и Мангистауской областей.

Установлено, что поддержанию высокой численности кровососущих комаров в городских условиях способствуют благоприятные для их развития стабильное наличие воды в подвальных помещениях жилых и др. помещений и уровень температуры воды (выше 20 °C) за счет вытекания воды из труб горячего водоснабжения, которые являются одним из антропогенных факторов, способствующих круглогодичному циклу их развития.

В качестве еще одного антропогенного фактора, предрасполагающего к высокой численности кровососущих комаров в условиях мониторинговых городов, следует отнести наличие многочисленных временных, искусственно образованных водоемов за счет осадков в весенний период возле жилых и производственных построек, вдоль дорог во многих микрорайонах города, где активно ведутся строительные работы из-за ненадлежащего качества проводимых работ. Устранение этих причин поволит своевременно разработать план необходимых мероприятий по предупреждению этих паразитарных болезней и усилить контроль за состоянием численности комаров-переносчиков, что позволит минимизировать вероятность заболевания людей и животных.

В целях практического руководства для улучшения экологической ситуации в регионе составлены два каталога в качестве методических пособий и две рекомендации для борьбы с опасными паразитами и комарами-переносчиками трансмиссивных болезней животных и человека.

**Результаты учета численности кровососущих комаров (водные фазы развития и имаго) в мониторинговых территориях
г. Атырау и его окрестности в естественных условиях**

Виды кровососущих комаров	Численность комаров на 1 м ² учетной площади в экземплярах																		Оптимальные сроки проведения противокмаринных мероприятий
	Весенний период						Летний период						Осенний период						
	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	
<i>Aedes caspius</i>	17	8	4	2	1	2	117	102	94	85	41	32	21	19	9	5	0	0	Начало мероприятий с третьей декады апреля до конца мая с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Aedes detritus</i>	8	3	1	1	1	-	89	81	63	57	30	12	7	1	0	0	0	0	Начало мероприятий с середины апреля до конца мая с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Culex modestus</i>	7	3	2	1	1	1	109	114	96	86	38	25	28	18	9	6	0	0	Начало мероприятий с второй декады мая по август с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Culex pipiens</i>	5	2	1	-	-	1	62	55	38	33	26	11	6	2	1	0	0	0	Начало мероприятий с третьей декады мая до середины августа с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Anopheles maculipennis</i>	3	1	1	-	-	-	7	5	3	2	2	2	2	1	1	0	0	0	Начало мероприятий с конца мая декады мая до сентября с интервалом через каждые 15 дней.
Примечания: I – личинки первой стадии; II – личинки второй стадии; III – личинки третьей стадии; IV – личинки четвертой стадии; K – куколки; И – имаго																			

**Результаты учета численности кровососущих комаров (водные фазы развития и имаго) в мониторинговых территориях
г. Кулсары и его окрестности в естественных условиях**

Виды кровососущих комаров	Численность комаров на 1 м ² учетной площади в экземплярах																		Оптимальные сроки проведения противокмаринных мероприятий
	Весенний период						Летний период						Осенний период						
	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	
<i>Aedes caspius</i>	21	15	9	4	1	3	127	119	111	94	48	31	21	19	9	5	0	0	Начало мероприятий с третьей декады апреля до конца мая с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Aedes detritus</i>	12	7	5	5	1	-	95	88	71	65	36	9	8	1	0	0	0	0	Начало мероприятий с середины апреля до конца мая с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Culex modestus</i>	8	5	4	6	2	3	117	124	96	95	46	29	35	24	11	7	0	0	Начало мероприятий с второй декады мая по август с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Culex pipiens</i>	6	3	-	-	-	-	68	58	46	36	28	12	6	1	0	0	0	0	Начало мероприятий с третьей декады мая до середины августа с интервалом через каждые 15 дней.

Виды кровососущих комаров	Численность комаров на 1 м ² учетной площади в экземплярах																		Оптимальные сроки проведения противокмаринных мероприятий
	Весенний период						Летний период						Осенний период						
	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	
<i>Anopheles maculipennis</i>	3	1	1	-	-	-	9	6	3	2	2	3	3	1	1	0	0	0	Начало мероприятий с конца мая декады мая до начала сентября с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Anopheles hyrcanus</i>	1	1	-	-	-	-	5	4	2	1	1	2	2	2	1	0	0	0	Начало мероприятий с начала июня до начала сентября с интервалом через каждые 15 дней.

Примечания:
I – личинки первой стадии;
II – личинки второй стадии;
III – личинки третьей стадии;
IV – личинки четвертой стадии;
K – куколки,
И – имаго

**Результаты учета численности кровососущих комаров (водные фазы развития и имаго) в мониторинговых территориях
пгт. Индербор и его окрестности в естественных условиях**

Виды кровососущих комаров	Численность комаров на 1 м ² учетной площади в экземплярах																		Оптимальные сроки проведения противокомариных мероприятий
	Весенний период						Летний период						Осенний период						
	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	
<i>Aedes caspius</i>	13	4	2	1	1	1	101	93	83	79	34	21	16	10	2	0	0	0	Начало мероприятий с третьей декады апреля до конца мая с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Aedes detritus</i>	4	1	-	-	-	-	80	78	58	50	29	10	8	2	0	0	0	0	Начало мероприятий с середины апреля до конца мая с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Culex modestus</i>	2	-	-	-	-	-	100	109	87	81	36	22	22	11	6	1	0	0	Начало мероприятий с второй декады мая по август с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Anopheles maculipennis</i>	1	-	-	-	-	-	5	3	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	Начало мероприятий с конца мая декады мая до начала сентября с интервалом через каждые 15 дней.
<p><i>Примечания:</i> I – личинки первой стадии; II – личинки второй стадии; III – личинки третьей стадии; IV – личинки четвертой стадии; K – куколки; И – имаго</p>																			

Динамика учета численности кровососущих комаров (водные фазы развития и имаго) в мониторинговых территориях г. Актау и его окрестности

Виды кровососущих комаров	Численность комаров на 1 м ² учетной площади в экземплярах																		Оптимальные сроки проведения противокомариных мероприятий
	Весенний период						Летний период						Осенний период						
	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	
<i>Aedes caspius</i>	12	5	3	2	1	2	96	82	76	69	34	29	14	11	4	1	-	-	Начало мероприятий с третьей декады апреля до конца мая с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Aedes detritus</i>	3	1	1	-	-	-	62	71	48	56	22	10	4	1	1	-	-	-	Начало мероприятий с середины апреля до конца мая с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Culex modestus</i>	4	2	1	-	-	1	67	81	90	74	32	14	20	9	5	2	-	-	Начало мероприятий с второй декады мая по август с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Anopheles hyrcanus</i>	2	1	1	-	-	1	3	2	1	1	1	1	-	1	1	-	-	-	Начало мероприятий с третьей декады мая до середины августа с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Anopheles maculipennis</i>	3	2	2	-	-	-	4	3	2	1	1	2	1	2	2	-	-	-	Начало мероприятий с конца мая декады мая до сентября с интервалом через каждые 15 дней.
Примечания I – личинки первой стадии; II – личинки второй стадии; III – личинки третьей стадии; IV – личинки четвертой стадии; K – куколки, И – имаго																			

Динамика учета численности кровососущих комаров (водные фазы развития и имаго) в мониторинговых территориях г. Жанаозен

Виды кровососущих комаров	Численность комаров на 1 м ² учетной площади в экземплярах																		Оптимальные сроки проведения противокомариных мероприятий
	Весенний период						Летний период						Осенний период						
	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	
<i>Aedes caspius</i>	10	7	4	2	1	1	87	96	90	88	36	24	11	8	4	2	-	-	Начало мероприятий с третьей декады апреля до конца мая с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Aedes detritus</i>	3	1	1	-	1	-	65	56	62	54	24	5	2	-	0	-	-	-	Начало мероприятий с середины апреля до конца мая с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Culex modestus</i>	3	2	1	-	1	1	84	90	86	82	38	26	14	10	8	2	-	-	Начало мероприятий с второй декады мая по август с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Anopheles maculipennis</i>	1	1	-	-	-	-	3	2	4	4	3	2	2	1	0	-	-	-	Начало мероприятий с конца мая декады мая до начала сентября с интервалом через каждые 15 дней.
<p><i>Примечания:</i> I – личинки первой стадий; II – личинки второй стадий; III – личинки третьей стадий; IV – личинки четвертой стадий; K – куколки, И – имаго</p>																			

**Динамика учета численности кровососущих комаров (водные фазы развития и имаго) в мониторинговых территориях
г. Форт-Шевченко и его окрестности в естественных условиях**

Виды кровососущих комаров	Численность комаров на 1 м ² учетной площади в экземплярах																		Оптимальные сроки проведения противокомариных мероприятий
	Весенний период						Летний период						Осенний период						
	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	I	II	III	IV	K	И	
<i>Aedes caspius</i>	7	1	2	-	1	1	22	14	16	20	14	15	2	1	1	-	-	-	Начало мероприятий с третьей декады апреля до конца мая с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Aedes detritus</i>	2	1	1	-	-	-	6	8	10	14	4	8	2	1	-	-	-	-	Начало мероприятий с середины апреля до конца мая с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Culex modestus</i>	4	1	1	-	-	-	18	14	18	22	16	18	4	2	2	-	-	-	Начало мероприятий с второй декады мая по август с интервалом через каждые 15 дней.
<i>Anopheles maculipennis</i>	1	1	-	-	-	-	2	1	2	1	2	1	2	0	0	-	-	-	Начало мероприятий с конца мая декады мая до начала сентября с интервалом через каждые 15 дней.
<p><i>Примечания:</i> I – личинки первой стадии; II – личинки второй стадии; III – личинки третьей стадии; IV – личинки четвертой стадии; K – куколки; И – имаго</p>																			

Направление 3. Оценка риска техногенного влияния на здоровье населения казахстанской части Прикаспия

5.8 Определение воздействия техногенных факторов на генетический статус населения мониторинговых зон Прикаспия

5.8.1 Выбор когорт населения для исследования

Для определения воздействия техногенных факторов на генетический статус населения мониторинговых зон Прикаспия был собран биоматериал, представляющий собой образцы периферической крови людей (раздел 2.1), проживающих в Атырауской (г. Атырау, г. Кульсары, пос. Индербор) и Мангистауской (г. Актау, г. Жанаозен, г. Форт-Шевченко) областях. В качестве контроля был выбран экологически благоприятный регион, соответствующий по климатогеографическим условиям Прикаспия – Алматинская область, Алакольский район, г. Ушарал. В результате организованных мероприятий по сбору биоматериала в 2015 г. были собраны образцы периферической крови от 86 человек из Атырауской области; в 2016 г. были собраны образцы от 74 человек из Мангистауской области; в 2017 г. – от 51 человека из Алматинской области. Согласно анкетным данным, по национальному составу все три группы однородны и представлены лицами казахской национальности (100%). В таблице 51 отражены репрезентативные данные по исследуемым когортам.

Таблица 51

Возрастно-половой состав исследуемых групп

Область	Всего человек	Муж., чел. (%)	Жен., чел. (%)	Годы рождения (средний возраст)
Атырауская область	86	18 (21%)	68 (79%)	1941-2001 (47,52±1,12)
Мангистауская область	74	5 (7%)	69 (93%)	1939-1996 (39,95±1,52)
Алматинская область	51	29 (57%)	22 (43%)	1964-2001 (19,61±1,12)

В таблицах 52 и 53 представлены данные по видам заболеваний, встречающихся у жителей Атырауской и Мангистауской областей.

Таблица 52

Медицинский статус представителей исследуемых населенных пунктов Атырауской области

Населенный пункт	Диагноз, количество человек (%)					Всего
	ССЗ	СД	гипотиреоз	БА	Другие	
г. Атырау	4 (13%)	1 (3%)	3 (10%)	2 (7%)	4 (13%)	14 (47%)
г. Кульсары	6 (18%)	3 (9%)	4 (12%)	2 (6%)	5 (15%)	20 (59%)
пос. Индербор	2 (9%)	-	-	-	2 (9%)	4 (18%)

Примечания:
ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания
СД – сахарный диабет
БА – бронхиальная астма

**Медицинский статус представителей исследуемых населенных пунктов
Мангистауской области**

Город	Диагноз, количество человек (%)					
	ССЗ	АБ	гипотиреоз	плеврит	туберкулез	Всего
г. Актау	-	-	-	-	-	-
г. Форт-Шевченко	2 (8%)	2 (8%)	4 (16%)	1 (4%)	1 (4%)	10 (40%)
г. Жанаозен	-	-	3 (12,5%)	-	-	3 (12,5%)

Примечания:
 ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания
 АБ – астматический бронхит

Было выявлено, что у жителей Атырауской области чаще встречаются заболевания сердечно-сосудистой системы и, в основном, это гипертония и артериальная гипертензия. Кроме того, отмечен высокий процент гипотиреоза, бронхиальной астмы и сахарного диабета у жителей г. Атырау и г. Кульсары (таблица 52). Данные виды заболеваний не встречаются у исследуемых жителей пос. Индербор. Также, в исследуемых когортах встречаются другие виды заболеваний, такие как гастрит, аллергия, анемия, проблемы с почками и органами малого таза и др. Онкологических заболеваний в данных группах не обнаружено.

Согласно данным, представленным в анкетах, люди, составляющие выборку из г. Актау, не имеют каких-либо хронических заболеваний (все 25 человек являются здоровыми). Анализ анкетных данных людей, проживающих в г. Форт-Шевченко и г. Жанаозен, выявил высокий процент гипотиреоза: в выборке из г. Жанаозен 12,5% людей с данным заболеванием, а в выборке из г. Форт-Шевченко – 16%. Кроме того, в когорте людей из г. Форт-Шевченко имеются заболевания сердечно-сосудистой системы, астматический бронхит, плеврит и туберкулез (таблица 53).

В контрольной группе людей из Алматинской области хронических заболеваний не обнаружено – все исследуемые индивиды являются условно здоровыми.

5.8.2 Цитогенетический анализ населения мониторинговых зон Прикаспия и зоны сравнения

Цитогенетическому обследованию (методика представлена в разделе 2.2.8) были подвергнуты жители Прикаспийского региона из Атырауской и Мангистауской областей и жители Алматинской области, являющейся регионом сравнения. В таблице 54 приведены результаты цитогенетического анализа по всем исследуемым группам. Согласно полученным данным, среднегрупповая частота хромосомных aberrаций в выборке из Атырауской области составила $3,73 \pm 0,22\%$; в выборке из Мангистауской области – $1,61 \pm 0,16\%$, и в выборке из Алматинской области – $1,56 \pm 0,11\%$.

**Частота и спектр aberrаций хромосом у жителей Прикаспийского региона и
Алматинской области**

Частота aberrаций, %	Атырауская область	Мангистауская область	Алматинская область
Хроматидные пробелы	0.39±0.07	0.45±0.09	0.24±0.07
Хроматидные разрывы	0.41±0.08	0.46±0.09	0.12±0.05
Одиночные фрагменты	0.39±0.07	0.17±0.05	0.22±0.07
Хроматидные обмены	0	0.05±0.03	0
<i>Частота aberrаций хроматидного типа</i>	1.19±0.13	1.13±0.14	0.58±0.11
Хромосомные пробелы	0.39±0.07	0.12±0.05	0
Хромосомные разрывы	0.15±0.05	0.12±0.05	0
Парные фрагменты	1.47±0.14	0.17±0.05	0.04±0.03
Дицентрики	1.08±0.12	0.17±0.05	0
Кольца	0.03±0.02	0	0
<i>Частота aberrаций хромосомного типа</i>	3.13±0.21	0.58±0.10	0.04±0.03
Всего aberrаций	308	100	31
Частота aberrаций	4.32±0.24	1.71±0.17	0.62±0.11
Число изученных клеток	7135	5837	4981
Частота клеток с aberrациями	3.73±0.22	1.61±0.16	0.56±0.11
Число клеток с aberrациями	266	94	28

Наиболее высокий процент аномальных клеток был обнаружен у населения Атырауской области, где средняя частота последних достоверно превышает аналогичные показатели по Алматинской области в 6,7 раз ($t_{st}=12,68$; $P<0,001$). Согласно нашему анализу, Мангистауская область также отличается неблагоприятными показателями по цитогенетике – статистические расчеты выявили достоверное превышение уровня aberrаций по сравнению с Алматинской областью в 3 раза ($t_{st}=5,53$; $P<0,001$).

Среди aberrаций хроматидного типа у жителей Прикаспия преобладают разрывы. Так, хроматидные разрывы у обследуемых людей из Атырауской области встречаются с частотой 0.41±0.08%, а из Мангистауской области с частотой 0.46±0.09%, что в 3,4 раза ($t_{st}=2,9$; $P<0,01$) и в 4 раза ($t_{st}=3,4$; $P<0,001$), соответственно, выше по сравнению с Алматинской областью. Средняя частота хроматидных аномалий у жителей Прикаспийского региона показывает достоверное двукратное увеличение по сравнению с контролем ($t_{st}=3,39$ – для Атырауской обл. и $t_{st}=3,06$ – для Мангистауской обл. при $P<0,01$). Это свидетельствует о повышенной техногенной нагрузке химической природы на исследуемые мониторинговые зоны Прикаспия.

Полученные нами данные свидетельствуют об очень высоком уровне aberrаций хромосомного типа у жителей Прикаспийского региона, особенно Атырауской области, где средняя частота aberrаций хромосомного типа составила 3,13±0,21%, достоверно превышая ($t_{st}=14,71$; $P<0,001$) аналогичные показатели по Алматинской области (0.04±0.03%). У обследуемых жителей Мангистауской области этот показатель составил 0.58±0.10%, что также достоверно выше, чем в контрольной области ($t_{st}=5,4$; $P<0,001$). Спектральный

анализ цитогенетических нарушений выявил, что среди aberrаций хромосомного типа преобладают парные фрагменты и дицентрические хромосомы, преимущественно у жителей Атырауской области ($1.47 \pm 0.14\%$ и $1.08 \pm 0.12\%$ соответственно). Кроме того, средняя частота aberrаций хромосомного типа в популяции данной области в 2,6 раз выше средней частоты aberrаций хроматидного типа, что позволяет предполагать наличие радиационного воздействия на хромосомный аппарат жителей Атырауской области.

Таким образом, цитогенетический мониторинг населения Прикаспийского региона показал, что у обследованных людей наблюдается широкий спектр хромосомных нарушений, при этом наиболее высокий уровень частоты aberrаций хромосом определен у жителей Атырауской области. Данный факт может указывать на изменение общей картины спектра хромосомных повреждений не только химической природы (загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами), но и радиоактивными изотопами.

5.8.3 Молекулярно-генетический анализ населения мониторинговых зон Прикаспия и зоны сравнения

Проведен молекулярно-генетический анализ населения мониторинговых зон Прикаспия и зоны сравнения по генам *GSTM1* и *GSTT1*, кодирующим ферменты второй фазы детоксикации ксенобиотиков (раздел 2.2.15). В результате проведенного анализа выявлены различные аллельные состояния генов *GSTM1* и *GSTT1*, определяющие наличие (положительный, «позитивный» генотип, (+/+)) и (+/-) и отсутствие (отрицательный, «негативный» генотип, (-/-)) белковых продуктов генов.

Данные, отражающие распространение нормальных и «нулевых» аллелей *GSTT1* и *GSTM1* генов в трех изученных нами популяциях, суммированы в таблице 55.

Таблица 55

Частоты полиморфных аллелей генов *GST*-семейства в изученных популяциях Прикаспийского региона и Алматинской области

Область	<i>GSTT1</i>		<i>GSTM1</i>	
	+	-	+	-
Атырауская область	0,412	0,588	0,315	0,685
Мангистауская область	0,272	0,728	0,212	0,788
Алматинская область	0,335	0,665	0,301	0,699
Литературные данные: европейцы	0,615 – 0,840	0,385 – 0,160	0,460 – 0,520	0,540 – 0,480
Литературные данные: азиаты	0,460 – 0,520	0,540 – 0,480	0,460 – 0,510	0,540 – 0,490

Согласно полученным нами данным, частота делеционных аллелей *GSTT1* и *GSTM1* генов в общей популяции Атырауской области по трем населенным пунктам составила 0,588 и 0,685 соответственно, Мангистауской области – 0,728 и 0,788 соответственно, Алматинской области – 0,665 и 0,699 соответственно, что существенно превышает известные показатели для азиатских популяций (таблица 55). Наиболее высокая частота делеций по генам *GSTT1* и *GSTM1* наблюдается у жителей Мангистауской области.

По распределению «нулевых» (–/–) генотипов внутри исследуемых групп мы получили следующие данные: частота –/– генотипа гена *GSTT1* у жителей Атырауской области составляет 35%, у жителей Мангистауской области – 53%, у жителей Алматинской области – 44%, а частота нулевого генотипа гена *GSTM1* – 47%, 62% и 49%, соответственно. Наименьшее количество носителей «нулевых» генотипов *GSTT1* и *GSTM1* наблюдается среди жителей Атырауской области. Согласно литературным данным, число людей, гомозиготных по делетированному аллелю гена *GSTM1*, составляет 40–60% среди европеоидов, 27–35% – среди негроидов и 32–53% – среди монголоидов. Гомозиготными по делетированному аллелю гена *GSTT1* являются 15–30% европеоидов, 22–29% негроидов и 38–58% монголоидов [98-101]. Видно, что исследуемые нами популяции по частоте встречаемости делеционных генотипов гена *GSTT1* близки к монголоидам, а гена *GSTM1* – к европеоидам.

Поиск генетических маркеров является наиболее информативным, когда в анализ включается исследование комбинаций генотипов по полиморфным системам. Для этого нами были рассмотрены комбинации генотипов по *GSTM1* и *GSTT1* генов (таблица 56).

Таблица 56

Распределение генотипов *GSTT1* и *GSTM1* генов в исследуемых популяциях

Область	<i>GSTT1</i> (+/+,+/-) и <i>GSTM1</i> (+/+,+/-)	<i>GSTT1</i> (+/+,+/-) и <i>GSTM1</i> (-/-)	<i>GSTT1</i> (-/-) и <i>GSTM1</i> (+/+,+/-)	<i>GSTT1</i> (-/-) и <i>GSTM1</i> (-/-)	Всего, чел.
Атырауская	30% (24 чел.)	36% (29 чел.)	23% (19 чел.)	11% (9 чел.)	81
Мангистауская	15% (10 чел.)	32% (21 чел.)	23% (15 чел.)	30% (20 чел.)	66
Алматинская	33% (14 чел.)	23% (10 чел.)	19% (8 чел.)	26% (11 чел.)	43

Как видно из данных, представленных в таблице 56, у жителей Мангистауской области частота «нулевых» генотипов по обоим генам практически совпадает с таковой для Алматинской области и в 3 раза выше, чем у обследуемых жителей Атырауской области, однако разница не является достоверной ($P \geq 0,05$).

Как упоминалось ранее, гены глутатион-S-трансфераз вовлечены в патогенез различных видов рака и выступают в качестве модификаторов и факторов риска при самых различных заболеваниях, связанных с неблагоприятным действием факторов внешней среды. Предполагают, что функциональное значение для организма имеет только гомозиготность по нулевым вариантам генов, поскольку в этом случае все синтезируемые глутатион-трансферазы практически или совсем не обладают ферментативной активностью [137-140].

Для анализа состояния репарационных систем организма у жителей Прикаспийского региона был изучен полиморфизм гена *XRCC1* Arg³⁹⁹Gln (rs25487), участвующего в репарации однонитевых разрывов ДНК (раздел 2.2.15). Результаты исследования частот полиморфных вариантов гена *XRCC1* представлены в таблицах 57 и 58.

Таблица 57

Распределение генотипов полиморфизма Arg³⁹⁹Gln гена XRCC1 у жителей Атырауской области и в контроле

Ген	Варианты генотипов	Атырауская область, % (чел.)	Алматинская область, % (чел.)	χ^2	P	OR (95% CI)
		n=81 чел.	n=50 чел.			
XRCC1 Arg ³⁹⁹ Gln	Arg/Arg	51% (41 чел.)	48% (24 чел.)	3,617	0,164	1,11 (0,55-2,25)
	Arg/Gln	39% (32 чел.)	50% (25 чел.)			0,65 (0,32-1,33)
	Gln/Gln	10% (8 чел.)	2% (1 чел.)			5,37 (0,65-44,30)
	Arg	0.704	0.730	0,209	0,647	0,88 (0,50-1,53)
	Gln	0.296	0.270			1,14 (0,65-1,98)

Таблица 58

Распределение аллелей и генотипов полиморфизма Arg³⁹⁹Gln гена XRCC1 у жителей Мангистауской области и в контроле

Ген	Варианты генотипов	Мангистауская область, % (чел.)	Алматинская область, % (чел.)	χ^2	P	OR (95% CI)
		n=68 чел.	n=50 чел.			
XRCC1 Arg ³⁹⁹ Gln	Arg/Arg	59% (40 чел.)	48% (24 чел.)	7,427	0,024	1,55 (0,74-3,23)
	Arg/Gln	29% (20 чел.)	50% (25 чел.)			0,42 (0,19-0,89)
	Gln/Gln	12% (8 чел.)	2% (1 чел.)			6,53 (0,79-54,04)
	Arg	0.735	0.730	0,008	0,928	1,03 (0,57-1,84)
	Gln	0.265	0.270			0,97 (0,54-1,74)

Анализ распределения аллелей и генотипов полиморфизма Arg³⁹⁹Gln гена XRCC1 среди жителей Прикаспийского региона выявил следующие различия, близкие к достоверным: частота гомозиготного генотипа по мутантному аллелю (Gln/Gln) выше среди жителей Мангистауской области (12%) по сравнению с контрольной группой из Алматинской области (2%), P=0.024, OR=6.53, 95%CI: 0.79-54.04. Среди жителей Атырауской и Алматинской областей статистически значимых различий в распределении аллелей и генотипов XRCC1 Arg³⁹⁹Gln гена не выявлено (P>0,05). Определение частот аллелей в исследуемых нами группах и сравнительный анализ полученных данных с международной базой NCBI по другим популяциям показал, что исследуемые нами популяции из трех областей Казахстана по распределению аллелей близки к азиатским популяциям (Arg: 0,721-0,726; Gln: 0,274-0,279) [141].

Олигонуклеотидный полиморфизм Arg³⁹⁹Gln находится в белоккодирующей последовательности гена XRCC1. При анализе литературы выявлено, что изменения в данном полиморфном локусе гена XRCC1 предрасполагают их носителей к ряду онкологических заболеваний, например к раку легкого, молочной железы, толстого кишечника и пищевода, но в то же время защищают от аденокарциномы колоректальной области и рака кожи немеланомной природы,

а также являются индифферентными по отношению к другим видам онкологических заболеваний: раку желудка, полости рта и желчного пузыря [77-80].

5.8.4 Анализ ассоциации индивидуальных генотипов с индукцией хромосомных мутаций

Для оценки относительного риска индукции хромосомных мутаций у лиц определенного генотипа исследуемых генов детоксикации ксенобиотиков (*GSTT1* и *GSTM1*) и репарации ДНК (*XRCC1* Arg³⁹⁹Gln) проведен анализ связи генотипа с частотой хромосомных мутаций. Для этого были выделены индивиды, имеющие низкую частоту хромосомных мутаций (менее 3%) и высокую частоту хромосомных мутаций (более 3%). Результаты данного анализа суммированы в таблицах 59 и 60.

Таблица 59

Ассоциация индивидуальных генотипов по гену *XRCC1* Arg³⁹⁹Gln с индукцией хромосомных мутаций (ХМ) у жителей Прикаспийского региона

Ген	Генотип	Низкая частота ХМ (менее 3%), чел. (%)	Высокая частота ХМ (более 3%), чел. (%)	OR	CI (95%)	P
Атырауская область		N=38	N=36			
<i>XRCC1</i> Arg ³⁹⁹ Gln	Arg/Arg	20 (53%)	16 (44,5%)	0,72	0,29 – 1,80	0,769
	Arg/Gln	14 (37%)	16 (44,5%)	1,37	0,54 – 3,48	
	Gln/Gln	4 (10%)	4 (11%)	1,06	0,24 – 4,61	
Мангистауская область		N=55	N=10			
<i>XRCC1</i> Arg ³⁹⁹ Gln	Arg/Arg	33 (60%)	5 (50%)	0,67	0,17 – 2,58	0,717
	Arg/Gln	15 (27%)	4 (40%)	1,78	0,44 – 7,19	
	Gln/Gln	7 (13%)	1 (10%)	0,76	0,08 – 6,97	

Таблица 60

Ассоциация индивидуальных генотипов по генам *GSTT1* и *GSTM1* с индукцией хромосомных мутаций (ХМ) у жителей Прикаспийского региона

Ген	Генотип	Низкая частота ХМ (менее 3%), чел. (%)	Высокая частота ХМ (более 3%), чел. (%)	t _{rel} (P)
Атырауская область		N=39	N=36	
<i>GSTT1</i>	+/, +/-	25 (64%)	22 (61%)	0,163 (0,871)
	-/-	14 (36%)	14 (39%)	0,212 (0,833)
<i>GSTM1</i>	+/, +/-	23 (59%)	16 (44%)	0,842 (0,403)
	-/-	16 (41%)	20 (56%)	0,883 (0,38)
Мангистауская область		N=50	N=9	
<i>GSTT1</i>	+/, +/-	24 (48%)	4 (44%)	0,139 (0,89)
	-/-	26 (52%)	5 (56%)	0,139 (0,89)
<i>GSTM1</i>	+/, +/-	20 (40%)	3 (33%)	0,275 (0,784)
	-/-	30 (60%)	6 (67%)	0,244 (0,808)

Проведенный анализ не выявил достоверной ассоциации индивидуальных генотипов генов детоксикации ксенобиотиков (*GSTT1* и *GSTM1*) и репарации

ДНК (*XRCCI Arg³⁹⁹Gln*) с частотой хромосомных нарушений у жителей мониторинговых зон Прикаспия ($P > 0,05$). Однако в литературе имеется большое количество данных, показывающих связь генетического полиморфизма генов *GSTT1*, *GSTM1* и *XRCCI* с цитогенетическими нарушениями у лиц, контактирующих с потенциальными мутагенами и канцерогенами окружающей среды [142, 143]. В связи с этим, полученные нами данные по молекулярно-генетическому анализу генов детоксикации ксенобиотиков и репарации ДНК у жителей мониторинговых зон Прикаспия, по-видимому, обусловлены малой выборкой исследуемых групп.

Тем не менее, проведенный нами цитогенетический анализ жителей Мангистауской и Атырауской областей показал повышенный, по сравнению с контролем, уровень цитогенетических нарушений как в общей структуре, так и по отдельным видам хромосомных aberrаций. Полученные превышения частоты aberrаций хромосом могут рассматриваться как результат негативного влияния загрязнителей химической и радиационной природы на структуру генетического аппарата клеток жителей Прикаспийского региона.

5.9 Исследование соматического здоровья населения казахстанской части Прикаспия

Обследование населения г. Ушарал Алакольского района Алматинской области (103 чел.) по шкале Апанасенко показало наличие «среднего» уровня здоровья у 41% жителей в основном в возрастной группе от 20 до 40 лет, у 28% жителей – уровень здоровья «ниже среднего» и 31% населения в основном старше 50 лет, – «низкий» уровень здоровья (таблица 61).

Таблица 61

Экспресс-оценка уровня здоровья населения г. Ушарал Алакольского района Алматинской области (контрольные исследования)

Показатель/возрастная группа	20-30 лет (17 чел.)	30-40 лет (25 чел.)	40-50 лет (29 чел.)	50-60 лет (32 чел.)
Индекс Кетле	21,32±0,24	23,53±0,50*	27,32±0,51*	27,51±0,68*
баллы	0	0	-2	-2
ЖИ	56,093±1,82	47,69±0,65*	38,23±0,82*	39,20±1,51*
баллы	3	2	1	1
Динамометрия кисти	49,34±1,46	42,93±0,80*	41,01±0,85*	40,38±1,33*
баллы	0	0	0	0
Индекс Робинсона-ЧССхАДсист/100	94,89±1,67	86,29±0,96*	94,30±1,64**	100,36±2,43*
баллы	0	0	0	-1
Время восстановления пульса, с	1,23±0,07	1,31±0,01*	1,30±0,07*	1,45±0,01*
баллы	5	5	5	3
сумма баллов	8	7	4	1

Показатель/возрастная группа	20-30 лет (17 чел.)	30-40 лет (25 чел.)	40-50 лет (29 чел.)	50-60 лет (32 чел.)
общая оценка уровня здоровья	Средний	Средний	Ниже среднего	Низкий
Примечания: * – $p \leq 0,01$; ** – $p \leq 0,05$ между возрастными группами				

Анализ данных обследования населения г. Атырау, г. Кульсары, пгт. Индербор и с. Сартугай Атырауской области (312 чел.) показал, что средний уровень здоровья имеют 7% населения, 56% жителей разного возраста имеют уровень здоровья «ниже среднего» показатели остальных жителей (37%) соответствовали «низкому» уровню здоровья, что отражало наличие проблем, требующих тщательного терапевтического обследования в клиниках (таблицы 62, 63).

Таблица 62

Показатели уровня здоровья по шкале Апанасенко по количеству обследованных людей в населенных пунктах Прикаспийского региона и Алматинской области

Место проживания	Шкала здоровья по Апанасенко			Всего чел. (n=615)
	Средний (n=49)	Ниже среднего (n=239)	Низкий (n=327)	
Атырауская обл.	7	210	95	312
пгт. Индербор	7	96	0	103
г. Атырау	0	73	0	73
г. Кульсары	0	15	81	96
с. Сартугай	0	26	14	40
Мангистауская область	0	0	200	200
г. Актау	0	0	74	74
г. Форт Шевченко	0	0	63	63
г. Жанаозен	0	0	63	63
Алматинская область				
г. Ушарал	42	29	32	103

Таблица 63

Показатели уровня здоровья по шкале Апанасенко, %

Место проживания	Шкала здоровья по Апанасенко			Всего чел. (n=615)
	Средний (n=49)	Ниже среднего (n=239)	Низкий (n=327)	
Атырауская обл.	2	70	28	100
Мангистауская область	0	0	100	100
Алматинская область	41	28	31	100

При обследовании жителей Мангистауской области (г. Актау, г. Форт-Шевченко и г. Жанаозен – 200 чел.) выявлено наличие «низкого» уровня

соматического здоровья у подавляющей части, независимо от возраста и места проживания обследуемых (таблицы 62, 63). Самые низкие показатели у жителей г. Жанаозена, показатели жизненной емкости их легких были ниже должных объемов на 50-70%, что свидетельствует о влиянии экологического загрязнения на дыхательную систему людей.

Результаты исследований композиционного состава тела жителей Прикаспийского региона показали склонность к ожирению у лиц старше 50 лет, в частности у них было выявлено ожирение 1 степени, независимо от места проживания. У всех участников обследования выявлен 15% дефицит воды в организме, признаки раннего старения, выражаемые в низком уровне метаболических процессов, рост мышечной массы на 5-10% больше физиологической нормы [144], что, возможно, является одной из причин снижения функциональных свойств кардиореспираторной, пищеварительной и мочевыделительной систем организма жителей Прикаспия (таблица 64).

Таблица 64

Композиционный состав тела у обследованных жителей Мангистауской области до и после приема бальзама «Возрождение»

	Параметры	До приема		После приема	
		20-50 лет	50 лет и старше	20-50 лет	50 лет и старше
1	BEC, кг	66,40±2,31	71,10±2,60	66,23±2,37	70,90±2,56
2	M MASS, кг	44,68±0,19	44,06±1,00	44,66±0,26	44,52±1,17
3	FAT, кг	19,32±2,18	24,70±2,10	19,19±2,17	24,01±2,04
4	FAT %	28,12±2,28	33,78±1,94	28,02±2,28	32,76±1,93
5	TBW %	50,42±1,66	46,25±1,23	50,48±1,65	46,73±1,23
6	VFR	4,13±0,25	8,32±0,68	4,14±0,28	8,16±0,67
7	D of O %	14,78±1,33	22,95±4,45	14,60±1,11	22,72±4,28
8	M.age	32,28±1,60	53,36±2,57	32,10±1,49	52,52±2,48

Примечания:
 Вес, кг;
 M MASS – мышечная масса в организме, в кг;
 FAT – содержание жира в организме в кг;
 FAT % – содержание жира в организме, %;
 TBW % – вода в организме в процентах;
 VFR -VISCERAL FAT RATING – уровень висцерального жира;
 D of O% – DEGREE OF OBESITY – степень ожирения;
 M.age – METABOLIC AGE – метаболический возраст

Определение клеточного состава крови у жителей Прикаспийского региона показало наличие тенденции к дефициту клеточных элементов в крови, что, с большой долей вероятности, связано с хроническими расстройствами сердечно-сосудистой системы, снижением иммунитета и наличием гормональных нарушений у населения (таблица 65). При таком сниженном кровоснабжении развитие хронических расстройств сердечно-сосудистой системы – вполне закономерное явление.

Показатели клеточного состава крови у жителей Прикаспийского региона

Населенный пункт	Показатель		
	эритроциты, 10 ¹² /л	лейкоциты, 10 ⁹ /л	гемоглобин, г/л
Алматинская обл. (контроль)	3,98±0,04	5,51±0,12	128,2±2,23
Атырауская область			
пгт. Индербор	4,04±0,02	5,37±0,11	127,5±0,90
г. Атырау	4,05±0,03	5,00±0,009*	120,7±0,05*
г. Кульсары	4,20±0,02*	4,40±0,03*	126,5±0,60*
с. Сартугай	3,92±0,01*	4,48±0,02*	127,7±2,12
Мангистауская область			
г. Форт-Шевченко	4,03±0,18	5,82±0,34	114±5,48*
г. Актау	4,23±0,14	6,37±0,29*	114±3,29*
г. Жанаозен	5,02±0,38*	6,23±0,31*	142±6,20*
<i>Примечание:</i> * – p≤0,05, по сравнению с контрольными данными			

Следует особо подчеркнуть, что сведений о состоянии активности щитовидной железы у трудоспособного населения Прикаспийского региона до настоящего времени практически не имеется. Мы определили у жителей Прикаспия низкий уровень тиреоидных гормонов Т3 и Т4 на фоне нормального уровня гипофизарного гормона ТТГ (таблица 66). Он был минимален у жителей Атырауской области (до 50 лет) и на нижней границе референсных значений у жителей Мангистауской области. При этом отмечено повышение ТТГ до верхнего предела нормы у лиц старше 50 лет. Если учитывать тот факт, что у многих жителей отмечали низкий уровень метаболических процессов, то, возможно, именно функциональная недостаточность эндокринной железы (на минимальном уровне физиологической нормы) замедляет процессы обмена веществ в организме [145, 146].

Таблица 66

Содержание ТТГ, Т3 и Т4 в крови у взрослого населения Прикаспийского региона

Возрастные группы	ТТГ 0,3-4 мМЕ/л	Т3 1,2-3,0 нмоль/л	Т4 52-155 нмоль/л
Контроль	2,50±0,22	1,69±0,07	75,0±5,46
Атырауская обл.	1,95±0,21*	1,59±0,12	69,5±3,74*
Мангистауская обл.	1,61±0,28*	1,58±0,10	86,8±2,32*
<i>Примечание:</i> – P≤0,05, по сравнению с контрольными данными			

Исследования функционального состояния организма по данным вариабельности сердечного ритма (ВСР), проживающих в Атырауской и Мангистауской областях указывают на влияние экологических и социальных факторов. Как следует из данных, как у сельских, так и у городских жителей результаты исследований ВСР показали наличие хорошего функционального состояния у 18-20% обследованного населения, 34-35% – удовлетворительного, и почти половина респондентов имела сниженный уровень адаптационных возможностей, связанный с различными имеющимися хроническими расстройствами, в прямой

зависимости от возраста обследуемых, что сочетается с данными уровня здоровья соматического здоровья, полученными по шкале Апанасенко.

В качестве профилактических мероприятий мы предложили волонтерам в течение 45 дней принимать зарекомендовавшие себя отечественные разработки: 1) бальзам «Возрождение», предназначенный для коррекции функций щитовидной железы, иммунитета и общего состояния организма (исследования населения Прикаспия 2014-2015 гг.); 2) Шунгит [147], природный минерал на основе кварца фуллеренов структурирующий воду и очищающий ее от вредных примесей, насыщает ее макро- и микроэлементами, оказывает бактерицидное и антиоксидантное действие (исследования 2017 г. у населения с. Сартугай Махамбетского района Атырауской области).

После коррекции бальзамом «Возрождение» (1,5 мес.) почти у половины обследованных волонтеров отмечалась тенденция к улучшению показателей резервных и адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы (10%), снижение артериального давления (57%), общего самочувствия (80%). Отмечено увеличение концентраций ТТГ, Т3 и Т4 на 3-9%, повышение активности метаболического обмена и снижение жировой массы у взрослого трудоспособного населения в возрасте от 20 до 50 лет. Отмечены незначительные изменения в количестве эритроцитов и лейкоцитов в крови, но выявлена тенденция к росту гемоглобина на 5-15% по сравнению с данными, полученными до коррекции.

После применения Шунгита в качестве очистки питьевой воды и насыщения ее минеральными веществами как специфического эффекта его применения уменьшилось число людей с уровнем здоровья «ниже среднего» на 10%, выявлена тенденция к снижению веса обследуемых, что улучшило показатели жизненного индекса на 5-10% во всех возрастных группах.

Таким образом, исследование соматического состояния здоровья населения различных населенных пунктов Прикаспия выявило показатели здоровья «ниже среднего» и «низкие» у большей части обследованных (от 44% до 90%), что по сравнению с контрольными показателями (г. Ушарал – 30%) отражает экологическое неблагополучие и снижением уровня адаптационно-компенсаторных механизмов у жителей Прикаспия, наличие хронических расстройств, рост пограничных состояний между болезнью и здоровьем. Апробированные методы коррекции способны улучшить показатели здоровья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация программы позволила провести комплекс мероприятий в казахстанской части Прикаспия (6 населенных пунктов Атырауской и Мангистауской областей), включающий: определение приоритетных загрязнителей почвы, воды и донных отложений, оценку их генотоксического потенциала с использованием модельных тест-систем; определение воздействия техногенных факторов на эндемичные виды флоры и фауны, кормовые растения, сельскохозяйственных животных и переносчиков паразитарных заболеваний; оценку риска техногенного влияния на здоровье населения казахстанской части Прикаспия.

В результате показано, что основными загрязнителями воды и почвы Прикаспийского региона являются тяжелые металлы (никель, хром и кадмий), а также нитраты и нефтепродукты. Однако, как показано при испытаниях мутагенности в батареях КСТ, влияние нефтепродуктов и нитратов не является определяющим. Для экспрессной и чувствительной оценки острой и хронической токсичности воды и почвы предлагается применение метода биоиндикации, основанного на флуоресценции *Daphnia*.

С целью определения потенциальной угрозы здоровью сельскохозяйственных животных и населения региона было изучено разнообразие растительного покрова в мониторинговых населенных пунктах. Установлено, что растительность вокруг обследованных населенных пунктов отличается слабой устойчивостью к антропогенным воздействиям. Во всех наземных экосистемах, которые используются как пастбища, имеет место перевыпас скота, в результате чего наблюдается деградация растительного покрова, кормовые виды (злаки, полыни) в некоторых местах замещаются сорными и ядовитыми растениями. Изучены виды растений, аккумулирующие тяжелые металлы из почвы. Лучшими аккумулятивными способностями среди изученных растений обладает *Artemisia terrae-albae*, которая на исследуемых участках накапливает большее количество свинца, цинка, никеля и марганца по сравнению с другими видами.

Исследование популяции древесно-кустарниковых растений позволило выбрать местные виды тополей (туранги) и селитрянки Шобера в качестве объектов для разработки способов их микроклонального размножения. В результате микроклонированные растения туранги и селитрянки, адаптированные к местным условиям, были переданы заинтересованным организациям Атырауской и Мангистауской областей и высажены в населенных пунктах, что будет способствовать улучшению городского микроклимата.

Микроядерный тест озерных лягушек и рыб семейства карповых и бычковых определил наличие мутагенных эффектов водной среды практически во всех мониторинговых зонах с наихудшими показателями по р. Черная речка (окр. г. Атырау) и окрестностям г. Жанаозен.

Цитогенетические обследования овец и крупного рогатого скота показали наиболее высокие уровни хромосомных aberrаций и геномных мутаций у животных из г. Кульсары и г. Жанаозен. При этом животные из экологически благоприятного региона (г. Ушарал Алматинской области) проявляют цитогенетическую нестабильность с частотой достоверно ниже, чем животные из всех мониторинговых зон Прикаспия.

Анализ паразитарных заболеваний животных и их переносчиков установил, что Атырауская и Мангистауская области являются неблагополучными по паразитозам животных (эхинококкоз, фасциолез, дикроцелиоз, стронгилятозы, диктиокаулезы и мониезиозы), из которых наиболее распространены стронгилятозы желудочно-кишечного тракта. Однако, распространение опасных паразитозов копытных животных находится на уровне среднестатистических данных по всему Казахстану. Определены 7 видов и подвидов комаров-переносчиков трансмиссивных болезней. Предложены меры по улучшению эпидемиологической ситуации.

Цитогенетический мониторинг населения Прикаспийского региона показал, что у обследованных людей наблюдается широкий спектр хромосомных нарушений, при этом наиболее высокий уровень частоты aberrаций хромосом определен у жителей Атырауской области. Данный факт может указывать на изменение общей картины спектра хромосомных повреждений не только химической природы (загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами), но и радиоактивными изотопами. Молекулярно-генетический анализ выявил высокую частоту нефункциональных аллелей генов глутатион-S-трансфераз в исследованных когортах, что сказывается на снижении функций детоксификации ксенобиотиков.

Физиологическими исследованиями установлено, что подавляющая часть обследованного населения Атырауской и Мангистауской областей имеет низкий уровень здоровья (показатель изменялся от 44% до 90% в зависимости от населенного пункта), сопровождаемый хроническими заболеваниями кардиореспираторной, нервной и пищеварительной систем. Показано, что предложенные методы коррекции соматического здоровья (бальзам «Возрождение» и Шунгит) способны улучшить показатели физиологического статуса организма.

Всего по Программе получен 1 патент, опубликованы 93 работы, из них 5 в журналах с импакт-фактором, выпущено 13 методических рекомендаций и пособий, получено 13 актов внедрения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Состояние геосистемы Каспия. <http://bankreferatov.kz/ecologiya/56-geokaspjii.html>
- 2 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Казахской части Каспийского моря. Министерство охраны окружающей среды. РГП «Казгидромет». Департамент экологического мониторинга. http://www.kazhydromet.kz/ru/monitor_beluten.
- 3 Утесинов Б.Б. Гигиеническая оценка состояния окружающей среды и здоровья населения региона нефтегазового комплекса Мангистауской области: автореф. ... канд. мед. наук: 14.00.07. – Алматы, 2008. – 27 с.
- 4 Бейсенова Г. А. Животный мир Мангистауской области: учеб. пособ.: В 2-х ч. Ч.2. Позвоночные животные. – Актау : АктГУ, 2006. – 180 с.
- 5 Флора и фауна Каспийского моря // Каспийская энциклопедия (<https://casppnews.ru/encyclopedia/v/vidy-vselepsy-kaspiyskogo-morya>).
- 6 Naseka A.M., Bogutskaya N.G. Fishes of the Caspian Sea: zoogeography and updated check-list // *Zoosystematica Rossica*. – 2009. – Vol. 18, № 2. – P. 295-317.
- 7 Димеева Л.А., Синяева Н.И., Лысенко В.В. Оценка биоразнообразия Атырауской области для организации охраняемых территорий // Поиск. Серия естествен. науки. – 1998. – № 3. – С. 28-39. (<http://www.famous-scientists.ru/list/11183>).
- 8 Иманбаева А., Косарева О. Мангышлакский экспериментальный ботанический сад как центр интродукций растений в аридных условиях Западного Казахстана // Вестник Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. – 2009. – С.17-19.
- 9 Красная книга Казахстана /под ред. И.А.Байтулина. – Изд. 2-е, перер. и доп.– Астана: ТОО «АртPrintXXI», 2014. – Т2. – 452 с.
- 10 Викторов С.В. Растительность Устюрта и ее экология // Природа, почвы и проблемы освоения пустыни Устюрт. – Пушкино, 1984. – С. 147-154.
- 11 Курочкина Л.Я. Растительность песчаных пустынь Казахстана // Растительный покров Казахстана. – Алма-Ата, 1966. – С. 191 – 592.
- 12 Димеева Л.А., Синяева Н.И., Лысенко В.В. Оценка биоразнообразия Атырауской области для организации охраняемых территорий // Поиск. Серия естествен. науки. – 1998. – № 3. – С. 28-39. (<http://www.famous-scientists.ru/list/11183>).
- 13 Dimeyeva L.A. Phytogeography of the northeastern coast of the Caspian. Sea: native flora and recent colonizations *J Arid Land*. – 2013. – № 5(4). – P.439–451.
- 14 Димеева Л.А., Султанова Б.М., Усен К., Пермитина В.Н., Садвокасов Р.Е., Кердяшкин А.В., Иманалинова А.А. Трансформация пустынной растительности Казахстана в регионах нефтегазодобычи и возможности ее реабилитации. – Алматы, 2014. – 136 с.
- 15 Димеева Л.А. Динамика растительности пустынь Приаралья и Прикаспия: автореф. ... док. биол. наук: 03.02.08. – СПб., 2011. – 48с. (<http://www.famous-scientists.ru/list/11183>).
- 16 Государственный кадастр растений Мангистауской области. Список высших растений сосудистых растений. – Актау, 2006. – 301 с.
- 17 Иманбаева А.А., Сафронова И.Н. <http://www.meta.kz/290269-nakhodka-botanikov-zheltolistaja-khokhlataka.html>.
- 18 Государственный кадастр растений Мангистауской области. Каталог редких и исчезающих видов растений Мангистауской области (Красная книга). – Алматы, 2006. – С. 44.
- 19 Куанышева Г.А., Канбетов А.Ш., Сокольский А.Ф. Исследование Современного состояния ихтиофауны Каспийского моря// Евразийский Союз Ученых (ЕСУ) Биологические науки. – 2015. – № 7 (16). – С.114-117.
- 20 Каспийское море // Портал Урочище (<http://urochishe.ru/kaspiyskoe-more/>).
- 21 Жакашов Н.Ж., Тыныбаев Б.Г. Обеспечение безопасности жизнедеятельности населения нефтегазовых регионов // Научный журнал МОН РК «Поиск». – 2006. – № 1. – С. 95-98.
- 22 Кенесариев У.И., Утесинов Б.Б. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха нефтегазовых регионов Мангистауской области // Вестник Казахского национального медицинского университета. – Алматы, 2007. – № 1. – С. 14-17.
- 23 Кенесариев У.И., Тулебаев К.А., Амрин М.К., Баялиева Р.А., Бейсенбинова Ж.Б. Здоровье населения и проблемы устойчивого развития Атырауской области // Вестник Казахского национального медицинского университета. – Алматы, 2013. – № 1. – С. 255-257.
- 24 Сраубаев Е.Н., Серик Б. Разработка технологий управления здоровьем населения Казахстана на основе интегральной оценки сочетанного воздействия экологических факторов // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 73-75.

- 25 Печкуренок В.Л., Покровская Г.Л., Фетисов А.Н. Определение мутагенного действия внешних факторов на эмбриональные стадии развития рыб // В кн.: Тест-системы для оценки мутагенного потенциала загрязнения окружающей среды. – Иркутск, 1984. – С. 40-41.
- 26 Кладас Е.Ю. Использование аномалий ядерного аппарата эритроцитов рыб для тестирования нефтяного загрязнения // Охрана водных биоресурсов в условиях интенсивного освоения нефтегазовых месторождений. – М., 2000. – С.76-78.
- 27 Петухова Г.А. Генотоксичность тюменской нефти для растений и животных // Экология и образование: региональные аспекты. 3-я Всероссийская конференция. – Петрозаводск, 2000. – С.78-79.
- 28 Найденко В.В., Гречканев О.М. Состояние элементов биоты как показатель нарушенности природных экосистем при нефтехимическом загрязнении // Экология. – 2002. – № 1. – С. 67-69.
- 29 Питерс А. Разливы нефти и окружающая среда // Экология. – 2006. – № 4.
- 30 Anderson, I. Lessons to be learned inquiry report. Presented to the Prime Minister and the Secretary of State for Environment, Food and Rural Affairs, and the devolved administrations in Scotland and Wales London. The Stationery Office // Foot and mouth disease 2001. – 2002.
- 31 Peter Lehner, Bob Deans In Deep Water; The Anatomy of a Disaster, the Fate of the Gulf, and How to End Our Oil Addiction. 2013.
- 32 Свойства нефтей и нефтепродуктов // Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. – М., 2001. – 226 с.
- 33 Шигаева М.Х., Мукашева Т.Ж., Атемова Г.Т. Влияние стрессовых концентраций нефти на биологическую активность почвы // Вестник КазГУ. Сер.экологич. – 1998. – № 4. – С. 152-158.
- 34 Солнцева Н.П., Садов А.П. Оценка самоочищающих ландшафтов при анализе экологических рисков деградации нефтезагрязненных почв // Новые технологии для очистки и утилизации нефтезагрязненных вод, почв. – М., 2001. – С. 89-90.
- 35 Полищук Ю.М. Оценка воздействия нефтедобычи на лесоболотные экосистемы // Сибирский экологический журнал. – 2005. – № 1. – С. 3-11.
- 36 Молчанов А.Г. Влияние нефтезагрязнений на лесные экосистемы // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – 1998. – Вып.6. – С. 26-36.
- 37 Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. – М., 2001. – 225 с.
- 38 Дюсенов З.Т. Нефтехимическая загрязненность почв Прикаспийского региона // Вестник КазГНУ. Сер.экологическая. – 2001. – № 1(8). – С. 70-75.
- 39 Ильин Б.В., Сысо А.И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях. – Новосибирск: СО РАН, 2001. – 216 с.
- 40 Рытов Г.Л. Некоторые гистохимические характеристики скелетных мышечных волокон и гепатоцитов белых крыс при скармливании им нефти // Прикладные аспекты исследований скелетных, сердечных и гладких мышц: тезисы докл. Всеросс. конф. – Пущино, 1996. – С. 79-82.
- 41 Svendsen Kriston, Hill Bjim. Exposure to mineral oil mist and respiratory symptoms in marine engineers // Amer. J. Ind. Med. – 1997. – Vol. 32, № 1. – P. 84-89.
- 42 Gemoets J., Lookman R., Vanermen G., Van Houtven D., Bertels D., Weltens R., Cornelis C. Total petroleum hydrocarbons: characterization of physico-chemical behaviour and risks // Conference on Contaminated Soil in cjjperation with OVAM 8-th International FZK/TNO.-ICC Gent. – Belgium, 2003. – P. 67.
- 43 Худoley В.В. Характеристика современных мутагенных тестов для выявления канцерогенов окружающей среды // Успехи современной биологии. – 1984. – Т.98, Вып. 2. №5. – С. 177-192.
- 44 Matsushita L., Dornfeld S., Matsushita G. Hass B. Relation sensiturties of mammalian sister chromatid echange and bacterial mutation frequency // Environ.Mutagenesis. – 1981. – V.3, N.3. – P. 341.
- 45 O'Neill J.P., Machanoff R., Hsie A.W. Phenotypic expression time of mutagen-induced 6-thioguanine resistance in Chinese hamster ovary cells (CHO/HGPRT system): expression in division-arrested cell cultures // Environ Mutagen. – 1982. – V. 4, Is. 4. – P. 421-434.
- 46 Babudri N., Pani B., Tamaro M. et al. Mutagenic and cytotoxic activity of doxorubicin and daunorubicin derivatives on prokaryotic and eukaryotic cells // Br. J. Cancer. – 1984. – V. 50, Is.1. – P. 91-96.
- 47 Логвиненко В.Ф., Моргун В.В. Изучение мутагенной активности пестицидов на высших растениях // Цитология и генетика. – 1982. – № 3. – С. 63-72.

- 48 Müller J., Haberzettl R. Mutagenicity of DNOC in *Drosophila melanogaster* // Arch. Toxicol. Suppl. – 1980. – № 4. – P.59-61.
- 49 de Bertoldi M., Griselli M., Giovannetti M., Barale R. Mutagenicity of pesticides evaluated by means of gene-conversion in *Saccharomyces cerevisiae* and in *Aspergillus nidulans* // Environ. Mutagen. – 1980. – V. 2, N. 3. – P. 359-370.
- 50 Tsekova K., Georgieva M., Ganchev I. Glucoamylase enzyme preparation from the culture broth of an *Aspergillus niger* B77 strain. I. The isolation of the crude enzyme preparation and study of its properties // ActaMicrobiol. Bulg. – 1983. – V.13. – P. 83-90.
- 51 Mohn G.R. Bacterial systems for mutagenicity testing // ActaZoolPatholAntverp. – 1980. –V.75. – P. 133-148.
- 52 Hartung T., Gstraunthaler G., Coecke S. et al. Good cell culture practice (GCCP) – an initiative for standardization and quality control of in vitro studies. The establishment of an ECVAM Task Force on GCCP // ALTEX. – 2001. – V. 18, N. 1. – P. 75-78.
- 53 Harmonized Integrated Classification System for Human Health and Environmental Hazards of Chemical Substances and Mixtures // Env. J. M. MONO. – 2001. – V. 6.
- 54 Proposal for Guidance on How to Consider Important Factors in Classification of Carcinogenicity // Env. J. M. YCL. – 2005. – V.2.
- 55 Sonich-Mullin, C., R. Fielder, J. Wiltse, K. Baetcke, J. Dempsey, P. Fenner-Crisp, D.Grant, M. Hartley, A. Knapp, D. Kroese, I. Mangelsdorf, E. Meek, J.M. Rice, and M.Younes. // The Conceptual Framework for Evaluating a Mode of Action for Chemical Carcinogenesis. Reg. Tox. Pharm. – 2001. – V. 34. – P. 146-152.
- 56 Rao K.S., X. Yong, Shaw E., and Parton J.W. Mutagenicity Testing Applied for Regulation of Developing Products // Current Separations. – 2004. – V. 20. – N. 4. – P. 141-144.
- 57 OECD Environment Health and Safety Publications. Series on Testing and Assessment. Guidance on grouping of chemicals // Env. J. M. MONO. – 2007. – V.28.
- 58 Guidance Notes for Analysis and Evaluation of Chronic Toxicity and Carcinogenicity Studies // Env. J. M. MONO. – 2002. – V.20.
- 59 Kowalski S. Biodiversity of soil fungi in converted stand of *Pinussylvestris* L. as an indicator of environment degradation as the effect of industrial pollution // Phytopathology .pol. – Poznan, – 1996. – № 12. – P.163-175.
- 60 Абилев С.К. Выявление и прогнозирование мутагенной активности химических соединений окружающей среды: автореферат дисс. – М., 2003.
- 61 Замалетдинов Р. И., Хайрутдинов И. З., Балашова О. А., Гаранин В. И. Перспективы использования земноводных при оценке состояния окружающей среды на урбанизированных территориях // Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан. – Казань: Отечество, 2004. – С. 84-85.
- 62 Чубинишвили А.Т. Оценка стабильности развития и цитогенетического гомеостаза в популяциях европейских зеленых лягушек (*Rana esculenta*) в естественных и антропогенных условиях // Онтогенез. – 2001. – Т. 32, № 6. – С. 434-439.
- 63 Спирина Е.В. Амфибии как биоиндикационная тест-система для экологической оценки водной среды обитания: автореф. ... канд. биол. наук. – Ульяновск, 2007. – 22 с.
- 64 Jaylet A., Deparis P., Ferrier V., Grinfeld S. A new micronucleus test using peripheral blood erythrocytes of the newt *Pleurodeleswalti* to detect mutagenes in fresh-water pollution // Mutat. Res. Environ. Mutagenes. – 1986. – V.164, N4. – P. 245-257.
- 65 Мухин В.В., Путилина О.Н., Теплова Т.Е., Бакун Г.В. Экспресс-оценка опасности загрязнения окружающей среды выбросами промышленных предприятий // Украинский журнал проблем медицинской практики. – 2008. – № 4, Вып.16. – С. 80-89.
- 66 Кочетова О. В., Гайнуллина М. К., Викторова Т.В. Полиморфные варианты генов репарации ДНК (XRCC1, XRCC3, XPD, XPC) и риск развития миомы матки у работниц нефтехимического комплекса // Экологическая генетика человека. – Том 9, № 4. – 2011. – С. 43-51.
- 67 Целуосова О.С., Волкова А.Т., Викторова Т.В. Анализ частот полиморфных вариантов генов XRCC1 (G28152A, rs25487) и XPD (A35931C, rs13181) у жителей республики Башкортостан // Медицинский вестник Башкортостана. – 2014. – Т. 9, № 4. – С. 60-62.
- 68 Савченко Я. А., Минина В. И. Хромосомные aberrации и полиморфизм генов ферментов биотрансформации ксенобиотиков и репарации ДНК у рабочих теплоэнергетики // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2014. – № 3(59). –С. 8-13.

- 69 Akhmadishina L. Z. et al. DNA Repair XPCC1 and XPD Genes Polymorphism as Associated with the Development of Bladder Cancer and Renal Cell Carcinoma // Russian journal of genetics. – 2014. – Vol. 50, N. 4. – P. 481-490.
- 70 Catana A. et al. Genetic polymorphism of DNA repair gene ERCC2/XPD (Arg 156 Arg) (A22541C) and lung cancer risk in Northern Romania // Revista Română de Medicină de Laborator. – 2012. – Vol. 20, N. 2. – P. 157-161.
- 71 Wang Q. et al. Genetic polymorphisms of DNA repair genes and chromosomal damage in workers exposed to 1,3-butadiene // Carcinogenesis. – 2010. – Vol. 31, N. 5. – P. 858-863.
- 72 Campalans A., Moritz E., Kortulewski T., Biard D., Epe B., Radicella J.P. Interaction with OGG1 is required for efficient recruitment of XRCC1 to base excision repair and maintenance of genetic stability after exposure to oxidative stress // Mol Cell Biol. – 2015. – Vol. 35, N. 9. – P. 1648-1658.
- 73 Guo S., Li X., Gao M., Li Y., Song B., Niu W. The relationship between XRCC1 and XRCC3 gene polymorphisms and lung cancer risk in northeastern Chinese // PLoS One. – 2013. – Vol. 8, N. 2. – P. 1-5.
- 74 Yang H.Y., Yang S.Y., Shao F.Y., Wang H.Y., Wang Y.D. Updated assessment of the association of the XRCC1 Arg399Gln polymorphism with lung cancer risk in the Chinese population // Asian Pac J Cancer Prev. – 2015. – Vol. 16, N. 2. – P. 495-500.
- 75 Wang Y.D., Zhai W.L., Wang H.Y., Xia X.Q. An updated meta-analysis on the association of X-ray repair cross complementing group 1 codon 399 polymorphism with hepatocellular carcinoma risk // Asian Pac J Cancer Prev. – 2014. – Vol. 15, N. 11. – P. 4443-4448.
- 76 Vasilenko N. L., Nevinsky G. A. Enzymes of direct, excision and mismatch DNA repair in prokaryotes and their biological role // Molecular Biology. – 2003. – Vol. 37, N. 6. – P. 803-817.
- 77 Bănescu C. et al. Polymorphism of XRCC1, XRCC3, and XPD Genes and Risk of Chronic Myeloid Leukemia // Biomed Res Int. – 2014. – Vol. 2014. – P. 9.
- 78 Stern M. C. et al. XRCC1, XRCC3 and XPD polymorphisms as modifiers of the effect of smoking and alcohol on colorectal adenoma risk // Cancer epidemiology, biomarkers & prevention. – 2006. – Vol. 15. – P. 2384-2390.
- 79 Mittal R.D. et al. XRCC1 codon 399 mutant allele: a risk factor for recurrence of urothelial bladder carcinoma in patient on BCG immunotherapy // Cancer Biol. Ther. – 2008. – Vol. 7. – P. 645-645.
- 80 Huang Z.H., Hua D., Du X. Polymorphisms in p53, GSTP1 and XRCC1 predict relapse and survival of gastric cancer patients treated with oxaliplatin-based adjuvant chemotherapy // Cancer ChemotherPharmacol. – 2009. – Vol. 64, N. 5. – P. 1001-1007.
- 81 Benhamou, S. ERCC2/XPD gene polymorphisms and lung cancer / S. Benhamou, A. Sarasin // American journal of epidemiology. – 2005. – Vol. 161, N. 1. – P. 1-14.
- 82 Wang M. et al. XPD polymorphisms, cigarette smoking, and bladder cancer risk: a meta-analysis // J Toxicol Environ Health. – 2009. – Vol. 72, N. 11-12. – P. 698-705.
- 83 Singh S. Cytoprotective and regulatory functions of glutathione S-transferases in cancer cell proliferation and cell death // Cancer ChemotherPharmacol. – 2015. – Vol. 75, N. 1. – P. 1-15.
- 84 Klusek J, Głuszek S, Klusek J. GST gene polymorphisms and the risk of colorectal cancer development // ContempOncol (Pozn). – 2014. – Vol. 18(4). – P. 219-221.
- 85 Gong M, Dong W, Shi Z, Xu Y, Ni W, An R. Genetic polymorphism of GSTM1, GSTT1 and GSTP1 with prostate cancer risk: a meta-analysis of 57 studies // PLoS One. – 2012. – Vol. 7. – e50587.
- 86 Yu L, Wang CY, Xi B, Sun L, Wang RQ, Yan YK, Zhu LY. GST polymorphisms are associated with hepatocellular carcinoma risk in Chinese population // World J Gastroenterol. – 2011. – Vol. 27. – P. 3248-3256.
- 87 Jaramillo-Rangel G, Ortega-Martínez M, Cerda-Flores RM, Barrera-Saldaña HA. Polymorphisms in GSTM1, GSTT1, GSTP1, and GSTM3 genes and breast cancer risk in northeastern Mexico // Genet Mol Res. – 2015. – Vol. 14, N. 2. – P. 6465-6471.
- 88 da Silva C.N., da Silva D.N., Moraes K.L., Brasileiro J.A., Brasil V.V., Saddy V.A., Silva A.M. GSTM1 and GSTT1 gene null polymorphisms in kidney cancer susceptibility: evidence based on a meta-analysis // J Bras Nefrol. – 2015. – Vol. 37, N. 2. – P. 248-254.
- 89 Karageorgi S., Prescott J., Wong J.Y.Y., Lee I-M., Buring J.E., De Vivo I. GSTM1 and GSTT1 Copy Number Variation in Population-based Studies of Endometrial Cancer Risk // Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev. – 2011. – Vol. 20, N. 7. – P. 1447-1452.
- 90 Zhao ZQ, Guan QK, Yang FY, Zhao P, Zhou B, Chen ZJ. System review and metaanalysis of the relationships between five metabolic gene polymorphisms and colorectal adenoma risk // Tumour Biol. – 2012. – Vol. 33, N. 2. – P. 523-535.

- 91 Economopoulos K.P., Sergentanis T.N. GSTM1, GSTT1, GSTP1, GSTA1 and colorectal cancer risk: a comprehensive meta-analysis // Eur. J. Cancer. – 2010. – Vol. 46, N. 9. – P. 1617-1631.
- 92 Мананкин Н.А., Молокова А.В., Казначеева Л.Ф., Вавилин В.А. Полиморфизм ферментов биотрансформации ксенобиотиков у детей с atopическим дерматитом // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2003. – Т. 136, № 10. – С. 438.
- 93 El Rifai N., Moustafa N., Degheidy N., Wilson M. Glutathione S transferase theta1 and mu1 gene polymorphisms and phenotypic expression of asthma in Egyptian children: a case-control study // Ital J Pediatr. – 2014. – Vol. 40, N. 1. – P. 22.
- 94 Hoskins A., Reiss S., Wu P., Chen N., Han W., Do R.H., Abdolrasulnia R., Dworski R. Asthmatic airway neutrophilia after allergen challenge is associated with the glutathione S-transferase M1 genotype // Am J Respir Crit Care Med. – 2013. – Vol. 187, N. 1. – P. 34-41.
- 95 de Lima Marson F.A., Bertuzzo C.S., Secolin R., Ribeiro A.F., Ribeiro J.D. Genetic interaction of GSH metabolic pathway genes in cystic fibrosis // BMC Med Genet. – 2013. – Vol. 14:60. – P. 1-8.
- 96 Брицке М.Э. Атомно-абсорбционный спектрохимический анализ. – М.: Химия, 1982. – 224 с.
- 97 Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. – М.: Техносфера, 2009. – 784 с.
- 98 Robinson J.W., Frame E.S., Frame G.M. Undergraduate Instrumental Analysis // CRC Press, 2014. – 1264 с.
- 99 Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. – Л.: Гидрометеоздат, 1979.
- 100 Ames B.N., Mc Cann J., Yamasaki E. Methods for detecting carcinogens and mutagens with the Salmonella / mammalian – microsome mutagenicity test // Mutat. Res. – 1975. – V. 31. – P. 347-364.
- 101 Андреева И.В., Степанова Н.Ф., Абдухалыкова Г.Ф., Лямкина И.А. Получение штамма *S. typhimurium* высокочувствительного к мутагенному действию физических и химических агентов // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. – 1984. – № 8. – С. 12-17.
- 102 Абилов С.К. Метаболическая активация мутагенов // Итоги науки и техники. Серия общая генетика. – М., 1986. – Т.9. – С.5-96.
- 103 Drosophila in a practical approach. Ed. by Roberts D.B. 2d edition // Oxford, New-York, Tokyo: Oxford University Press. – 1998. – 389 p.
- 104 Джансугурова Л.Б., Тажин О.Т., Берсимбаев Р.И. Большой практикум по генетике дрозофилы. – Алматы: «Қазақ университеті», 1998. – 43 с.
- 105 Бактон К., Эванс Г. Методы анализа хромосомных aberrаций у человека (методическое руководство) – Женева: Издание ВОЗ, 1975. – 64 с.
- 106 Катаева Н.В., Бутенко Р.Г. Клональное микроразмножение растений. – М.: Наука, 1986. – 96 с.
- 107 Калинин Ф.Л., Кушнер Г.П., Сарнацкая В.В. Технология микроклонального размножения растений // Наукова думка. – Киев, 1992. – 687 с.
- 108 Методы учета основных охотничье-промысловых и редких видов животных Казахстана. – Алматы, 2003. – 203 с.
- 109 Физиолого-биохимические и генетические исследования ихтиофауны Азово-Черноморского бассейна: методическое руководство. – Ростов-на-Дону: Эверест, 2005. – 105 с.
- 110 Митрофанов И.В., Баимбетов А.А., Мур М.Дж. Аннотированный четырехязычный словарь названий рыб Казахстана. – Алматы: Tethys, 2003. – 52 с.
- 111 Богуцкая Н.Г., Кияшко П.В., Насека А.М., Орлова М.И. Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря, Том 1. – Рыбы и моллюски: Товарищество научных изданий КМК, 2013. – 574 с.
- 112 Дуйсебаева Т.Н. Краткий обзор последних изменений в систематическом списке амфибий и рептилий Казахстана // Сборник научных статей “Герпетологические исследования в Казахстане и сопредельных странах” / под ред. Т.Н. Дуйсебаевой. – Алматы: АСБК – СОПК, 2010. – 260 с.
- 113 Froese R., Pauly D. Editors. 2015. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2015.)
- 114 Фасулати В.П. Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М.: Высшая школа – 1971. – 424 с.

- 115 Апанасенко Г.Л. Эволюция биоэнергетики и здоровья человека. – СПб.: Петрополис, 1992. – 132 с.
- 116 Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику. – Минск: Высшая школа, 1978. – 448 с.
- 117 Jedrychowski, W., Maugeri, U., *Epidemiologic Methods in Studing Chronic Diseases Teachning Manual // A handbook sponsored by the International Center for Studies and research in Biomedicine in Luxembourg.* – 2000. – P. 245-247.
- 118 Wurder F.E., Sobel F.H., Vogel E. *Drosophila as an assay system for detecting genetic changes // Handbook of mutagenicity test procedures.* Elsevier. 2d edition. – 1984. – P. 551-601.
- 119 Нестерова С.Г., Инелова З.А., Ерубашева Г.К. Рекомендации об уровне риска употребления кормовых наземных растений Казахстанской части Прикаспия. – Алматы: Казак университети, 2017. – 30 с.
- 120 Сапанов М.К. Экология лесных насаждений в аридных регионах. – Тула: Гриф и К, 2003. – 248 с.
- 121 Доскач А.Г. Природное районирование Прикаспийской полупустыни. – М.: Наука, 1979. – 144 с.
- 122 Храмов В.Н. Растительность солончаков // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области). – СПб., 2003. – С. 112-118.
- 123 Колюбаева С.Н., Ракецкая В.В., Борисова Е.А., Комар В.Е. Исследование радиационных повреждений в лимфоцитах человека методом микроядерного и хромосомного анализа// Радиационная биология. Радиоэкология. – 1995. – Т.35, вып. 2. – С. 150–156.
- 124 Кузина Т.В. Образование микроядер в эритроцитах промысловых рыб Волго-Каспийского канала //Естественные науки. – 2013. – №4. – С. 124-129.
- 125 Ильинских Н.Н, Новицкий, В.В., Ванчугова Н.Н., Ильинских И.Н. Микроядерный анализ и генетическая нестабильность. – Томск: Изд-во Томск. Ун-та, 1992. – 272 с.
- 126 Яржомбек А.А., Лиманский В.В., Щербина Т.В. Справочник по физиологии рыб. – М.: Агропромиздат, 1986. – 192 с.
- 127 Крюков В.И., Кочкарев П.В Частота микроядер в клетках крови рыб пресноводных водоемов полуострова Таймыр // Образование, наука и производство. – 2013. – №1. – С. 35-37.
- 128 Anbumani S., Mary N. Mohankumar *Gamma radiation induced micronuclei and erythrocyte cellular abnormalities in the fish Catla catla // Toxicology in vitro.* – October 2015. – Vol. 29, Issue 7. – P. 1897-1905.
- 129 Бочков Н.П., Козлов В.М., Севаньяев А.В. Анализ анеуплоидии в культурах эмбриональных фибробластов и лейкоцитов человека //Генетика. – №10. – 1966. – С. 120–124.
- 130 Ерубашева Г.К., Бигалиев А.Б. Цитогенетические эффекты различных концентраций нефти при хроническом воздействии// Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2003. –№2 (13). – С. 72-78.
- 131 Бродский В.Я., Урываева И.В. Клеточная полиплоидия. Пролиферация и Дифференцировка. – М.: Наука, 1981. – 259с.
- 132 Ерубашева Г.К., Бигалиев А.Б. Исследование мутагенного действия нефти в ряду поколений лабораторных животных в условиях хронического воздействия// Известия МОН, НАН РК. Серия биологическая и медицинская. – 2004. – №2 (17). – С.46-54.
- 133 Жапбасов Р. Қойдың цитогенетикасы және тератологиясы. – Алматы: «Издательство “Бастау”», 2006. – 288 б.
- 134 Ерубашева Г.К., Бигалиев А.Б., Сильвестрова Н.П. Зависимость «доза-эффекта» при оценке мутагенной активности нефти в эксперименте // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2002. – № 2(11). – С. 161-165.
- 135 33 Ерубашева Г.К., Бигалиев А.Б. Цитогенетическая оценка мутагенной активности нефти как загрязнителя окружающей среды в зависимости от дозы и продолжительности воздействия // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2005. – № 2(17). – С. 64-72.
- 136 Бочков Н.П., Чеботарев А.Н. Наследственность человека и мутагены внешней среды // Медицина. – 1989. – 270 с.
- 137 Корчагина Р.П., Осипова Л.П., Вавилова Н.А., Ермоленко Н.А., Воронина Е.Н., Филипенко М.Л. Полиморфизм генов биотрансформации ксенобиотиков GSTM1, GSTT1, CYP2D6, вероятных маркеров риска онкологических заболеваний, в популяциях коренных этносов и русских северной Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2011. – Том 15, № 3. – С. 448-461.

- 138 Kanupriya, Yadav A., Kumar N., Gulati S., Aggarwal N., Gupta R. Glutathione S-Transferase Gene Polymorphisms: Modulator of Genetic Damage in Gasoline Pump Workers // *Int J Toxicol.* – 2015. – pii: 1091581815603935.
- 139 Gómez-Martín A., Hernández A.F., Martínez-González L.J., González-Alzaga B., Rodríguez-Barranco M., López-Flores I., Aguilar-Garduno C., Lacasana M. Polymorphisms of pesticide-metabolizing genes in children living in intensive farming communities // *Chemosphere.* – 2015. – Vol. 139. – P. 534-540.
- 140 Santovito A., Cervella P., Delpero M. Baseline frequency of chromosomal aberrations and sister chromatid exchanges in peripheral blood lymphocytes of healthy individuals living in Turin (North-Western Italy): assessment of the effects of age, sex and GSTs gene polymorphisms on the levels of genomic damage // *Ann Hum Biol.* – 2015. – Vol. 24. – P. 1-10.
- 141 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- 142 Norppa H. Cytogenetic biomarkers and genetic polymorphisms // *Toxicol. Lett.* – 2004. – Vol. 149. – P. 309 – 334.
- 143 Hoyos-Giraldo L. S., Carvajal S., Cajas-Salazar N., Ruiz M., Sarohez-Gomez A. Chromosome aberrations in workers exposed to organoc solvents: Influence of polymorphisms in xenobiotic-metabolism and DNA repair genes // *Mutation Research /Fundamental and Modular Mechanisms of Mutagenesis.* – 2009. – Vol. 666. – P. 8-15.
- 144 Самородская И.В. Ожирение: оценка и тактика ведения. – М.: СпецЛит, 2016. – 109 с.
- 145 Biondi B., Cooper D.S. The clinical significance of subclinical thyroid Dysfunction // *Endocr. Rev.* – 2008. – V.29. – P.76–131.
- 146 Платонова Н.М. Йодный дефицит: современное состояние проблемы // *Клиническая и экспериментальная тиреоидология* – 2015. – Т. 11, №1. – С.12-21.
- 147 Храпунов В.Е. Способ получения модифицированного шунгита/ Патент РК KZ (A) №13791, бюл. №6, 15.06.2006.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Характерный состав рыб бассейна Каспийского моря



минога каспийская



осётр русский



шип



осётр персидский



стерлядь



севрюга



белуга



угорь речной



сельдь каспийская морская



пузанок каспийско-черноморский



сельдь-черноспинка



пузанок большеглазый



пузанок аграханский



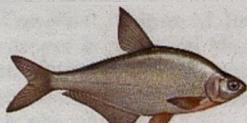
тюлька черноморско-каспийская



т^ольк^а анчоусовидная



т^ольк^а больш^еглазая



син^ец



л^ец



бел^оглазка



толст^ол^обик п^ёстрый



ж^ер^ех



ус^ач булат-маи



г^уст^ера



кар^ась серебр^яный



ш^емая



бел^ый амур



сазан



толст^ол^обик бел^ый



ус^ач короткоголовый



ч^ехонь



кутум



плотва



краснопёрка



рыбец



щиповка переднеазиатская



щиповка каспийская



сом европейский



щука



нельма



кумжа



атерина южно-европейская



гамбузия хольбрукская



колюшка малая южная



черноморская рыба-игла



кефаль-остронос



кефаль-сингиль



ёри



окунь



судак обыкновенный



судак морской



бёри



бычок Браунера



пуголовка звездчатая



пуголовка Световидова



бычок Берга



бычок-бубырь



серый бычок-мартовик



бычок-песочник



каспийский бычок-головач



пугловка каспийская



бычок-гонец



бычок-кругляк



бычок-ширман



бычок-цуцик

**Виды рыб, характерные для Каспийского бассейна,
не представленные на иллюстрациях**

<input type="checkbox"/> пугловка-утконос	<input type="checkbox"/> каспийский бычок-асра
<input type="checkbox"/> пугловка Абдурахманова	<input type="checkbox"/> пугловка Бэра
<input type="checkbox"/> казахская пугловка	<input type="checkbox"/> шипоголовая пугловка
<input type="checkbox"/> зернистая пугловка	<input type="checkbox"/> пугловка Грима
<input type="checkbox"/> пугловка Кесслера	<input type="checkbox"/> пугловка Берга
<input type="checkbox"/> узкоголовая пугловка	<input type="checkbox"/> узкорылая пугловка
<input type="checkbox"/> азовская пугловка	<input type="checkbox"/> пугловка Махмудбекова
<input type="checkbox"/> пугловка Пинчука	<input type="checkbox"/> пугловка Рагимова
<input type="checkbox"/> каспиосома	<input type="checkbox"/> бычок Ильина
<input type="checkbox"/> длиннохвостый бычок Книповича	<input type="checkbox"/> темнопятнистый бычок-кнут
<input type="checkbox"/> глубоководный бычок	<input type="checkbox"/> хвалынский бычок

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Данные химического анализа

Таблица Б.1

Содержание тяжелых металлов в образцах питьевой воды (люди) мониторинговых населенных пунктов Прикаспийского региона и зоны сравнения

Код образца	Содержание тяжелых металлов, мг/дм ³				
	Cr	Co	Ni	Pb	Cd
1	2	3	4	5	6
ПДК	0,5	0,1	0,1	0,03	0,001
Точка №1 (г. Атырау)					
1.1.1	<0,001	0,0001	0,0031	<0,001	<0,0001
1.1.2	<0,001	0,0001	0,0029	<0,001	<0,0001
1.1.3	<0,001	0,0000	0,0031	<0,001	<0,0001
Точка №2 (г. Кульсары)					
2.1.1	<0,001	0,00024	0,0018	<0,001	<0,0001
2.1.2	<0,001	0,00031	0,0017	<0,001	<0,0001
2.1.3	<0,001	0,00026	0,0017	<0,001	<0,0001
Точка №3 (г. Актау)					
3.1.1	<0,001	<0,0001	0,0012	<0,001	<0,0001
3.1.2	<0,001	<0,0001	0,0009	<0,001	<0,0001
3.1.3	<0,001	<0,0001	0,0009	<0,001	<0,0001
Точка №4 (г. Жанаозен)					
4.1.1	<0,001	<0,0001	0,0009	<0,001	<0,0001
4.1.2	<0,001	<0,0001	0,0006	<0,001	<0,0001
4.1.3	<0,001	<0,0001	0,0007	<0,001	<0,0001
Точка №5 (пгт. Индербор)					
5.1.1	<0,001	<0,0001	0,0009	<0,001	<0,0001
5.1.2	<0,001	<0,0001	0,00011	<0,001	<0,0001
5.1.3	<0,001	<0,0001	0,0010	<0,001	<0,0001
Точка №6 (г. Форт-Шевченко)					
6.1.1	<0,001	<0,0001	0,0009	<0,001	<0,0001
6.1.2	<0,001	<0,0001	0,0006	<0,001	<0,0001
6.1.3	<0,001	<0,0001	0,0007	<0,001	<0,0001
Точка № 8 (г. Учарал)					
8.2.1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0001
8.2.2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0001
8.2.3	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0002

Таблица Б.2

Содержание тяжелых металлов в образцах воды для сельскохозяйственных животных мониторинговых населенных пунктов Прикаспия и зоны сравнения

Код образца	Содержание тяжелых металлов, мг/дм ³				
	Cr	Co	Ni	Pb	Cd
ПДК	0,5	0,1	0,1	0,03	0,001
Точка №1 (г. Атырау)					
1.2.1	<0,001	0,0001	0,0020	<0,001	<0,0001
1.2.2	<0,001	0,0001	0,0024	<0,001	<0,0001
1.2.3	<0,001	0,0001	0,0022	<0,001	<0,0001
Точка №2 (г. Кульсары)					
2.2.1	<0,001	0,00022	0,0016	<0,001	<0,0001
2.2.2	<0,001	0,00023	0,0016	<0,001	<0,0001
2.2.3	<0,001	0,00022	0,0014	<0,001	<0,0001
Точка №3 (г. Актау)					
3.2.1	0,0085	0,0062	0,0059	0,0222	0,0024
3.2.2	0,0085	0,0062	0,0058	0,0222	0,0024
3.2.3	0,0084	0,0063	0,0059	0,0221	0,0024
Точка №4 (г. Жанаозен)					
4.2.1	0,0080	0,0015	0,0067	0,0016	0,0016
4.2.2	0,0080	0,0015	0,0068	0,0016	0,0015
4.2.3	0,0079	0,0016	0,0067	0,0016	0,0016
Точка №5 (пгт. Индербор)					
5.2.1	<0,001	<0,0001	0,00081	<0,001	<0,0001
5.2.2	<0,001	<0,0001	0,00078	<0,001	<0,0001
5.2.3	<0,001	<0,0001	0,00080	<0,001	<0,0001
Точка №6 (г. Форт-Шевченко)					
6.2.1	0,0069	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0001
6.2.2	0,0070	<0,001	<0,001	<0,002	<0,0001
6.2.3	0,0068	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0002
Точка № 8 (г. Учарал)					
8.2.1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0001
8.2.2	<0,001	<0,001	<0,003	<0,001	<0,0001
8.2.3	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0001

Содержание тяжелых металлов в образцах почвы и ила из мониторинговых населенных пунктов Прикаспийского региона и зоны сравнения

Код образца	Содержание тяжелых металлов, мг/кг				
	Cr	Co	Ni	Pb	Cd
ПДК	6,0	5,0	4,0	32,0	2,0
Точка №1 (г. Атырау)					
1.3.1 – 1.3.3	32,7 – 38,2 (6,4 ПДК)	6,93 – 9,70 (1,9 ПДК)	35,2-51,0 (12,7 ПДК)	10,1-15,0	0,93-0,98
1.4.1.1 – 1.4.1.3	21,3 (3,6 ПДК)	4,3-4,6	23,4 (5,9 ПДК)	18,8-24,6	1,0-1,03
1.4.2.1 – 1.4.2.3	35,1-39,9 (6,7 ПДК)	9,00-10,20 (2,0 ПДК)	51,7-56,2 (14,05 ПДК)	15,3-16,9	1,08-1,30
Точка №2 (г. Кульсары)					
2.3.1 – 2.3.3	10,7-12,2 (2,0 ПДК)	2,50-2,80	12,5-13,9 (3,5 ПДК)	2,86-3,93	0,70-0,89
2.4.1 – 2.4.3	11,4-16,8 (2,8 ПДК)	2,76-4,00	24,2-27,3 (6,8 ПДК)	11,0-12,1	0,75-0,80
Точка №3 (г. Актау)					
3.3.1 – 2.3.3 (город)	7,67 – 7,68* (1,3 ПДК)	5,09-5,10 (1,02 ПДК)	9,77-9,78* (2,5 ПДК)	20,04-20,07	1,34-1,36
3.4.1 – 3.4.3(хоз-во)	3,94 -3,96	4,12-4,14	1,35-1,38	22,85 -22,87	1,28-1,31
3.5.1 – 3.5.3 (ил)	5,27 – 5,32	3,56 – 3,57	7,60 -7,63* (1,9 ПДК)	5,68 – 5,72	1,27 -1,28
Точка №4 (г. Жанаозен)					
4.3.1 – 4.3.3(город)	8,47 -8,52* (1,4 ПДК)	4,82- 4,89	11,72- 11,77* (2,9 ПДК)	23,45- 23,46	0,81-0, 84
4.4.1 – 4.4.3(хоз-во)	5,85- 5,87	3,45 – 3,49	2,68- 2,71	13,08- 13,12	2,52-2,53* (1,3 ПДК)
4.5.1 – 4.5.3 (ил)	11,39-11,4* (1,9 ПДК)	5,42- 5,44 (1,1 ПДК)	14,37- 14,44* (3,6 ПДК)	20,64 – 20,7	1,04 -1,12
Точка №5 (пгт. Индербор)					
5.3.1 – 5.3.3	35,2-40,8 (6,8 ПДК)	10,0-10,8 (2,0 ПДК)	41,8-46,4 (11,6 ПДК)	10,7-11,5	1,10-1,18
5.4.1 – 5.4.3	15,3-15,4 (2,6 ПДК)	2,75-2,76	17,1-17,5 (4,3 ПДК)	2,87-2,94	0,62-0,65
Точка №6 (г. Форт-Шевченко)					
6.3.1 – 6.3.3 (город)	7,54 -7,56 (1,3 ПДК)	5,17 -5,22 (5,1 ПДК)	10,26- 10,35* (2,6 ПДК)	24,34 -24,41	1,28 -1,33
6.4.1 – 6.4.3(хоз-во)	3,50 -3,53	2,02 – 2,11	1,71 -1,82	21,97 -22,03	1,10 -1,15
6.5.1 – 6.5.3 (ил)	5,68 -5,73	4,35 -4,40	5,38 -5,46* (1,3 ПДК)	30,12 -30,19	1,65 -1,73
Точка №7 (мыс Сагындык)					
7.5.1 – 7.5.3 (ил)	5,54 -5,62	4,44 -4,51	5,12 -5,18* (1,3 ПДК)	12,49 –12,54	1,49 -1,61

Код образца	Содержание тяжелых металлов, мг/кг				
	Cr	Co	Ni	Pb	Cd
Точка №8 (г. Учарал)					
8.3.1 – 8.3.3	2,018	3,24	1,21	11,73	0,380
8.4.1 – 8.4.3	1,845	1,04	0,89	5,370	0,221
8.5.1.1– 8.5.1.3	5,97	3,90	2,47	32,85	1,188
8.5.2.1– 8.5.2.3	5,072	0,08	1,53	13,36	0,636
8.5.3.1– 8.5.3.3	5,016	3,42	2,32	11,55	0,800
<i>Примечание: *</i> – превышение ПДК					

Содержание нефтепродуктов в образцах воды, почвы и ила в мониторинговых населенных пунктах Прикаспия и зоны сравнения

Образец	Содержание нефтепродуктов (вода – мг/дм ³ ; почва и ил – мкг/кг)															
	Точка №1 (г. Атырау)		Точка №2 (г. Кульсары)		Точка №3 (г. Актау)		Точка №4 (г. Жанаозен)		Точка №5 (пгт.Индербор)		Точка №6 (г. Форт-Шевченко)		Точка №7 (мыс Сагындык)		Точка №8 (г. Учарал)	
	код	неф-ты	код	неф-ты	код	неф-ты	код	неф-ты	код	неф-ты	код	неф-ты	код	неф-ты	код	неф-ты
Вода (люди)	1.1.1- 1.1.3	0,0016	2.1.1- 2.1.3	0,0035± 0,0001	3.1.1- 3.1.3	0,0031± 0,0001	4.1.1- 4.1.3	0,0018± 0,0002	5.1.1- 5.1.3	0,0020± 0,0001	6.1.1- 6.1.3	0,0026± 0,0001			8.1.1- 8.1.3	6,06±0,007* (61 ПДК)
Вода (жив-е)	1.2.1- 1.2.3	0,0016	2.2.1- 2.2.3	0,0024± 0,0002	3.2.1- 3.2.3	0,0014± 0,0001	4.2.1- 4.2.3	0,0031± 0,0002	5.2.1- 5.2.3	0,0014± 0,0001	6.2.1- 6.2.3	0,0014± 0,0001			8.2.1- 8.2.3	4,87±0,005* (49 ПДК)
Почва (город)	1.3.1- 1.3.3	1,152± 0,004	2.3.1- 2.3.3	2,433± 0,003	3.3.1- 3.3.3	740±2,81* (7,4 ПДК)	4.3.1- 4.3.3	1390±5* (13,9 ПДК)	5.3.1- 5.3.3	7,276± 0,003	6.3.1- 6.3.3	13700±14* (137 ПДК)			8.3.1- 8.3.3	0,61± 0,001
Почва (хоз-во)					3.4.1- 3.4.3	17,5± 0,15	4.4.1- 4.4.3	16,5± 0,08			6.4.1- 6.4.3	20,5± 1,07			8.4.1- 8.4.3	2,14± 0,007
Ил	1.4.1.1- 1.4.1.3	30,455± 0,003	2.4.1- 2.4.3	12,973± 0,004	3.5.1- 3.5.3	21,6± 0,18	4.5.1- 4.5.3	22590±8* (225,9 ПДК)	5.4.1- 5.4.3	15,651± 0,003	6.5.1- 6.5.3	11,9± 0,03	7.5.1- 7.5.3	3,89± 0,01	8.5.1.1- 8.5.1.3	85,6± 0,18
		8.5.2.1- 8.5.2.3													11,7± 0,003	
	1.4.2.1- 1.4.2.3	6,830± 0,001													8.5.3.1- 8.5.3.3	164,2± 0,62* (1,6 ПДК)

Примечания:
ПДК для нефтепродуктов в воде – 0,1 мг/дм³;
ПДК для нефтепродуктов в почве – 100 мкг/кг;
* – превышение ПДК

Таблица Б.5

Содержание индивидуальных углеводов в образцах питьевой воды (люди, животные) мониторинговых населенных пунктов Прикаспийского региона (мг/дм³)

Углеводороды (УГВ)	Точка №1 (г. Атырау)		Точка №2 (г. Кульсары)		Точка №3 (г. Актау)		Точка №4 (г. Жанаозен)		Точка №5 (пгт.Индербор)		Точка №6 (г.Форт-Шевченко)	
	вода (люди)	вода (жив-е)	вода (люди)	вода (жив-е)	вода (люди)	вода (жив-е)	вода (люди)	вода (жив-е)	вода (люди)	вода (жив-е)	вода (люди)	вода (жив-е)
n-C6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C13	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C14	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C15	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C16	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C17	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0004	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C18	0,0000	0,0001	0,0005	0,0000	0,0006	0,0000	0,0004	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001
n-C19	0,0000	0,0001	0,0005	0,0001	0,0007	0,0000	0,0004	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001
n-C20	0,0001	0,0008	0,0003	0,0012	0,0004	0,0003	0,0005	0,0003	0,0002	0,0008	0,0002	0,0008
n-C21	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000
n-C22	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C23	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001
n-C24	0,0000	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001
n-C25	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000

Углеводороды (УГВ)	Точка №1 (г. Атырау)		Точка №2 (г. Кульсары)		Точка №3 (г. Актау)		Точка №4 (г. Жанаозен)		Точка №5 (пгт.Индербор)		Точка №6 (г.Форт-Шевченко)	
	вода (люди)	вода (жив-е)	вода (люди)	вода (жив-е)	вода (люди)	вода (жив-е)	вода (люди)	вода (жив-е)	вода (люди)	вода (жив-е)	вода (люди)	вода (жив-е)
п-С26	0,0000	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002
п-С27	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С28	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С29	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С30	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С31	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С32	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С33	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С34	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С35	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С36	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С37	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С38	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С39	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С40	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Сумма УГВ	0,0015	0,0013	0,0018	0,0022	0,0039	0,0005	0,0017	0,0006	0,0010	0,0014	0,0010	0,0014
Сумма НП	0,0016	0,0014	0,0035	0,0025	0,0063	0,0005	0,0027	0,0006	0,0020	0,0014	0,0020	0,0014

Таблица Б.6

**Содержание индивидуальных углеводов в образцах почвы и ила в мониторинговых населенных пунктах
Прикаспийского региона (мг/кг)**

Углеводы (УГВ)	Точка №1 (г. Атырау)		Точка №2 (г. Кульсары)		Точка №3 (г. Актау)		Точка №4 (г. Жанаозен)			Точка №5 (пгт. Индербор)		Точка №6 (г. Форт-Шевченко)	
	почва	ил	ил	почва	ил	почва	ил	почва	ил	почва	ил	почва	ил
n-C6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C11	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C12	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C13	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C14	0,0000	0,0000	0,0150	0,0000	0,0000	0,0240	0,0150	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
n-C15	0,0000	0,0000	0,0160	0,0000	0,0100	0,0570	0,0160	0,0050	0,0100	0,0170	0,0070	0,0170	0,0070
n-C16	0,0150	0,0240	0,0380	0,1100	0,0200	0,0750	0,0380	0,0460	0,0200	0,1680	0,0130	0,1680	0,0130
n-C17	0,0250	0,0450	0,0910	0,0850	0,0460	0,0520	0,0910	0,0640	0,0460	0,3190	0,0590	0,3190	0,0590
n-C18	0,0350	0,0430	0,1140	0,0870	0,0650	0,0320	0,1140	0,0950	0,0650	0,1290	0,0460	0,1290	0,0460
n-C19	0,0230	0,0650	0,3040	0,0220	0,0570	0,0150	0,3040	0,0300	0,0570	0,2200	0,1520	0,2200	0,1520
n-C20	0,0120	0,0320	0,1060	0,0240	0,0290	0,0250	0,1060	0,0090	0,0290	0,1200	0,1190	0,1200	0,1190
n-C21	0,0080	0,0670	0,1850	0,0030	0,0490	0,0150	0,1850	0,0100	0,0490	0,0750	0,0920	0,0750	0,0920
n-C22	0,0020	0,0290	0,0560	0,0050	0,1180	0,0630	0,0560	0,0260	0,1180	0,0360	0,0300	0,0360	0,0300
n-C23	0,0050	0,0460	0,2140	0,0030	0,1920	0,0470	0,2140	0,0130	0,1920	0,0450	0,1520	0,0450	0,1520
n-C24	0,0060	0,0570	0,0710	0,0120	0,0770	0,1810	0,0710	0,0360	0,0770	0,0290	0,0580	0,0290	0,0580
n-C25	0,0060	0,0920	0,3150	0,0110	0,1630	0,3380	0,3150	0,0230	0,1630	0,0700	0,3660	0,0700	0,3660
n-C26	0,0030	0,0290	0,0870	0,0070	0,0500	0,2510	0,0870	0,0220	0,0500	0,0400	0,0580	0,0400	0,0580

Углеводороды (УГВ)	Точка №1 (г. Атырау)		Точка №2 (г. Кульсары)		Точка №3 (г. Актау)		Точка №4 (г. Жанаозен)			Точка №5 (пгт. Индербор)		Точка №6 (г. Форт-Шевченко)	
	почва	ил	ил	почва	ил	почва	ил	почва	ил	почва	ил	почва	ил
п-С27	0,0130	0,1620	0,4350	0,0180	0,2360	0,5110	0,4350	0,0720	0,2360	0,1310	0,3500	0,1310	0,3500
п-С28	0,0220	0,0750	0,1240	0,0200	0,1150	0,6880	0,1240	0,2090	0,1150	0,1470	0,0690	0,1470	0,0690
п-С29	0,0670	0,4480	1,3430	0,1110	0,7120	1,1130	1,3430	0,1670	0,7120	0,2600	0,7390	0,2600	0,7390
п-С30	0,0790	0,2170	0,2550	0,1060	0,3540	1,0640	0,2550	0,3460	0,3540	0,2700	0,2480	0,2700	0,2480
п-С31	0,0660	0,6890	1,6130	0,2970	0,9480	1,1620	1,6130	0,9530	0,9480	0,6240	1,0110	0,6240	1,0110
п-С32	0,1660	0,4700	2,2310	0,1210	0,7210	1,2550	2,2310	0,5440	0,7210	0,2820	0,8600	0,2820	0,8600
п-С33	0,1540	0,9070	2,6350	0,1500	0,9520	0,7370	2,6350	0,2450	0,9520	0,3370	1,1340	0,3370	1,1340
п-С34	0,0870	0,1170	0,5930	0,1870	0,3620	0,2880	0,5930	0,2030	0,3620	0,2820	0,2680	0,2820	0,2680
п-С35	0,0370	0,1970	1,2250	0,0550	0,4610	0,3950	1,2250	0,2790	0,4610	0,4630	0,5550	0,4630	0,5550
п-С36	0,0120	0,0420	0,3100	0,0470	0,0240	0,5770	0,3100	0,0810	0,0240	0,0000	0,0450	0,0000	0,0450
п-С37	0,0000	0,0420	0,0240	0,0000	0,0550	0,0740	0,0240	0,0250	0,0550	0,0050	0,0490	0,0050	0,0490
п-С38	0,0000	0,0490	0,0000	0,0000	0,0210	0,0120	0,0000	0,0370	0,0210	0,0220	0,0150	0,0220	0,0150
п-С39	0,0000	0,0000	0,0170	0,0000	0,0000	0,0000	0,0170	0,0280	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
п-С40	0,0000	0,0000	0,0290	0,0000	0,0000	0,0060	0,0290	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Сумма УГВ	0,8430	3,9440	12,4460	1,4810	5,8370	9,0570	12,4460	3,5680	5,8370	4,0910	6,4950	4,0910	6,4950
Сумма НП	1,152	6,830	30,455	2,433	12,973	19,479	30,455	5,435	12,973	7,276	15,651	7,276	15,651

Таблица Б.7

**Содержание ПАУ в образцах питьевой воды для людей и животных мониторинговых населенных пунктов
Прикаспийского региона и зоны сравнения**

Вещество	Содержание ПАУ, мг/дм ³													
	Точка №1 (г. Атырау)		Точка №2 (г. Кульсары)		Точка №3 (г. Актау)		Точка №4 (г. Жанаозен)		Точка №5 (пгт.Индербор)		Точка №6 (г. Форт-Шевченко)		Точка №7 (г. Алаколь)	
	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ
нафталин	1.1.1-	0,0692	2.1.1-	0,0000	3.1.1-	0,3828	4.1.1-	0,0434	5.1.1-	0,0618	6.1.1-	0,1434	8.1.1-	0,0813
	1.1.3		2.1.3		3.1.3		4.1.3		5.1.3		6.1.3		8.1.3	
	1.2.1-	0,4110±	2.2.1-	0,0764±	3.2.1-	0,0258±	4.2.1-	0,3102±	5.2.1-	0,0660±	6.2.1-	0,1670±	8.2.1-8.2.3	0,3883
	1.2.3	0,0001	2.2.3	0,0001	3.2.3	0,0001	4.2.3	0,0002	5.2.3	0,0001	6.2.3	0,0001		
аценаф- тилен	1.1.1-	0,0442	2.1.1-	0,0462	3.1.1-	0,0830	4.1.1-	0,0196	5.1.1-	0,0864	6.1.1-	0,0000	8.1.1-	0,1248
	1.1.3		2.1.3		3.1.3		4.1.3		5.1.3		6.1.3		8.1.3	
	1.2.1-	0,0926±	2.2.1-	0,0274±	3.2.1-	0,2298±	4.2.1-	0,0894±	5.2.1-	0,0384±	6.2.1-	0,0024±	8.2.1-8.2.3	0,1095
	1.2.3	0,0002	2.2.3	0,0002	3.2.3	0,0002	4.2.3	0,0001	5.2.3	0,0001	6.2.3	0,0001		
аценафтен	1.1.1-	0,0440	2.1.1-	0,0692	3.1.1-	0,0458	4.1.1-	0,3002	5.1.1-	0,3658	6.1.1-	0,0000	8.1.1-	0,0000
	1.1.3		2.1.3		3.1.3		4.1.3		5.1.3		6.1.3		8.1.3	
	1.2.1-	0,0170±	2.2.1-	0,0274±	3.2.1-	0,0165±	4.2.1-	0,0396±	5.2.1-	0,5330±	6.2.1-	0,0430±	8.2.1-8.2.3	0,0365
	1.2.3	0,0003	2.2.3	0,0001	3.2.3	0,0002	4.2.3	0,0002	5.2.3	0,0002	6.2.3	0,0002		
флуорен	1.1.1-	0,0037	2.1.1-	0,0216	3.1.1-	0,0544	4.1.1-	0,0163	5.1.1-	0,0122	6.1.1-	0,0254	8.1.1-	0,0370
	1.1.3		2.1.3		3.1.3		4.1.3		5.1.3		6.1.3		8.1.3	
	1.2.1-	0,0091±	2.2.1-	0,0224±	3.2.1-	0,1178±	4.2.1-	0,1634±	5.2.1-	0,0156±	6.2.1-	0,0173±	8.2.1-8.2.3	0,0403
	1.2.3	0,0001	2.2.3	0,0001	3.2.3	0,0003	4.2.3	0,0001	5.2.3	0,0001	6.2.3	0,0001		
фенантрен	1.1.1-	0,0212	2.1.1-	0,0284	3.1.1-	0,0043	4.1.1-	0,0029	5.1.1-	0,0010	6.1.1-	0,0005	8.1.1-	0,0074
	1.1.3		2.1.3		3.1.3		4.1.3		5.1.3		6.1.3		8.1.3	
	1.2.1-	0,0007±	2.2.1-	0,0011	3.1.1-	0,0006	4.2.1-	0,0040	5.2.1-	0,0017±	6.2.1-	0,0007	8.2.1-8.2.3	0,0024
	1.2.3	0,0001	2.2.3		3.1.3		4.2.3		5.2.3	0,0001	6.2.3			
антрацен	1.1.1-	0,0012	2.1.1-	0,0015	3.2.1-	0,0025	4.1.1-	0,0029	5.1.1-	0,0013	6.1.1-	0,0011	8.1.1-	0,0034
	1.1.3		2.1.3		3.2.3		4.1.3		5.1.3		6.1.3		8.1.3	
	1.2.1-	0,0014±	2.2.1-	0,0010±	3.1.1-	0,0010±	4.2.1-	0,0057±	5.2.1-	0,0027±	6.2.1-	0,0015±	8.2.1-8.2.3	0,0035
	1.2.3	0,0003	2.2.3	0,0001	3.1.3	0,0001	4.2.3	0,0001	5.2.3	0,0002	6.2.3	0,0002		

Вещество	Содержание ПАУ, мг/дм ³												Точка №7 (г. Алаколь)	
	Точка №1 (г. Атырау)		Точка №2 (г. Кульсары)		Точка №3 (г. Актау)		Точка №4 (г. Жанаозен)		Точка №5 (пгт.Индербор)		Точка №6 (г. Форт-Шевченко)			
	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ
флуоран-тен	1.1.1- 1.1.3	0,0023	2.1.1- 2.1.3	0,0100	3.2.1- 3.2.3	0,0416	4.1.1- 4.1.3	0,0234	5.1.1- 5.1.3	0,0066	6.1.1- 6.1.3	0,0000	8.1.1- 8.1.3	0,0565
	1.2.1- 1.2.3	0,0097± 0,0002	2.2.1- 2.2.3	0,0073± 0,0001	3.1.1- 3.1.3	0,0234± 0,0001	4.2.1- 4.2.3	0,0262± 0,0002	5.2.1- 5.2.3	0,0182± 0,0001	6.2.1- 6.2.3	0,0182± 0,0001	8.2.1-8.2.3	0,0110
пирен	1.1.1- 1.1.3	0,0000	2.1.1- 2.1.3	0,0000	3.2.1- 3.2.3	0,0000	4.1.1- 4.1.3	0,0000	5.1.1- 5.1.3	0,0000	6.1.1- 6.1.3	0,0000	8.1.1- 8.1.3	0,0021
	1.2.1- 1.2.3	0,0000	2.2.1- 2.2.3	0,0000	3.1.1- 3.1.3	0,0000	4.2.1- 4.2.3	0,0000	5.2.1- 5.2.3	0,0000	6.2.1- 6.2.3	0,0000	8.2.1-8.2.3	0,0029
бенз(а)- антрацен	1.1.1- 1.1.3	0,0025	2.1.1- 2.1.3	0,0026	3.2.1- 3.2.3	0,0039	4.1.1- 4.1.3	0,0082	5.1.1- 5.1.3	0,0047	6.1.1- 6.1.3	0,0000	8.1.1- 8.1.3	0,0098
	1.2.1- 1.2.3	0,0020	2.2.1- 2.2.3	0,0044± 0,0001	3.1.1- 3.1.3	0,0031± 0,0001	4.2.1- 4.2.3	0,0080	5.2.1- 5.2.3	0,0021± 0,0001	6.2.1- 6.2.3	0,0021± 0,0001	8.2.1-8.2.3	0,0066
хризен	1.1.1- 1.1.3	0,0005	2.1.1- 2.1.3	0,0006	3.2.1- 3.2.3	0,0000	4.1.1- 4.1.3	0,0000	5.1.1- 5.1.3	0,0000	6.1.1- 6.1.3	0,0000	8.1.1- 8.1.3	0,0010
	1.2.1- 1.2.3	0,0006	2.2.1- 2.2.3	0,0000	3.1.1- 3.1.3	0,0000	4.2.1- 4.2.3	0,0000	5.2.1- 5.2.3	0,0000	6.2.1- 6.2.3	0,0000	8.2.1-8.2.3	0,0007
бенз(б)- флуоран-тен	1.1.1- 1.1.3	0,0000	2.1.1- 2.1.3	0,0000	3.1.1- 3.1.3	0,0000	4.1.1- 4.1.3	0,0000	5.1.1- 5.1.3	0,0000	6.1.1- 6.1.3	0,0000	8.1.1- 8.1.3	0,0025
	1.2.1- 1.2.3	0,0000	2.2.1- 2.2.3	0,0000	3.2.1- 3.2.3	0,0000	4.2.1- 4.2.3	0,0000	5.2.1- 5.2.3	0,0000	6.2.1- 6.2.3	0,0000	8.2.1-8.2.3	0,0000
бенз(к)- флуоран-тен	1.1.1- 1.1.3	0,0000	2.1.1- 2.1.3	0,0000	3.1.1- 3.1.3	0,0000	4.1.1- 4.1.3	0,0000	5.1.1- 5.1.3	0,0000	6.1.1- 6.1.3	0,0000	8.1.1- 8.1.3	0,0012
	1.2.1- 1.2.3	1,152± 0,004	2.2.1- 2.2.3	0,0000	3.2.1- 3.2.3	0,0000	4.2.1- 4.2.3	0,0000	5.2.1- 5.2.3	0,0000	6.2.1- 6.2.3	0,0000	8.2.1-8.2.3	0,0009
бенз(а)- пирен	1.1.1- 1.1.3	0,0000	2.1.1- 2.1.3	0,0000	3.1.1- 3.1.3	0,0000	4.1.1- 4.1.3	0,0000	5.1.1- 5.1.3	0,0000	6.1.1- 6.1.3	0,0000	8.1.1- 8.1.3	0,0000
	1.2.1- 1.2.3	1,152± 0,004	2.2.1- 2.2.3	0,0000	3.2.1- 3.2.3	0,0000	4.2.1- 4.2.3	0,0000	5.2.1- 5.2.3	0,0000	6.2.1- 6.2.3	0,0000	8.2.1-8.2.3	0,0000

Вещество	Содержание ПАУ, мг/дм ³													
	Точка №1 (г. Атырау)		Точка №2 (г. Кульсары)		Точка №3 (г. Актау)		Точка №4 (г. Жанаозен)		Точка №5 (пгт.Индербор)		Точка №6 (г. Форт-Шевченко)		Точка №7 (г. Алаколь)	
	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ
дибен- з(а,h)ан- трацен	1.1.1- 1.1.3	0,0000	2.1.1- 2.1.3	0,0000	3.1.1- 3.1.3	0,0000	4.1.1- 4.1.3	0,0000	5.1.1- 5.1.3	0,0000	6.1.1- 6.1.3	0,0000	8.1.1- 8.1.3	0,0000
	1.2.1- 1.2.3	0,0000	2.2.1- 2.2.3	0,0000	3.2.1- 3.2.3	0,0000	4.2.1- 4.2.3	0,0000	5.2.1- 5.2.3	0,0000	6.2.1- 6.2.3	0,0000	8.2.1-8.2.3	0,0000
бенз(g,h,i)- перилен	1.1.1- 1.1.3	0,0000	2.1.1- 2.1.3	0,0000	3.1.1- 3.1.3	0,0000	4.1.1- 4.1.3	0,0000	5.1.1- 5.1.3	0,0000	6.1.1- 6.1.3	0,0000	8.1.1- 8.1.3	0,0000
	1.2.1- 1.2.3	0,0000	2.2.1- 2.2.3	0,0000	3.2.1- 3.2.3	0,0000	4.2.1- 4.2.3	0,0000	5.2.1- 5.2.3	0,0000	6.2.1- 6.2.3	0,0000	8.2.1-8.2.3	0,0028
индено- (1,2,3-cd)- перилен	1.1.1- 1.1.3	0,0000	2.1.1- 2.1.3	0,0000	3.1.1- 3.1.3	0,0000	4.1.1- 4.1.3	0,0000	5.1.1- 5.1.3	0,0000	6.1.1- 6.1.3	0,0000	8.1.1- 8.1.3	0,0000
	1.2.1- 1.2.3	0,0000	2.2.1- 2.2.3	0,0000	3.2.1- 3.2.3	0,0000	4.2.1- 4.2.3	0,0000	5.2.1- 5.2.3	0,0000	6.2.1- 6.2.3	0,0000	8.2.1-8.2.3	0,0039
Сумма ПАУ	1.1.1- 1.1.3	0,1888	2.1.1- 2.1.3	0,1800	3.1.1- 3.1.3	0,6184	4.1.1- 4.1.3	0,4169	5.1.1- 5.1.3	0,5398	6.1.1- 6.1.3	0,1148±0,0031	8.1.1- 8.1.3	0,3269
	1.2.1- 1.2.3	0,5441±0,0021	2.2.1- 2.2.3	0,4813±0,0008	3.2.1- 3.2.3	0,4180±0,0011	4.2.1- 4.2.3	0,6464± 0,0009	5.2.1- 5.2.3	0,6778± 0,0009	6.2.1- 6.2.3	0,1705±0,0021	8.2.1-8.2.3	0,6091± 0,0009
Примечания: ПДК для бенз(а)пирена – 0,005 мг/дм ³ ; ПДК для нафталина – 10 мг/дм ³														

Содержание ПАУ в образцах почвы и ила из мониторинговых зон Прикаспия и зоны сравнения

Вещество	Точка №1 (г. Атырау)		Точка №2 (г. Кульсары)		Точка №3 (г. Актау)		Точка №4 (г. Жанаозен)		Точка №5 (пгт. Индербор)		Точка №6 (г. Форт- Шевченко)		Точка №7 (мыс Сагындык)		Точка №8 (г.Учарал)	
	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
нафталин	1.3.1- 1.3.3	0,0436± 0,0001	2.3.1- 2.3.3	0,0356± 0,0001	3.3.1- 3.3.3	0,0289± 0,0001	4.3.1- 4.3.3	0,2574± 0,0001	5.3.1- 5.3.3	0,1329± 0,0001	6.3.1- 6.3.3	0,7709± 0,0003	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0148
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0410 0,0092	2.4.1- 2.4.3	0,0603± 0,0001	3.4.1- 3.4.3	0,0366± 0,0001	4.4.1- 4.4.3	0,0126± 0,0001	5.4.1- 5.4.3	0,0188± 0,0001	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0393
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,3045± 0,0002	4.5.1- 4.5.3	1,2720± 0,0001	-	-	6.5.1- 6.5.3	0,1195± 0,0001	7.5.1- 7.5.3	0,0998± 0,0001	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0059 0,0068 0,0163
аценафтилен	1.3.1- 1.3.3	0,0196± 0,0002	2.3.1- 2.3.3	0,0000	3.3.1- 3.3.3	0,0000± 0,0004	4.3.1- 4.3.3	0,2426± 0,0001	6.3.1- 6.3.3	1,0275± 0,0005	6.3.1- 6.3.3	1,0275± 0,0005	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0121
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0170 0,0038	2.4.1- 2.4.3	0,0230± 0,0001	3.4.1- 3.4.3	0,0000	4.4.1- 4.4.3	0,0074± 0,0001	6.4.1- 6.4.3	0,0000	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0330
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,0761± 0,0003	4.5.1- 4.5.3	2,3810± 0,0001	6.5.1- 6.5.3	0,0436± 0,0003	6.5.1- 6.5.3	0,0436± 0,0003	7.5.1- 7.5.3	0,0282± 0,0002	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0038 0,0054 0,0236
аценафтен	1.3.1- 1.3.3	0,0000	2.3.1- 2.3.3	0,0000	3.3.1- 3.3.3	0,0000± 0,0003	4.3.1- 4.3.3	0,1761± 0,0005	6.3.1- 6.3.3	0,5485± 0,0004	6.3.1- 6.3.3	0,5485± 0,0004	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0122
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0275 0,0062	2.4.1- 2.4.3	0,0390± 0,0001	3.4.1- 3.4.3	0,0000	4.4.1- 4.4.3	0,0072± 0,0001	6.4.1- 6.4.3	0,0000	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0149
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,2777± 0,0004	4.5.1- 4.5.3	7,9973± 0,0001	6.5.1- 6.5.3	0,0271± 0,0002	6.5.1- 6.5.3	0,0271± 0,0002	7.5.1- 7.5.3	0,0217± 0,0001	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0025 0,0015 0,0063
Флуорен	1.3.1- 1.3.3	0,0114± 0,0001	2.3.1- 2.3.3	0,0048± 0,0001	3.3.1- 3.3.3	0,0172± 0,0002	4.3.1- 4.3.3	0,0702± 0,0002	5.3.1- 5.3.3	0,0840± 0,0001	6.3.1- 6.3.3	0,4400± 0,0001	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0088
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0023 0,0101	2.4.1- 2.4.3	0,0272± 0,0006	3.4.1- 3.4.3	0,0128± 0,0001	4.4.1- 4.4.3	0,0107± 0,0001	5.4.1- 5.4.3	0,0054± 0,0001	6.4.1- 6.4.3	0,0241± 0,0001	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0710

Вещество	Точка №1 (г. Атырау)		Точка №2 (г. Кульсары)		Точка №3 (г. Актау)		Точка №4 (г. Жанаозен)		Точка №5 (пгт. Индербор)		Точка №6 (г. Форт- Шевченко)		Точка №7 (мыс Сагындык)		Точка №8 (г. Учалар)	
	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,2490± 0,0001	4.5.1- 4.5.3	1,2656± 0,0007			6.5.1- 6.5.3	0,0725± 0,0001	7.5.1- 7.5.3	0,0169± 0,0003	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0025 0,0167 0,0079
фенантрен	1.3.1- 1.3.3	0,0038± 0,0001	2.3.1- 2.3.3	0,0004± 0,0001	3.3.1- 3.3.3	0,0013± 0,0001	4.3.1- 4.3.3	0,0234± 0,0001	5.3.1- 5.3.3	0,0060	6.3.1- 6.3.3	0,1259± 0,0001	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0005
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0000 0,0000	2.4.1- 2.4.3	0,0030± 0,0001	3.4.1- 3.4.3	0,0002± 0,0001	4.4.1- 4.4.3	0,0004± 0,0001	5.4.1- 5.4.3	0,0005± 0,0001	6.4.1- 6.4.3	0,0003± 0,0001	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0023
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,0221± 0,0001	4.5.1- 4.5.3	0,6977± 0,0004			6.5.1- 6.5.3	0,0027± 0,0003	7.5.1- 7.5.3	0,0035± 0,0001	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0004 0,0001 0,0009
антрацен	1.3.1- 1.3.3	0,0017± 0,0001	2.3.1- 2.3.3	0,0003	3.3.1- 3.3.3	0,0015± 0,0001	4.3.1- 4.3.3	0,0120± 0,0001	5.3.1- 5.3.3	0,0037± 0,0002	6.3.1- 6.3.3	0,0482± 0,0002	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0001
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0011 0,0003	2.4.1- 2.4.3	0,0053± 0,0003	3.4.1- 3.4.3	0,0000	4.4.1- 4.4.3	0,0002± 0,0001	5.4.1- 5.4.3	0,0021± 0,0001	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0015
					3.5.1- 3.5.3	0,0040± 0,0001	4.5.1- 4.5.3	0,1299± 0,0001			6.5.1- 6.5.3	0,0037± 0,0007	7.5.1- 7.5.3	0,0000	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0001 0,0001 0,0003
флуорантен	1.3.1- 1.3.3	0,0191± 0,0007	2.3.1- 2.3.3	0,0069± 0,0001	3.3.1- 3.3.3	0,0094± 0,0010	4.3.1- 4.3.3	0,1120± 0,0004	5.3.1- 5.3.3	0,0805± 0,0009	6.3.1- 6.3.3	0,3367± 0,0009	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0046
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0067 0,0015	2.4.1- 2.4.3	0,0194± 0,0004	3.4.1- 3.4.3	0,0000	4.4.1- 4.4.3	0,0000	5.4.1- 5.4.3	0,0359± 0,0003	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0163
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,0104± 0,0010	4.5.1- 4.5.3	1,3471± 0,0001			6.5.1- 6.5.3	0,0599 ± 0,0001	7.5.1- 7.5.3	0,0061± 0,0001	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0006 0,0027 0,0025
пирен	1.3.1- 1.3.3	0,0022± 0,0001	2.3.1- 2.3.3	0,0051± 0,0001	3.3.1- 3.3.3	0,0004± 0,0001	4.3.1- 4.3.3	0,0093± 0,0001	5.3.1- 5.3.3	0,0012± 0,0001	6.3.1- 6.3.3	0,0178± 0,0001	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0003
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0010 0,0002	2.4.1- 2.4.3	0,0033± 0,0002	3.4.1- 3.4.3	0,0000	4.4.1- 4.4.3	0,0000	5.4.1- 5.4.3	0,0004	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0006

Вещество	Точка №1 (г. Атырау)		Точка №2 (г. Кульсары)		Точка №3 (г. Актау)		Точка №4 (г. Жанаозен)		Точка №5 (пгт. Индербор)		Точка №6 (г. Форт- Шевченко)		Точка №7 (мыс Сагындык)		Точка №8 (г. Учарал)	
	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	-	-	-	-	3.3.1- 3.3.3	0,0094± 0,0010	4.3.1- 4.3.3	0,1120± 0,0004			6.5.1- 6.5.3	0,0116 ± 0,0005	7.5.1- 7.5.3	0,0004± 0,0001	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0001 0,0002 0,0007
бенз(а)-антрацен	1.3.1- 1.3.3	0,0116± 0,0004	2.3.1- 2.3.3	0,0031± 0,0001	3.3.1- 3.3.3	0,0000± 0,0007	4.3.1- 4.3.3	0,1244± 0,0001	5.3.1- 5.3.3	0,0162± 0,0003	6.3.1- 6.3.3	0,3810± 0,0003	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0015
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0032 0,0007	2.4.1- 2.4.3	0,0119± 0,0010	3.4.1- 3.4.3	0,0000	4.4.1- 4.4.3	0,0000	5.4.1- 5.4.3	0,0102± 0,0004	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0155
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,0103± 0,0001	4.5.1- 4.5.3	0,3476± 0,0001			6.5.1- 6.5.3	0,0055 ± 0,0001	7.5.1- 7.5.3	0,0000	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0003 0,0001 0,0061
хризен	1.3.1- 1.3.3	0,0020± 0,0001	2.3.1- 2.3.3	0,0049± 0,0001	3.3.1- 3.3.3	0,0000± 0,0001	4.3.1- 4.3.3	0,0018± 0,0001	5.3.1- 5.3.3	0,0004	6.3.1- 6.3.3	0,0038	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0001
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0001 0,0005	2.4.1- 2.4.3	0,0023± 0,0001	3.4.1- 3.4.3	0,0000	4.4.1- 4.4.3	0,0000	5.4.1- 5.4.3	0,0002	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0011
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,0014± 0,0001	4.5.1- 4.5.3	0,0182± 0,0001			6.5.1- 6.5.3	0,0003 ± 0,0001	7.5.1- 7.5.3	0,0002± 0,0001	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0000 0,0001 0,0004
бенз(б)-флуорантен	1.3.1- 1.3.3	0,0051± 0,0001	2.3.1- 2.3.3	0,0076± 0,0001	3.3.1- 3.3.3	0,0006± 0,0001	4.3.1- 4.3.3	0,0081± 0,0001	5.3.1- 5.3.3	0,0027± 0,0001	6.3.1- 6.3.3	0,0290± 0,0001	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0034
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0013 0,0003	2.4.1- 2.4.3	0,0047± 0,0001	3.4.1- 3.4.3	0,0000	4.4.1- 4.4.3	0,0000	5.4.1- 5.4.3	0,0007	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0036
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,0077± 0,0006	4.5.1- 4.5.3	0,0772± 0,0003			6.5.1- 6.5.3	0,0223 ± 0,0002	7.5.1- 7.5.3	0,0005± 0,0001	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0001 0,0001 0,0025
бенз(к)-флуорантен	1.3.1- 1.3.3	0,0019± 0,0001	2.3.1- 2.3.3	0,0042± 0,0003	3.3.1- 3.3.3	0,0000	4.3.1- 4.3.3	0,0036± 0,0001	5.3.1- 5.3.3	0,0004	6.3.1- 6.3.3	0,0112± 0,0001	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0001
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,00120,0003	2.4.1- 2.4.3	0,0024± 0,0001	3.4.1- 3.4.3	0,0000	4.4.1- 4.4.3	0,0000	5.4.1- 5.4.3	0,0004	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0009

Вещество	Точка №1 (г. Атырау)		Точка №2 (г. Кульсары)		Точка №3 (г. Актау)		Точка №4 (г. Жанаозен)		Точка №5 (шт. Индербор)		Точка №6 (г. Форт-Шевченко)		Точка №7 (мыс Сагындык)		Точка №8 (г. Учарал)	
	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,0024± 0,0002	4.5.1- 4.5.3	0,0089± 0,0003			6.5.1- 6.5.3	0,0005 ± 0,0001	7.5.1- 7.5.3	0,0002± 0,0001	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0000 0,0000 0,0009
бенз(а)-пирен	1.3.1- 1.3.3	0,0024± 0,0001	2.3.1- 2.3.3	0,0056± 0,0001	3.3.1- 3.3.3	0,0000	4.3.1- 4.3.3	0,0009± 0,0001	5.3.1- 5.3.3	0,0003	6.3.1- 6.3.3	0,0019± 0,0001	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0000
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0001 0,0006	2.4.1- 2.4.3	0,0029± 0,0001	3.4.1- 3.4.3	0,0000	4.4.1- 4.4.3	0,0000	5.4.1- 5.4.3	0,0002	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0012
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,0000	4.5.1- 4.5.3	0,0034± 0,0001			6.5.1- 6.5.3	0,0000	7.5.1- 7.5.3	0,0000	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0000 0,0000 0,0006
ди-бенз(а, h) антрацен	1.3.1- 1.3.3	0,0032± 0,0001	2.3.1- 2.3.3	0,0037± 0,0001	3.3.1- 3.3.3	0,0000	4.3.1- 4.3.3	0,0017± 0,0001	5.3.1- 5.3.3	0,0004	6.3.1- 6.3.3	0,0068± 0,0001	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0000
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0001 0,0005	2.4.1- 2.4.3	0,0022± 0,0001	3.4.1- 3.4.3	0,0000	4.4.1- 4.4.3	0,0000	5.4.1- 5.4.3	0,0000	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0010
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,0000	4.5.1- 4.5.3	0,0000			6.5.1- 6.5.3	0,0013 ± 0,0004	7.5.1- 7.5.3	0,0000	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0000 0,0000 0,0003
бенз(g,h,i)перилен	1.3.1- 1.3.3	0,0066± 0,0001	2.3.1- 2.3.3	0,0060± 0,0001	3.3.1- 3.3.3	0,0000	4.3.1- 4.3.3	0,0060± 0,0001	5.3.1- 5.3.3	0,0008	6.3.1- 6.3.3	0,0318± 0,0001	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0000
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0010 0,0045	2.4.1- 2.4.3	0,0050 0,0001	3.4.1- 3.4.3	0,0000	4.4.1- 4.4.3	0,0000	5.4.1- 5.4.3	0,0000	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0011
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,0000	4.5.1- 4.5.3	0,0000			6.5.1- 6.5.3	0,0004± 0,0002	7.5.1- 7.5.3	0,0000	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0000 0,0000 0,0007
индено-(1,2,3-сd) перилен	1.3.1- 1.3.3	0,0014	2.3.1- 2.3.3	0,0015	3.3.1- 3.3.3	0,0000	4.3.1- 4.3.3	0,0032± 0,0001	5.3.1- 5.3.3	0,0003	6.3.1- 6.3.3	0,0192± 0,0001	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0000
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0003 0,0015	2.4.1- 2.4.3	0,0000	3.4.1- 3.4.3	0,0000	4.4.1- 4.4.3	0,0000	5.4.1- 5.4.3	0,0000± 0,0001	6.4.1- 6.4.3	0,0000	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,0011

Вещество	Точка №1 (г. Атырау)		Точка №2 (г. Кульсары)		Точка №3 (г. Актау)		Точка №4 (г. Жанаозен)		Точка №5 (пгт. Индербор)		Точка №6 (г. Форт- Шевченко)		Точка №7 (мыс Сагындык)		Точка №8 (г. Учарал)	
	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ	код	ПАУ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	-	-	-	-	3.5.1- 3.5.3	0,0000	4.5.1- 4.5.3	0,0000			6.5.1- 6.5.3	0,0018± 0,0001	7.5.1 – 7.5.3	0,0000	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0000 0,0000 0,0002
Сумма ПАУ	1.3.1- 1.3.3	0,1356± 0,0035	2.3.1- 2.3.3	0,0897± 0,0013	3.3.1- 3.3.3	0,0593± 0,0035	4.3.1- 4.3.3	1,0527± 0,0015	5.3.1- 5.3.3	0,4729± 0,0027	6.3.1- 6.3.3	3,8002± 0,0027	-	-	8.3.1- 8.3.3	0,0555
	1.4.1.1-3 1.4.2.1-3	0,0263 0,1177	2.4.1- 2.4.3	0,2132± 0,0034	3.4.1- 3.4.3	0,0496± 0,0001	4.4.1- 4.4.3	0,0385± 0,0001	5.4.1- 5.4.3	0,1077± 0,0016	6.4.1- 6.4.3	0,0244± 0,0016	-	-	8.4.1- 8.4.3	0,2043
					3.5.1- 3.5.3	0,9723± 0,0004	4.5.1- 4.5.3	15,586± 0,0017			6.5.1- 6.5.3	0,3727± 0,0103	7.5.1 – 7.5.3	0,1775± 0,0001	8.5.1.1-3 8.5.2.1-3 8.5.3.1-3	0,0164 0,0338 0,0701

Таблица Б.9

Содержание нитратов/нитритов и фенолов в образцах почвы, ила и воды из мониторинговых населенных пунктов Прикаспия и зоны сравнения

Место отбора	Характер пробы	Концентрация		
		Нитриты, мг/(дм ³)кг	Нитраты, мг/(дм ³)кг	фенолы мг/(дм ³)кг
Точка №1 (г. Атырау)	вода (люди)	нет	нет	нет
	вода (животные)	нет	нет	нет
	почва	0,036	0,98	0,004 мг/кг
	ил (1.4.1.1)	0,018	0,78	0,00008 мг/кг
	ил (1.4.2.1)	0,024	0,7	0,002 мг/кг
Точка №2 (г. Кульсары)	вода (люди)	нет	нет	нет
	вода (животные)	нет	нет	нет
	почва	0,026	1,14	0,002 мг/кг
	ил	0,042	1,23	0,005 мг/кг
Точка №3 (г. Актау)	вода (люди)	нет	нет	<0,001
	вода (животные)	<0,003	0,46	<0,001
	почва (город)	1,609	384,1*(3 ПДК)	<0,005
	почва (хозяйство)	0,805	94,7	<0,005
	ил	0,315	298,6*	
Точка №4 (г.Жанаозен)	вода (люди)	нет	нет	нет
	вода (животные)	<0,003	19,217	<0,001
	почва (город)	1,067	86,4	<0,005
	почва (хозяйство)	0,673	183,6*	
	ил	(1,4 ПДК)	<0,005	
Точка №5 (пгт.Индербор)	вода (люди)	нет	нет	-
	вода (животные)	нет	нет	0,02
	почва (город)	0,045	0,71	0,006
	ил	0,015	0,25	0,00002
Точка №6 (г.Форт-Шевченко)	вода (люди)	нет	нет	нет
	вода (животные)	<0,003	11,735	<0,001
	почва (город)	1,031	170,1*	<0,005
	почва (хозяйство)	(1,3 ПДК)	<0,005	<0,005
	ил	1,422	198,8*	<0,005
Точка №7 (мыс Сагындык)	ил	0,09	57,6	<0,005
Точка №8 (г. Учарал)	вода (люди)	<0,1	<0,001	<0,001
	вода (животные)	8,37	<0,001	<0,001
	почва (город)	120	30,5	0,219
	почва (хозяйство)	174	51,6	0,247
	ил (8.5.1.1)	12,8	<0,01	0,035
	ил (8.5.2.1)	4,22	<0,01	0,023
	ил (8.5.3.1)	12,03	<0,01	0,018
Примечания: * – превышение ПДК; ПДК по содержанию фенолов в воде – 0,001 мг/л, в почве – 1 мг/кг; ПДК по содержанию нитратов в воде – 40 мг/дм ³ , в почве – 130 мг/кг; ПДК по содержанию нитритов в воде – 0,08 мг/дм ³ .				

Научное издание

**ОЦЕНКА РИСКА ТЕХНОГЕННОГО
ВЛИЯНИЯ НА НАСЕЛЕНИЕ
КАЗАХСТАНСКОЙ ЧАСТИ
ПРИКАСПИЯ**

Коллективная монография

Коллектив авторов:

Л.Б. Джансугурова, Н.В. Мить, А.А. Жубанова, С.Г. Нестерова, З.А. Инелова,
Е.Ж. Жумабеков, Э.А. Шаденова, О.Г. Чередниченко, Р.Ж. Жапбасов, М.Х. Байжанов,
М.Ж. Сулейменов, Э.М. Хусайнова, Е.К. Макашев, У.Н. Капышева, А.С. Мусаева,
Ш. Бахтиярова, А.С. Амиргалиева, М.О. Бегманова, И.Н. Магда, А.Л. Пилюгина,
С.Б. Зайпанова, А.М. Жомартов, К. Тастамбек, К.Б. Джантаева, Ф. Муратова

Редактор *Г.С. Бекбердиева*
Компьютерная верстка *Г.К. Шаккозовой*
Дизайн обложки: *А. Калиева*

ИБ № 11679

Подписано в печать 29.12.2017. Формат 70х100/16.
Бумага офсетная. Печать цифровая. Объем 15,2 п.л.
Тираж 210 экз. Заказ № 511. Цена договорная.

Издательский дом «Қазақ университеті»

Казахского национального университета имени аль-Фараби.
050040, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71, КазНУ.

Отпечатано в типографии издательского дома «Қазақ университеті».

P2020

1