

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF BIOLOGICAL AND MEDICAL

ISSN 2224-5308

Volume 6, Number 318 (2016), 74 – 80

A. S. Amirgalieva, M. O. Begmanova, N. V. Mit, L. B. Djansugurova

«Institute of General Genetics and Cytology» CS MES RK, Almaty, Kazakhstan

THE ESTIMATION OF FOREGROUND POLLUTANTS GENOTOXICAL POTENTIAL IN ATYRAU REGION OF PRIKASPIY

Abstract. The genotoxic potential of water and soil main pollutants was estimated in 3 inhabited localities of Atyrau region in Prikaspiy. It was shown, what foreground pollutants of the soil were heavy metals (lead, nickel, cobalt), which were able to induce the recessive lethal mutation in X-chromosome and autosomes of *Drosophila*. The moderate mutagenic and teratogenic effect of soil samples to *Drosophila melanogaster* was demonstrated in short-term screening tests. Histological analysis revealed the absence of carcinogenic effect of soil samples to *Drosophila* ontogenesis.

Keywords: genotoxic potential, short-term screening tests, *Drosophila melanogaster*, recessive lethal mutations.

УДК 575.224.46

A. С. Амиргалиева, М. О. Бегманова, Н. В. Мить, Л. Б. Джансугурова

«Институт общей генетики и цитологии» КН МОН РК, Алматы, Казахстан

ОЦЕНКА ГЕНОТОКСИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ АТЫРАУСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

Аннотация. В работе проведена оценка генотоксического потенциала приоритетных загрязнителей воды и почвы 3-х населенных пунктов Атырауской области Прикаспийского региона. Установлено, что приоритетными загрязнителями почвы являются тяжелые металлы (хром, никель, кобальт), которые способны индуцировать рецессивные летальные мутации в X-хромосоме и аутосомах дрозофилы. В результате краткосрочных скрининговых тестов продемонстрирован слабый мутагенный и тератогенный эффект проб почвы на *Drosophila melanogaster*. Методами гистологического анализа показано отсутствие канцерогенного эффекта проб почвы на онтогенез дрозофилы.

Ключевые слова: генотоксический потенциал, краткосрочные скрининговые тесты, *Drosophila melanogaster*, рецессивные летальные мутации.

Прикаспийский регион нашей страны, располагающий ценными биологическими ресурсами, значительным минерально-сырьевым потенциалом имеет исключительно важное стратегическое значение в экономике и огромные перспективы развития. 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, текущие загрязнения, продолжающаяся деградация экосистем, катастрофическое сокращение запасов биологического разнообразия и других факторов [1].

Экологическая ситуация в регионе осложнилась, прежде всего, из-за последствий негативного влияния техногенных факторов. В связи с ростом объемов добычи углеводородного сырья на суше и увеличением объемов их транспортировки, а также с началом производства поисково-раз-

дочных работ на Каспийском шельфе, в регионе возрастает опасность возникновения промышленных аварий на объектах нефтегазодобычи и вероятность крупных разливов нефти на море. На сегодняшний день общая экологическая ситуация в Прикаспийском регионе характеризуется совокупностью загрязнений почвы, атмосферного воздуха, поверхностных и подземных водных объектов, а также загрязнения донных отложений моря и организма биологических ресурсов моря.

Осложнение экологической ситуации оказывает негативное влияние на условия проживания населения и медико-демографическую ситуацию в регионе [2]. В связи с вышесказанным особую актуальность приобретает оценка потенциальных генотоксических эффектов загрязнителей окружающей среды с использованием адекватных тест-систем [3].

Целью данной работы было изучение возможной мутагенной, тератогенной и канцерогенной активности приоритетных загрязнителей Атырауской области Прикаспийского региона с использованием в качестве тест системы плодовой мушки *Drosophila melanogaster*. Исходя из анализа литературных данных об экологическом состоянии и характере загрязнения Урало-Каспийского бассейна для оценки техногенного влияния, были выбраны 3 мониторинговые зоны, представляющие географически отдаленные населенные пункты Атырауской области: 1) г. Атырау; 2) г. Кульсары; 3) пгт. Индер.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследований явились пробы воды и почвы из выбранных мониторинговых точек. Материал собирали согласно установленным стандартам отбора материала для химического анализа [4-5]. При заборе проб воды из каждой мониторинговой точки брали пробы питьевой воды двух типов: для людей (водопроводная вода) и для сельскохозяйственных животных (реки, колодцы). Пробы воды собирали в стеклянные бутылки объемом 2 и 5 литров, пробы почвы отбирали в полотняные мешочки. Материал транспортировали до лабораторий в течение 14 часов с использованием самолета и автотранспорта. Далее проводили определение приоритетных загрязнителей в отобранных пробах, а именно определяли содержание тяжелых металлов, нефтепродуктов, полициклических ароматических углеводородов (бенз(а)пирена), фенола и нитритов/нитратов [6].

Мутагенный, тератогенный и канцерогенный эффект оценивали с применением следующих линий *Drosophila melanogaster*:

а) *Oregon R* – линия дикого типа.

б) *double yellow* – лабораторная линия, позволяющая учитывать рецессивные летальные мутации в X-хромосоме. Самки этой линии имеют две сцепленные X-хромосомы, маркированные геном *yellow* (желтая окраска тела), а также дополнительную Y-хромосому.

в) *Cy/Pm; D/Sb* – балансерная лабораторная линия, позволяющая учитывать летальные мутации одновременно по второй и третьей аутосомам. Линия содержит 4 доминантные мутации с инверсиями, которые препятствуют кроссинговеру: *Cyrlly* (*Cy*, 2-6.1) – крылья закручены вверх, рецессивный летальный эффект; *Plum* (*Pm*, 2-104.5) – доминантный аллель *brown*, коричневые глаза, рецессивный летальный эффект; *Dichaete* (*D*, 3-40.7) – крылья растопырены под углом 45°, рецессивный летальный эффект; *Stabble* (*Sb*, 3-58.2) – короткие щетинки, рецессивный летальный эффект.

Для анализа мутагенности использовали автоклавированные образцы воды и растворенные в ДМСО бензольные вытяжки проб почвы, которые разбавляли в 100 раз до достижения концентрации 5 мг/мл, поскольку первоначальная концентрация ДМСО (0,5 г/мл) токсична для дрозофилы. Образцы воды добавляли в корм для дрозофилы в концентрациях 3%, 5% и 10%, бензольные вытяжки проб почвы в концентрациях 0,1%, 0,3%, 0,5% в 1 мл корма. На питательную среду сажали по 5 самцов и 5 самок линии *Oregon R* и выращивали культуру. В контроле вводили физиологический раствор или ДМСО в соответствующих концентрациях, или вообще не использовали обработку. Всех имаго F₀, выращенных на обработанном корме, просматривали под биноклем для выявления морфологически измененных особей. Для определения тератогенного эффекта подсчитывали процент имаго с измененным фенотипом. Результаты обрабатывали традиционными методами вариационной статистики [7].

Для учета рецессивных летальных мутаций использовали самцов линии *Oregon R*, выращенных на обработанном корме, которых скрещивали индивидуально с самками тестерных линий. Для

учета рецессивных летальных мутаций в X-хромосоме использовали линию *double yellow* [8]. Для учета рецессивных летальных мутаций в аутосомах дрозофилы использовали балансерную линию *Sy/Pm;D/Sb* [9]. Со всеми выделенными мутациями проводился тест на аллелизм, что позволило исключить повторную регистрацию леталей. Выделенные аутосомные летали использовали для выяснения вопроса о канцерогенности проб воды и почвы. На личинках третьего возраста, имеющих аутосомные летали, проводили гистологический анализ согласно стандартной методике [10].

Результаты и их обсуждение

Химический анализ проб воды и почвы проводился в ТОО «Научный аналитический центр», Алматы, Казахстан. Анализ проб воды показал, что в образцах питьевой воды как для людей, так и для животных ни по одному из определенных элементов концентрации тяжелых металлов не превышают ПДК. При анализе образцов почвы установлено, что содержание свинца и кадмия находится в пределах нормы, однако наблюдается превышение ПДК по хрому, никелю и кобальту. Так, образцы почвы из г. Атырау демонстрируют превышение ПДК по хрому (3,5-6,4 ПДК), кобальту (1,4-1,9 ПДК) и никелю (8,8-12,8 ПДК). Образцы почвы из г. Кульсары показывают превышение ПДК по хрому (1,8-2,0 ПДК) и никелю (3,1-3,5 ПДК). Образцы почвы из природоохранной зоны (пгт. Индер) также в высокой степени загрязнены тяжелыми металлами: превышение ПДК по хрому (5,9-6,8 ПДК), кобальту (2-2,1 ПДК) и никелю (10,4-11,6 ПДК).

Установлено, что в отобранных пробах воды и почвы из гг. Атырау, Кульсары, и пгт. Индер не наблюдается повышенного содержания нефтепродуктов. Также не наблюдается превышающего ПДК содержания полиароматических углеводородов, фенолов, нитратов и нитритов. Таким образом, приоритетными загрязнителями почвы в Атырауской области являются тяжелые металлы хром, никель и кобальт.

Далее проводили оценку мутагенного потенциала приоритетных загрязнителей воды и почвы путем индукции и скрининга летальных мутаций в X-хромосоме и аутосомах дрозофилы. В каждом варианте опыта проанализировано по 100 индивидуальных X-хромосом, в контроле по 10 индивидуальных X-хромосом. Скрининг летальных мутаций в X-хромосоме показал, что при добавлении в корм дрозофил проб питьевой воды для людей и животных не было зарегистрировано ни одного случая возникновения рецессивных летальных мутаций в X-хромосоме. По одной летальной мутации зарегистрировано при добавлении проб почвы из г. Атырау в концентрациях 0,1% (0,04%) и 0,3% и две летали (0,08%) – в концентрации 0,5%. В контрольных экспериментах отмечен 1 случай (2,5%) возникновения летальной мутации в концентрации 10% PBS. Статистический анализ показал, что отличия от контрольных экспериментов не являются достоверными ($t_{st} = 0,587$, $p > 0,1$).

Среди других нарушений отмечена повышенная частота кукольной гибели (более 3%) для вариантов 5 и 10% обработки корма питьевой водой (люди) из г. Атырау: 3,33% и 4,26%, соответственно. Эти же варианты обработки стимулировали невысокую стерильность самцов (0,16–0,30%). Стерильность самцов характерна также для 5 и 10% обработки корма питьевой водой для животных, однако повышенная частота кукольной гибели в данном случае проявилась только при 10% обработке (3,65%). При исследовании проб из г. Кульсары не наблюдали повышенной гибели на стадии куколки (0,81–2,86%), однако для всех проб отмечена стерильность самцов с частотой от 0,08 до 0,36%. При анализе образцов из пгт. Индер гибель куколок была в пределах 0,74-1,70%, стерильность самцов – 0,15–0,88%.

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, однако отмечено воздействие всех проб на онтогенез дрозофилы, выражающееся в индукции мужской стерильности и повышенной гибели куколок.

Далее проводили анализ проб воды и почвы на индукцию рецессивных летальных мутаций аутосом. В каждом варианте эксперимента изучено по 100 индивидуальных хромосом. Результаты суммированы в таблице 1 с учетом результатов теста на аллелизм.

Как видно из представленных данных, спонтанная частота индукции рецессивных летальных мутаций аутосом составляет 4% (контроль без обработки) и 3–4% в случае обработки физиологическим буфером или ДМСО. Среди опытных вариантов самая высокая частота возникновения

Таблица 1 – Результаты учета рецессивных летальных мутаций в аутосомах дрозофилы под действием проб воды и почвы из гг. Атырау, Кульсары и пгт. Индер

Обработка пробой, использованное разведение, %	Рецессивные летальные мутации 2 и 3-ей аутосомы*		
	г. Атырау	г. Кульсары	пгт. Индер
Питьевая вода (люди)			
3%	1 леталь (1%)	3 летали (3%)	5 леталей (5%)
5%	2 летали (2%)	3 летали (3%)	2 летали (2%)
10%	7 леталей (7%)	5 леталей (5%)	4 летали (4%)
Питьевая вода (животные)			
3%	4 летали (4%)	4 летали (4%)	1 леталь (1%)
5%	5 леталей (5%)	5 леталей (5%)	нет (0%)
10%	8 леталей (8%)	6 леталей (6%)	1 леталь (1%)
Бензольная вытяжка из проб почвы			
0,1%	9 леталей (9%)	7 леталей (7%)	нет (0%)
0,3%	12 леталей (12%)	13 леталей (13%)	1 леталь (1%)
0,5%	17 леталей (17%)	13 леталей (13%)	6 леталей (6%)
Контроль			
Без обработки, 0%	4 летали (4%)		
3% 1xPBS	3 летали (3%)		
5% 1xPBS	3 летали (3%)		
10% 1xPBS	4 летали (4%)		
0,1% ДМСО	3 летали (3%)		
0,3% ДМСО	4 летали (4%)		
0,5% ДМСО	3 летали (3%)		

леталей зафиксирована при обработке корма 0,5% вытяжкой из почвы г. Атырау (17%). Статистический анализ показал, что в данном случае отличия от контроля находятся на грани достоверности ($t_{st}=1,613$; $p \geq 0,1$). В остальных случаях отличия от контрольного уровня мутаций недостоверны ($p > 0,1$).

Помимо способности индуцировать мутации отмечены онтогенетические нарушения, такие как куколочная гибель и стерильность самцов. Однако частота этих нарушений также не выходит за пределы нормы.

Таким образом, в результате проведенного тестирования установлена способность образцов почвы из Атырауской области индуцировать новые рецессивные летальные мутации X-хромосом и аутосом дрозофилы, а также вызывать онтогенетические нарушения (гибель на куколочной стадии и мужскую стерильность). Как свидетельствуют литературные данные, частота спонтанных мутаций и морфозов в диких и лабораторных популяциях дрозофилы без индуцированного воздействия колеблется в пределах 2–5% [8, 11]. В нашем исследовании в большинстве вариантов отличия от контрольных экспериментов не являются достоверными ($p > 0,1$), а зафиксированные частоты мутаций и онтогенетических нарушений не выходят за пределы спонтанных частот мутагенеза. Несмотря на статистическую недостоверность отдельных зарегистрированных изменений, по совокупности эффектов можно констатировать слабое мутагенное действие проб почв из Атырауской области на дрозофилу.

Для изучения тератогенного эффекта на онтогенез дрозофилы проводили скрининг мух F_0 , выращенных на обработанном корме, имеющих видимые морфологические изменения. Все особи с морфологическими изменениями подвергались индивидуальным скрещиваниям с линией *Oregon R*. Вывод о наследуемости данных изменений делали на основании анализа расщепления в F_2 и F_3 от этих скрещиваний. В результате выявлено, что все наблюдаемые изменения являются ненаследуемыми, то есть морфозами. Наиболее частыми морфогенетическими нарушениями были изменения крыльев и изменения строения тергитов. Спектр и частота выявленных нарушений представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Морфологические изменения имаго у дрозофилы после обработки питательной среды пробами воды и почвы из гг. Атырау, Кульсары и шт. Индер

Обработка пробой, использованное разведение, %	Спектр тератологических нарушений	Процент измененных особей		
		г. Атырау	г. Кульсары	шт. Индер
Контроль без обработки, 0%	Нерасправленные или смятые крылья, нарушение строения тергитов	4,8%		
Контроль, 3–10% 1хPBS	Нерасправленные или смятые крылья, нарушение строения тергитов	3,3–4,6%		
Контроль, 0,1–0,5% ДМСО	Нерасправленные или смятые крылья, нарушение строения тергитов, выемки на глазах.	4,3–5,5%		
Питьевая вода (люди), 3–10%	Дефекты крыльев: без левого крыла, смятые, подпаленные крылья, крыло со складкой, растопыренные крылья.	г. Атырау	г. Кульсары	шт. Индер
		3,23–4,03%	3,19–3,49%	2,5–2,6%
Питьевая вода (животные), 3–10%	Дефекты крыльев: одно короче другого, волнистые, смятые, нерасправленные, подпаленные, растопыренные крылья, крылья со складкой. Нарушения строения тергитов, дефекты ног.	3,55–3,68%	3,41–3,82%	2,4–2,6%
Бензольная вытяжка из проб почвы 0,1–0,5%	Дефекты крыльев: оторванные крылья, смятые, «подпаянные» крылья, растопыренные крылья, отсутствие крыла и половины груди. Нарушения строения тергитов.	4,66–4,96%	4,41–5,01%	2,6–3,5%

На рисунке 1 представлены зарегистрированные морфологические нарушения развития имаго дрозофилы.

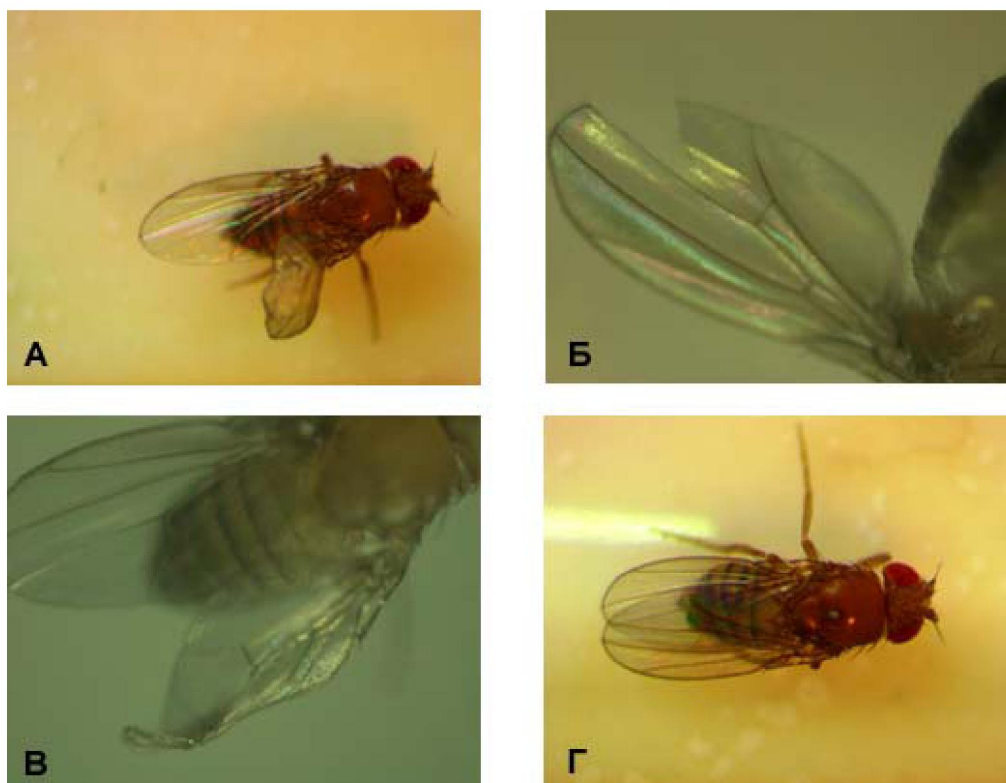


Рисунок 1 – Морфологические изменения имаго:
 А – смятое крыло, вода для животных 10% г. Атырау, 1х20;
 Б – вырезка на крыле, вода для животных г. Кульсары, 10%, 1х20;
 В – смятое крыло, г. Кульсары, почва 0,5%, 1х20;
 Г – изменения тергитов, вода для людей 10%, шт. Индер, 1х20

Как видно из таблицы 2, частота морфозов, индуцируемая пробами воды и почвы определена в диапазоне 3,19–5,01%, что не превышает контрольные уровни. Таким образом, в экспериментах с использованием проб воды и почвы из гг. Атырау и Кульсары и пгт. Индер тератогенного эффекта не зарегистрировано.

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.

Пролиферирующими тканями у личинок дрозофилы являются имагинальные диски [8, 11, 12]. Помимо имагинальных дисков, других активно пролиферирующих тканей нами не было обнаружено на изученных гистологических препаратах. В ряде случаев были отмечены пятна лизиса, которые, возможно, проявляются у носителей летальных мутаций, гибнущих на стадии куколки. У личинок 3-го возраста в интактном контроле и после обработки корма 3–10% физиологическим раствором и 0,3–0,5% ДМСО также не было выявлено тканей с малигнизирующими признаками. Пересадки тканей личинок в брюшко взрослых мух не проводили в виду отсутствия свидетельств индукции новообразований.

На рисунке 2 представлены гистологические препараты, демонстрирующие отсутствие канцерогенного эффекта во всех вариантах эксперимента.

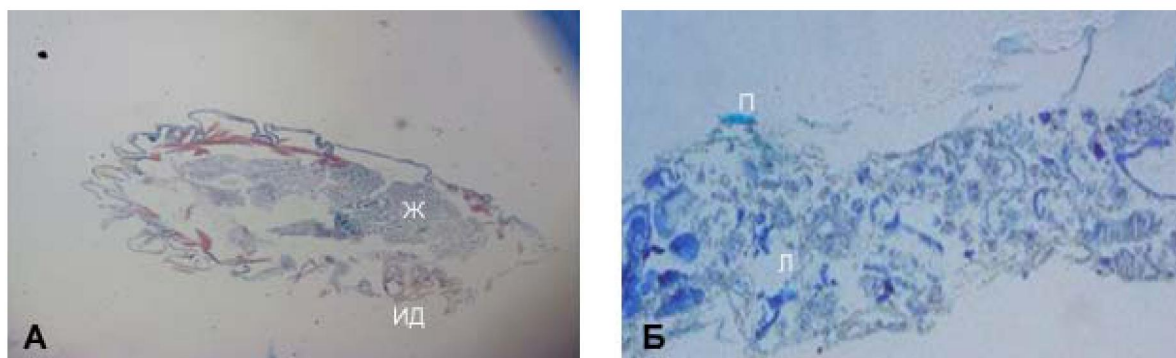


Рисунок 2 – Результаты гистологического анализа личинок – носителей рецессивных летальных мутаций в аутосомах: Окраска по Романовскому-Гимза. П – покровные ткани, ИД – имагинальные диски, Ж – жировая ткань, Л – лизис.

А – нормальное гистологическое строение, контроль без обработки, 10x20;

Б – нормальное гистологическое строение, почва, г.Кульсары, разведение 0,5%, 10x10

Таким образом, гистологический анализ тканей личинок 3-го возраста линий дрозофилы с рецессивными летальными мутациями по аутосомам показал, что пробы воды, бензольные вытяжки из почвы из гг. Атырау, Кульсары и пгт. Индер не вызывают канцерогенного эффекта у дрозофилы.

В дальнейших экспериментах планируется провести оценку генотоксического потенциала воды и почвы из населенных пунктов Мангистауской области Прикаспийского региона.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за август 2015 г. // Министерство энергетики РК. РГП «Казгидромет». Департамент экологического мониторинга. – Астана, 2015. – Вып. № 8(180). – 202 с.
- [2] Демоскоп weekly. – № 539-540, 21 января – 3 февраля 2013 г.
- [3] Худoley В.В. Характеристика современных мутагенных тестов для выявления канцерогенов окружающей среды // Успехи современной биологии. – 1984. – Т. 98, вып. 2, № 5. – С. 177-192.
- [4] ГОСТ 29269-91 Почвы. Общие требования к проведению анализов.
- [5] Государственный стандарт Союза ССР, Методы отбора и подготовка проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – ГОСТ 17.4.4.02-84.
- [6] Пиккеринг У.Ф. Современная аналитическая химия. М.: Химия, 1977. – 556 с.
- [7] Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику. – Минск: Высшая школа, 1978. – 448 с.
- [8] *Drosophila in a practical approach*. Ed. by Roberts D.B. 2d edition // Oxford, New-York, Tokyo: Oxford University Press, 1998. – 389 p.

- [9] Джансугурова Л.Б., Тажин О.Т., Берсимбаев Р.И. Большой практикум по генетике дрозофилы. – Алматы: Казак университеті, 1998. – 43 с.
- [10] Lilly B.D. Histopathologic technic and practical histochemistry. – New York, 1954. – P. 118-119.
- [11] Дрозофила в экспериментальной генетике // Сб. под ред. В. В. Хвостова. – Сиб. отд. – Новосибирск: Наука, 1978. – 288 с.
- [12] Guidance Notes for Analysis and Evaluation of Chronic Toxicity and Carcinogenicity Studies // *Env. J. M. MONO.* – 2002. – Vol. 20.

REFERENCES

- [1] Newsletter on the Environment of the Republic of Kazakhstan for August 2015 (2015) [Informacionnyj bjulleten' o sostojanii okruzhajushhej sredej Respubliki Kazahstan za avgust 2015 g.] *The Ministry of Energy. "Kazgidromet" RSE. Ecological Monitoring Department.* [Ministerstvo jenergetiki RK. RGP «Kazgidromet». Departament jekologicheskogo monitoringa], Astana 8(180) (in Russian).
- [2] *Demoscope weekly* (2013) January 21 – February 3 539-540. ISSN 1726-2887 (in Russian).
- [3] Khudoley V.V. (1984) The feature of modern mutagenic tests for the detection of environmental carcinogens [Характеристика современных мутагенных тестов для выявления канцерогенов окружающей среды]. *Successes of modern biology* [Uspehi sovremennoj biologii] 98:2:5:177-192 (in Russian).
- [4] StSt [GOST] 29269-1991. Soils. General requirements for analysis [Pochvy. Obshhie trebovaniya k provedeniju analizov]. Moscow, Russia, 1991 (in Russian).
- [5] StSt [GOST] 17.4.4.02-1984. The State Standard of the USSR [Gosudarstvennyj standart sojuza SSR]. Methods of sampling and sample preparation for chemical, bacteriological, helminthological analysis [Metody otbora i podgotovka prob dlja himicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza]. Russia, 1984. (in Russian).
- [6] Pickering W.F. (1977) Modern analytical chemistry [Sovremennaja analiticheskaja himija]. Chemistry, Moscow. ISBN: 200002543293 (in Russian).
- [7] Rokitsky P.F. (1978) Introduction to statistical genetics [Vvedenie v statisticheskiju genetiku]. - Higher School [Vysshaja shkola], Minsk (in Russian).
- [8] Roberts D.B. (1998) *Drosophila* in a practical approach, second edition. Oxford University Press Oxford, New-York, Tokyo. ISBN 0199636605.
- [9] Джансугурова Л.Б., Тажин О.Т., Берсимбай Р.И. (1998) Large workshop in *Drosophila* genetics [Bol'shoj praktikum po genetike drozofily]. Алматы: Казак университети (in Russian).
- [10] Lillie B.D. (1965) Histopathologic technic and practical histochemistry, third edition. McGraw-Hill Book Co, New York-Toronto-Sidney-London.
- [11] Khvostov V.V. (1978) *Drosophila* in the Experimental Genetics [Drozofila v jeksperimental'noj genetike]. Nauka, Novosibirsk, Russia.
- [12] Guidance Notes for Analysis and Evaluation of Chronic Toxicity and Carcinogenicity Studies (2002) *Env. JM. MONO.* V.20. <http://search.Proecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?co20&docLanguage=En>

Ә. С. Әмірғалиева, М. О. Бегманова, Н. В. Мигь, Л. Б. Жансүгірова

ҚР ҒК БҒМ «Жалпы генетика және цитология институты», Алматы, Қазақстан

КАСПИЙ МАҢЫ АЙМАҒЫНДАҒЫ АТЫРАУ ОБЛЫСЫНЫҢ БАСЫМ ЛАСТАУШЫЛАРЫНЫҢ ГЕНОТОКСИКАЛЫҚ ПОТЕНЦИАЛЫН БАҒАЛАУ

Аннотация. Жұмыста Каспий маңы аймағының Атырау облысындағы үш елді мекенінен жиналған су және топырақтың басым ластаушыларының генотоксиндік потенциалын бағалау мәселелері қарастырылды. Топырақтың басым ластаушылары *Drosophila melanogaster* шыбыны аутосомасында және X-хромосомасында рецессивті өлім мутацияны тудыратын қабілеті бар ауыр металдар (хром, никель, кобальт) болып табылатындығы анықталды. Нәтижесінде қысқа мерзімді скринингті тестілеу *Drosophila melanogaster* шыбынына топырақ үлгілері орташа мутагендік және тератогендік әсер ететіндігі көрсетілді. Гистологиялық талдау әдістері арқылы дрозофила оңтогенезіне топырақ үлгілерінің канцерогендік әсер көрсетпейтіндігі анықталды.

Түйін сөздер: генотоксикалық потенциал, қысқа мерзімді скринингтік тестілеу, *Drosophila melanogaster*, рецессивті өлім мутациясы.