



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ  
ДИПНИИ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ



ҚАЗАҚСТАН  
тауар белгісі



СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ  
ПО МАТЕРИАЛАМ КРУГЛОГО СТОЛА  
«НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИИ И  
ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»  
ПОСВЯЩЕННОГО 20-ЛЕТИЮ НЕЗАВИСИМОСТИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Алматы, 2012

УДК 502/504  
Н34

**Научные достижения в области экологии и охраны окружающей среды:  
Сборник научных трудов – Алматы, 2012. – 84 с**

Сборник содержит материалы научных докладов, представленных на  
Круглый стол «Научные достижения в области экологии и охраны окружающей  
среды», посвященного 20-летию Независимости Республики Казахстан, который  
проходил 30.11.2011 г.

В работе Круглого стола приняли участие ученые, преподаватели как  
российских, так и зарубежных университетов и научно-исследовательских  
учреждений.

Сборник научных трудов будет полезен не только для специалистов в  
области экологии и охраны окружающей среды, но и для широкого круга  
читателей.

УДК 502/504

**Редакционная коллегия:** Директор (ИИИЭ) *А. М. Айлиманбетов*,  
Зам.директора (ИИИЭ) *Б. А. Духовная*,  
Ученый секретарь (ИИИЭ) *С. Ж. Акчурдыбаева*

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	5
Ловинская А.В., Колумбаева С.Ж., Орджоникидзе К.Г., Абилов С.К. <b>ИЗУЧЕНИЕ ОРГАНОСПЕЦИФИЧНОСТИ ГЕНОТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b> .....	6
Рубанович А. В. <b>ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА К РАДИАЦИИ</b> .....	11
Oliver Dilly <b>DESIGNING SCIENTIFIC PUBLICATIONS AND RESPONDING ADEQUATELY DURING THE REVIEW PROCESS</b> .....	17
Юшков А.В., Дьячков В.В. <b>ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ АЛЬФА-ИЗЛУЧЕНИЯ РАДОНА НА КЛЕТКУ И ПРОБЛЕМА ОНКОЗАБОЛЕВАЕМОСТИ</b> .....	21
Колумбаева С.Ж., Бегимбетова Д.А., Ловинская А.В., Калимагамбетов А.М. <b>НАКОПЛЕНИЕ ФЕНИЛПИРАЗОЛОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ</b> .....	28
Нуртазин С.Т., Веселова П.В., Светлакова Е.А., Салмурзаулы Р., Шимшиков Б.Е., Байгабысов А. <b>СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ЭКОСИСТЕМ ИЛЕ-БАЛХАШСКОГО РЕГИОНА В РАЙОНЕ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ИЛЕ</b> .....	38
Нуржанова А.А., Инелова З.А., Жолбаева К.Д., Ермекова М.Ш <b>РАЗБОРТАТЬ МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОЧАГОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПЕСТИЦИДАМИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ ФИТОРЕМЕДИАЦИИ</b> .....	44
Шигаева М.Х., Мукашова Т.Д., Карпенко Т.А., Гончарова А.В., Сыдыкбекова Р.К., Цуркан Я., Бержанова Р.Ж., Игнатова Л.В., Каргаева М.Т. <b>ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОГО СТАТУСА И БИОРЕМЕДИЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ОРГАНИЗМОВ АКТИВНОГО ИЛА И ПОЧВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ</b> .....	56

## НАКОПЛЕНИЕ ФЕНИЛПИРАЗОЛОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ

Колумбаева С.Ж., Бегимбетова Д.А.,  
Ловинская А.В., Калимагамбетов А.М.

*Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы*

Загрязнение окружающей среды экологически опасными факторами относится к числу острейших проблем современности. Большинство поллютантов представляет потенциальную мутагенную и канцерогенную опасность, поэтому решение этой проблемы требует ужесточения контроля над процессами загрязнения окружающей среды. Более того, актуальна необходимость разработки новых научных направлений, которые позволили бы предотвратить нарастающие загрязнения, раскрыть природу их действия и найти способы защиты от их влияния [1]. Токсические соединения могут оказывать негативное воздействие на все компоненты природных экосистем.

Накопление в биосфере тяжелых металлов и пестицидов, загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами приводят к росту заболеваемости населения, снижению численности редких и эндемичных видов растений и животных, к дестабилизации природных экосистем [2-4]. Наиболее опасными последствиями антропогенного влияния на природные экосистемы являются бытовое поступление в окружающую среду и последующая аккумуляция организмами загрязнителей химической природы, к числу которых относятся пестициды, широко используемые в сельском хозяйстве.

В связи с пандемией саранчовых на территории Казахстана и сопредельных государств с 2000 года широко используются пестициды из класса фенилпиразолов, типичным представителем которого является фипронил [5]. Фипронил известен на рынке под торговым названием Адонис и используется против саранчовых и других вредителей. По классификации ВОЗ фипронил относится ко II классу токсичности. Несмотря на имеющиеся в литературе сведения о том, что фипронил высокотоксичен для беспозвоночных и малотоксичен для млекопитающих, в природных популяциях вокруг сельскохозяйствен-

ных полей, обработанных пестицидом, наблюдается снижение численности популяций животных. В доступной научной литературе встречаются достаточные противоречивые сведения относительно негативного воздействия инсектицидов на основе фипронила на млекопитающих [5, 6]. Фипронил, как и многие другие органические пестициды, может накапливаться в почве и под действием различных физико-химических факторов в окружающей среде распадаться с образованием ряда метаболитов, обладающих еще большей токсичностью, чем исходное вещество [5]. В связи с этим необходимость изучения последствий применения человеческого пестицидов, в том числе и на основе фипронила, очевидна.

В настоящей работе представлены результаты комплексного патоморфологического, биохимического, цитогенетического, газохроматографического исследования влияния фенилпиразолов на лабораторные и фоновые виды животных из биотопов, подверженных воздействию фипронила.

### Материалы и методы исследования

Объектами исследования явились почва, растения, белые беспородные крысы-самцы, желтый суслик (*Citellus fulvus*) из загрязненных фенилпиразоловыми биотопов. В качестве испытуемых химических соединений были использованы инсектицид фипронил и его метаболит фипронил-сульфон (МВ 46136). Интактные и опытные животные содержались в условиях вивария на стандартном рационе. Уход за лабораторными животными осуществляли в соответствии с основными принципами и требованиями МНПЦ (GOV-XXI-103). Животных забивали под нембуталовым наркозом, забирали образцы печени для биохимических анализов, образцы печени, почек и мышц – для хроматографического анализа и костный мозг – для цитогенетического анализа. Пероральное воздействие производили внутривенно с помощью специально изготовленного зонда. Дозировка фенилпиразолов была выбрана исходя из имеющихся сведений о  $LD_{50} = 100$  мг/кг фипронила [7] и  $LD_{50} = 218$  мг/кг фипронил-сульфона (для крыс) при пероральном воздействии [8].

Для определения фенилпирозолов в почве, растениях и тканях животных использовали метод газовой хроматографии с модификациями [9, 10].

Для установления мутагенного потенциала фипронила и его метаболита использовали тест по учету хромосомных и геномных мутаций в клетках костного мозга [11]. Для приготовления гистологических препаратов использовали общепринятые методики [12, 13].

Окрашенные препараты анализировали и фотографировали в световом микроскопе Axioskop-40 (Zeiss), подаренном фондом А. фон Гумбольдта (Германия) КазНУ им. аль-Фараби.

Биохимическое определение продуктов перекисного окисления липидов проводили по общепринятым методикам [14, 15].

Статистический анализ всех проведенных количественных исследований проводили по общепринятой методике с использованием критерия Стьюдента. Для получения усредненных значений показателей статистические величины обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики [16].

#### **Результаты и обсуждение**

В результате проведенных экспериментальных исследований было установлено, что фипронил и его метаболит фипронил-сульфон вызывали у интоксцированных животных патологические изменения в печени, степень тяжести которых зависела от продолжительности воздействия. Патологические изменения проявились в виде жировой дистрофии.

Снижение детоксицирующей функции органа, возможно, обусловлено накоплением фипронила в организме и развитием дистрофических процессов в печени. Возможно также, что в результате биотрансформации фипронила образовывались метаболиты, обладающие более сильными цитотоксическими свойствами.

Известно, что при токсическом действии большинства ксенобиотиков происходит усиление процессов перекисного окисления липидов, одними из продуктов которого являются гидроперекиси липидов и малоновый диальдегид.

Нами установлено, что интоксикация крыс фенилпирозолами приводит к усилению процессов ПОЛ. С увеличением продолжительности воздействия ксенобиотика содержание ГПЛ и МДА возрастало. Полученные результаты согласуются с результатами гистологического анализа, показывающие усиление токсического действия фенилпирозолов с увеличением продолжительности воздействия.

В результате проведенного цитогенетического исследования было установлено, что фипронил и фипронил-сульфон как при остром, так и подостром воздействии оказывают генотоксическое действие на крыс. Мутагенный эффект изучаемых ксенобиотиков проявился в увеличении общей частоты аберрантных клеток, числа структурных перестроек хромосом на 100 метафаз и увеличении уровня полиплоидии. Показано, что с увеличением продолжительности воздействия ксенобиотика увеличивалась индукция как хромосомных аберраций, так и полиплоидии. Одним из возможных механизмов генотоксического действия пестицидов на основе фипронила может быть перекисное окисление липидов хроматина. Можно также предположить, что токсичный фипронил и продукты его трансформации отрицательно воздействуют на клеточную систему репарации, что в свою очередь приводит к переходу первичных повреждений в структуре ДНК в стойкие мутации.

Результаты наших экспериментальных исследований свидетельствуют о выраженном токсическом и генотоксическом эффектах фипронила и фипронил-сульфона на лабораторных животных. В связи с этим, представляло интерес выяснить вопрос о биотрансформации и накоплении изучаемого ксенобиотика в организме интоксцированных крыс. Результаты газохроматографического анализа тканей интоксцированных животных показали наличие фипронила и его метаболита фипронил-сульфона в печени и почках крыс, подвергнутых как острому, так и подострому воздействию ксенобиотиков. Наибольшее содержание фенилпирозолов отмечено в печени.

Содержание фипронила в печени и почках у животных при острой интоксикации было выше, чем у крыс, многократно подвергнутых воздействию ксе-

нобютика. Методом газовой хроматографии было установлено наличие фипронил-сульфона в изучаемых органах длительно интоксцированных животных. Появление метаболита, отсутствовавшего в организме однократно интоксцированных животных, на фоне снижения содержания фипронила в организме при многократном введении, свидетельствует о метаболизме ксенобиотика с образованием фипронил-сульфона. В результате окисления фипронила образуется более токсичный метаболит фипронил-сульфон, который, по-видимому, и приводит к более сильному гепатотоксическому эффекту.

Как уже было отмечено ранее, в результате пандемии саранчи в последние годы в различных регионах Казахстана, в частности в Южно-Казахстанской области, для обработки сельскохозяйственных угодий широко используются пестициды Адонис и Регент, действующим веществом которых является фипронил. Фипронил, как и многие другие органические пестициды, может накапливаться в почве и под действием различных физико-химических факторов в окружающей среде он может распадаться с образованием ряда метаболитов.

Нами было изучено накопление и влияние фипронила на объекты окружающей среды территорий, подвергнутых его воздействию. В почве пастбищных полей Арыского и Шардаринского районов Южно-Казахстанской области, обработанных инсектицидом, а также в растениях и организме животных отмечено наличие фипронила. Причем, в почве изучаемых территорий наблюдается достоверное превышение ПДК по фипронилу [17]. Во всех исследуемых образцах объектов ОС обнаружен и его метаболит фипронил-сульфон.

Распространенным фоновым представителем грызунов Южно-Казахстанской области является суслик желтый (*Citellus fulvus*). Суслики питаются травами, семенами, луковичками. Кроме того, суслики также поедают насекомых, таких как саранча, кузнечики, жуки и гусеницы. В печени и почках суслика желтого были обнаружены фипронил и фипронил-сульфон, причем, содержание метаболита превышало содержание фипронила во всех анализируемых органах.

Полученные результаты согласуются с данными собственных экспериментальных исследований, где было показано, что с увеличением срока воздействия фипронила на лабораторных крыс его содержание в висцеральных органах животных снижалось на фоне увеличения содержания фипронил-сульфона. Полученные результаты свидетельствуют о метаболизме фипронила в организме суслика желтого и накоплении одного из его метаболитов фипронил-сульфона в организме животных.

Газохроматографическое исследование содержания фипронила и фипронил-сульфона в природных объектах территорий, подверженных воздействию пестицидов на основе фипронила, показало его накопление в почве, растениях и организме фоновой суслика желтого. В связи с этим нами были проведены газохроматографические, цитогенетические, гистологические, биохимические исследования фоновой вида грызунов *Citellus fulvus*, отловленного в биотопах Арыского и Шардаринского районов Южно-Казахстанской области.

При гистологическом исследовании печени суслика желтого из условно контрольной зоны были обнаружены незначительные изменения в пределах нормы. У особей как из Арыского, так и Шардаринского районов отмечались структурные изменения в печени, схожие с таковыми у опытных животных в эксперименте, но менее выраженные. Характер деструктивных изменений был аналогичным таковым у опытных животных, длительно интоксцированных фипронилом.

Как было установлено в предыдущих исследованиях, фипронил вызывал у экспериментальных животных жировую дистрофию, нарушая целостность клеточных мембран. В результате наблюдалось усиление процессов перекисного окисления липидов и увеличение содержания гидроперекиси липидов и мадонового диальдегида. У животных, отловленных в Арыском и Шардаринском районах, содержание МДА и ГПЛ статистически значимо было выше по сравнению с животными контрольной зоны. Достоверных различий между уровнем содержания продуктов ПОЛ у сусликов из биотопов Арыского и Шардаринского районов не наблюдалось.

Известно, что в естественных условиях в соматических клетках любого организма могут возникать спонтанные мутации [18]. Большинство клеток, которые несут несбалансированные хромосомные изменения, либо погибают из-за неспособности к осуществлению жизненно важных функций, либо удаляются иммунной системой организма. Однако частота таких нарушений может значительно увеличиться при воздействии экологически опасных факторов. При этом, работа системы репаративного синтеза ДНК и иммунной системы подавляется, происходит накопление хромосомных дефектов, вследствие чего нарушается цитогенетический гомеостаз организма.

Цитогенетические исследования клеток костного мозга *Citellus fulvus* из загрязненных фенилпиразолами биотопов выявили достоверное превышение частоты хромосомных aberrаций по сравнению с особями данного вида из района условного контроля. Увеличение общей частоты структурных мутаций происходило главным образом за счет aberrаций хроматидного типа. Повышенный уровень нарушений хроматидного типа у представителей природных популяций свидетельствует о химическом загрязнении территории обитания данного вида.

Полученные результаты свидетельствуют о возрастании генетического груза в популяциях грызунов природных экосистем, подвергнутых антропогенному прессу. Обнаруженные структурные изменения висцеральных органов и повышенная частота хромосомных aberrаций у *Citellus fulvus* свидетельствует о присутствии токсических и генотоксических факторов в естественной среде обитания изучаемых животных, а также об изменении общего состояния организма в популяциях млекопитающих в исследуемом районе.

На основании полученных результатов были сделаны следующие выводы:

- в почвенных и растительных образцах, отобранных через 10 и 30 дней после обработки фипронилом в условиях эксперимента, присутствовал фипронил и его метаболит фипронил-сульфон;

- фипронил и фипронил-сульфон MB 46136 при всех сроках воздействия на экспериментальных животных оказывал выраженный генотоксический эффект, проявившийся в достоверном увеличении частоты aberrантных клеток и уровня полиплоидии по сравнению с интактными животными;

- установлен токсический эффект фипронила и фипронил-сульфона, степень которого зависела от продолжительности воздействия. Генотоксическое действие проявлялось в виде жировой дистрофии, а нефротоксическое действие - в деструктивных процессах во всех структурах нефронов (почечных канальцах и сосудистых клубочках);

- в почве, растениях и в организме суслика желтого с территории, подвергнутой воздействию фенилпиразолов, установлено накопление фипронила и его метаболита фипронил-сульфона;

- частота структурных и геномных мутаций в клетках костного мозга *Citellus fulvus* из Арысского и Шардаринского районов была достоверно выше ( $p < 0,01$ ) по сравнению с животными из контрольной зоны. В спектре хромосомных aberrаций преобладали перестройки хроматидного типа, что свидетельствует о наличии в окружающей среде мутагенов химической природы;

- выявлены патологические изменения в печени суслика желтого (*Citellus fulvus*) из биотопов Арысского и Шардаринского районов Южно-Казахстанской области, подвергнутых действию инсектицидов на основе фипронила;

- установлено усиление процессов ПОЛ у представителей природных популяций суслика желтого (*Citellus fulvus*) из биотопов, загрязненных фенилпиразолами, что указывает на присутствие токсических и генотоксических факторов в естественной среде обитания.

Полученные результаты и сформулированные на их основе выводы позволяют нам сделать следующие рекомендации:

- учитывая длительный период персистенции фипронила и его метаболитов, а также отрицательное воздействие пестицидов на основе фипронила на фоновые виды грызунов, проявляющееся в усилении токсических и генотокси-

ческих эффектов в организме млекопитающих, необходимо пересмотреть предельно допустимые концентрации (ПДК) для объектов окружающей среды;

- усилить контроль за соблюдением норм расхода пестицидов на основе фипронила на сельскохозяйственных и пастбищных полях;
- запретить свободную продажу пестицидов на основе фипронила населению.

#### Список использованных источников

1. Левич А. П., Булгаков Н. Г., Рисник Д. В., Милько Е. С. Экологический контроль окружающей среды по данным биологического и физико-химического мониторинга природных объектов // Компьютерные исследования и моделирование. - 2010. - Т. 2., № 2. - С. 199-207.
2. Информационный экологический бюллетень. - Алматы, 2003-2010 гг.
3. Everts J.W. Ecotoxicology for risk assessment in arid zones; some key issues // Environmental Toxicology and Contamination. - 1997. - № 32 (1). - P. 1-10.
4. Нажметдинова, А.Ш. Пестициды и их применение в Казахстане // Здоровье и болезнь. - 2001. - № 1. - С. 36-40.
5. Tingle C.C. Fipronil: environmental fate, ecotoxicology and human health concerns // Rev Environ Contam Toxicol. - 2003. - № 176. - P. 1-66.
6. Fipronil technical fact sheet // National Hesticide Informational Centre. - 2009. - January. - 11 p.
7. Pete Connelly. Environmental Fate of Fipronil. // Environmental Monitoring Branch Department of Pesticide Regulation California Environmental Protection Agency P.O. - 2001.
8. Fenet H. Fate of a phenylpyrazole in vegetation and soil under tropical field conditions // J. Agric. Food. Chem. - 2001. - Vol. 49 - P. 1293-1297.
9. Определение остаточных количеств фипронила и его метаболита фипронил-сульфона в воде, почве, клубнях картофеля, зерне и соломе зерновых колосовых культур методом газожидкостной хроматографии. Методические

Указания. МУК 4.1.1400-03: утв. Главным Государственным Санитарным Врачом РФ 24.06.2003. - Москва, 2003. - 31 с.

10. Zhou, P. et al. Dynamics of fipronil residue in vegetable-field ecosystem // Chemosphere. - 2004. - № 57. - P. 1691-1696.
11. Графодатский, А.С., Раджабли, С.И. Хромосомы сельскохозяйственных и лабораторных млекопитающих. - Новосибирск: Наука, 1988. - 127 с.
12. Хегай, И.В., Кобегенова, С.С. Методическое руководство по курсу «Основы микротехники». - Алматы: Казак университеты, 1999. - 46 с.
13. Викторов, И.В., Прошин, С.С. Применение изопропилового спирта в гистологических методах: обезжиривание и заливка ткани в парафин, обработка парафиновых срезов // Бюлл. экперим. биологии и медицины. - 2003. - № 7. - С. 119-120.
14. Гаврилов В.Б., Мишкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидрперекисей липидов в плазме крови // Лабораторное дело. - 1983. - № 3. - С. 23-25.
15. Стальная И.Д., Гаришвили Г.Г. Определение МДА с помощью тиобарбитуровой кислоты / Под ред. В.Н. Ореховича Современные методы в биохимии. - Москва, 1977. - С. 66-68.
16. Рокицкий Н.А. Введение в статистическую генетику. - Минск: Высшая школа, 1978. - 448 с.
17. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень). - ГН 1.1.546-96: утв. Постановлением ГосКом-СанЭпидНадзора РФ ОТ 25.09.1996 N 19 с изм. от 01.03.2003. - Москва, 2003. - 57 с.
18. Дубинин Н.П. Общая генетика - М.: Наука, 1986. - 559 с.