

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
БИОЛОГО-ПОЧВЕННЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи
УДК 591.5:576.316.7 (575.2) (043.3)

ТОКТОСУНОВ Тимур Асанович

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ
КАРИОТИПИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У ЖИВОТНЫХ**

03.00.16 – ЭКОЛОГИЯ

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Бишкек- 2001

Работа выполнена на кафедре общей биологии, экологии и образовательных технологий Кыргызского государственного национального университета

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор, лауреат государственной премии Казахстана А.Б. Бекенов

Официальные оппоненты: доктор географических наук Э. Дж. Шукуров
кандидат биологических наук В.К. Еремченко

Ведущая организация: Казахский государственный университет им. аль-Фараби

Защита состоится « 7 » сентября 2001 года в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 03.00.107 при Биолого-почвенном институте Национальной Академии наук Кыргызской республики по адресу: 720071, г. Бишкек, проспект Чуй 265

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национальной Академии Наук Кыргызской Республики

Автореферат разослан « 7 » сентября 2001 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



К.Т. Шалпыков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Большой вклад в изучение фауны позвоночных животных Кыргызстана внесли П.С. Тюрин, 1951; Ф.А. Турдаков, 1955, 1963; А.Т. Токтосунов, 1958, 1984, 1991; К.Б. Бейшебаев, 1961; И.Д. Яковлева, 1964; А.И. Янушевич, Э.Дж. Шукуров, А.К. Кыдыралиев и др., 1972; и многие другие исследователи, которые занимались изучением видовой принадлежности, пространством, биологией и экологией животных. Однако при установлении видовой принадлежности и изучении эволюции животных оказалось недостаточным применение этих классических методов. Как указывают ученые, при установлении видового статуса нельзя обойтись без цитогенетических и других методов исследований (В.Я. Бириштейн, 1987; А.С. Графодатский и др., 1988).

В горных условиях эффективно действующими абиотическими факторами на живые организмы являются тектонические процессы, низкая температура, гипоксия, естественная радиация, сейсмические процессы. Все эти факторы влияют на живые организмы, в результате в процессе эволюции у них наблюдаются морфогенетические изменения, наследуемые из поколения в поколение. В этом отношении в условиях гор особый интерес представляют вопросы изучения пусковых механизмов эволюции популяций животных, каковыми являются изоляция, оледенения, гипоксия, радиация, сейсмические явления. Однако в результате действия физических и химических мутагенов, а также физических факторов среды и стрессовых ситуаций становятся все более необходимыми исследования повреждения хромосом, изменения генома, вызванные этими факторами (Н.П. Дубинин, 1976; Ю.П. Алтухов, 1989). Поэтому изучаемая проблема актуальна, она затрагивает взаимосвязь экологических факторов среды и наследственности, имеющих большое значение для сохранения вида и повышения биопродуктивности.

Целью исследования явилось изучение действия физических факторов среды, таких, как тектонические процессы, гипоксия, изоляция, естественная радиация, сейсмические явления, на кариотипы широко распространенных видов популяций рыб, земноводных, пресмыкающихся и млекопитающих. Исходя из этого, были поставлены следующие задачи:

- Изучить пути формирования видов популяций некоторых широко распространенных водных и наземных животных в условиях Тянь-Шаня.
- Изучить цитогенетические особенности высокогорных популяций рыб родов *Ditychus* и *Schizothorax* и установить таксономический статус, используя данные кариологического анализа, а также оценить внутривидовые и межпопуляционные взаимоотношения исследованных популяций в эволюционном аспекте.
- Провести сравнительный анализ количественных и структурных изменений кариотипов рыб, земноводных, пресмыкающихся, млекопитающих под влиянием естественной радиации.

- Провести кариологический анализ у рыб, земноводных и млекопитающих, обитающих в местах с высокой сейсмоактивностью.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Высокогорные формы рыб родов *Diptychus* и *Schizothorax*, жабы рода *Bufo* и некоторые виды грызунов под действием тектонических процессов, оледенений и эволюции стали полиплоидными.

2. Горные виды и подвиды османов и маринки родов *Diptychus* и *Schizothorax* по кариотипу одинаковы, поэтому необходимо пересмотреть их систематическую принадлежность.

3. Радоновые воды, урановые руды и хвостохранилища способствуют возникновению у некоторых популяций видов животных явления анеуплоидии.

4. Под действием сейсмических процессов у животных происходят эмерджентные изменения, т.е. наряду с диплоидным набором хромосом, у них возникают тетраплоидные, гексаплоидные и октоплоидные клетки.

Научная новизна работы.

- В настоящей работе представлен и проанализирован материал по изменчивости, экологии и цитогенетике позвоночных животных Тянь-Шаня.
- Пополнены данные по кариологии и вскрыты механизмы преобразования популяций у некоторых видов позвоночных животных.
- На основании кариологических исследований предпринята попытка проанализировать количественные и структурные изменения в хромосомных наборах у исследованных видов животных, обитающих в условиях физической, пространственной и биотопической изоляции.
- Среди изученных популяций в хромосомных наборах обнаружена полиплоидия у рыб родов *Diptychus* и *Schizothorax*, а также у жабы рода *Bufo*.
- Выявлено, что виды и подвиды родов *Diptychus* и *Schizothorax*, обитающие в горах, имеют одинаковые хромосомные числа, поэтому рекомендуется пересмотреть их систематическую принадлежность.
- В условиях гор под действием оледенений палеогена возникает симпатрическое видообразование (маринки, османы, жабы).
- Впервые в Кыргызстане обнаружено явление анеуплоидии у некоторых видов рыб, земноводных, пресмыкающихся и млекопитающих, обитающих в местах с повышенной естественной радиацией.
- Впервые выяснено влияние сейсмических процессов на кариотипы некоторых видов животных и установлено, что у них, наряду с диплоидным набором хромосом, обнаружены гетероплоидные клетки.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты проведенных нами исследований вносят определенный вклад в изучение вопросов влияния физических факторов на наследственность животных, обитающих в различных экологических нишах. Полученные нами материалы по влиянию естественной радиации и сейсмических процессов на кариотипы животных могут быть использованы министерствами образования и культуры, экологии и ЧС,

министерством здравоохранения КР. Результаты исследований вошли в учебные пособия для школ и вузов по зоологии, генетике и экологии, а также внедрены в учебный процесс КГНУ при чтении курсов «Экология», «Экологическая цитогенетика горных животных». Цитогенетические методы исследования внедрены на кафедре общей биологии, экологии и образовательных технологий КГНУ и применяются при проведении научных исследований аспирантами, магистрами и студентами. Полученные данные могут иметь практическое значение в дальнейшем углубленном цитогенетическом изучении различных популяций животных, а также при разработке генетических основ эволюции видов и систематике горных животных. Особи полиплоидных популяций обладают более быстрыми темпами роста, хорошей выживаемостью и имеют большое селективное значение в рыбоводстве. По абберациям хромосомных наборов у животных можно установить специфику действия физических факторов на геном животных.

Апробация работы. Основные результаты исследований доложены на международном совещании «Редкие виды млекопитающих России и сопредельных территорий» (Москва, 1997); международной конференции «Высокогорные исследования: изменения и перспективы в XXI веке» (Бишкек, 1997); международной конференции «Адаптация организма к природным экосоциальным условиям среды» (Бишкек, 1998); международной конференции «Итоги и перспективы развития современной медицины в контексте XXI века» (Бишкек, 1998); международной конференции «Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях» (Москва, 2000); научно-практической конференции «Молодые ученые на рубеже веков» (Бишкек, 1997, 1998, 1999, 2000); международной конференции «Медицина на стыке тысячелетий» (Бишкек, 2000). Работа апробирована на кафедре общей биологии, экологии и образовательных технологий КГНУ (январь, 2001).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 16 научных трудах, из них 12 статей и 4 тезисов.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 207 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 7 глав, обсуждения полученных результатов (7-я глава), выводов, списка использованной литературы, содержит 9 диаграмм, 15 таблиц и 67 рисунков. Список литературы включает 273 наименования, из них -39 иностранных авторов.

1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал для данной работы был собран в различных районах Кыргызстана с 1990 по 1999 гг. в ходе проведения экспедиционных работ и обработан на кафедре общей биологии, экологии и образовательных технологий Кыргызского государственного национального университета. Экспедиционная работа по сбору материала проводилась в горных районах. При выборе мест исследования с повышенным фоном естественной радиации и сейсмоактивностью были получены консультации у геологов и сейсмологов Кыргызстана и использовались

радиационные и сейсмические карты 1995г. Учитывалась также высота мест исследований. Сбор материала осуществлялся по лицензиям. Животных добывали в весенне-летний период. Для исследования хромосомных наборов использовались взрослые животные обоего пола четырех классов: рыбы – Osteichthyes, земноводные – Amphibia, пресмыкающиеся – Reptilia и млекопитающие – Mammalia.

Всего обследовано 540 особей, из них рыб – 8 видов и подвидов (90 особей), земноводных – 4 вида (65 особей), пресмыкающихся – 12 видов (145 особей), млекопитающих – 19 видов (240 особей).

Препараты митотических хромосом готовились из клеток костного мозга по общепринятой методике (С.Е. Ford and J.L. Hamerton, 1956 и В.И. Орлов, Н.Ш. Булатова, 1984). Просмотрено под микроскопом более 10 000 метафазных пластинок. При этом делали подсчет «модального» числа хромосом по методу «челнока», особое внимание уделялось присутствию аномальных хромосом и разноплоидных клеток. Определяли их процентное содержание по отношению к суммарному количеству клеток всех особей данной популяции вида. Метафазные пластинки анализировали с помощью светооптического микроскопа МБИ-11, МБИ-15, "Люмам" И-1 с фотонасадкой МФН-11; для микрофотографирования использовалась мелкозернистая пленка "Микрат-200".

2. ПОСЛЕДСТВИЯ ОЛЕДЕНЕНИЙ, ГИПОКСИИ И ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПОЛИПЛОИДИИ У ВОДНЫХ И ПОЛУВОДНЫХ ЖИВОТНЫХ

Многочисленные виды в различные эпохи, периоды, века находились под влиянием естественных факторов среды, которые являлись важной причиной изменения их биоразнообразия, т.е. прослеживается взаимосвязь тектонических процессов и экологической обстановки в Тянь-Шане.

При постепенном подъеме Тянь-Шаньской горной системы, в межгорных котловинах пустынно-степных участков сохранились свойственные им виды растений и животных, с другой стороны, некоторые равнинно-пустынные формы очутились в несвойственных им субальпийских, альпийских и преднивалльных зонах, т. е. из жарких пустынь, умеренных зон они переместились в высокогорные холодные пустыни, где среднегодовая температура близка к арктической. До тектонических процессов ареал этих животных носил сплошной характер. Нынешний ареал пустынно-степных животных носит разорванный, изолированный характер. Причина подобной разорванности связана с тектоникой и наступлением плейстоценового оледенения. По ледниковый панцирь был не сплошным, были участки, свободные ото льда – "нунатаки", на них сохранились популяции растений и животных, которые после отступления ледника расширили свой ареал.

В данном разделе приводятся данные распространения, морфологии, размножения, питания, кариологии и других эколого-биологических признаков, изучаемых нами видов и подвидов османов и маринки.

Кариотип каждого вида складывается в процессе его эволюционного развития и регулируется организмом в ответ на изменения условий среды. Извест-

но, что виды тех фаунистических комплексов, формирование которых шло в более суровых условиях, в среднем обладают большим числом хромосом, чем виды фаунистических комплексов, формирование которых шло в пределах одной географической зоны. Так, большинство видов семейства Cyprinidae характеризуются хромосомными числами, равными 44, 46, 48, 50, 52 и 54, однако в условиях Тянь-Шаня представители этого семейства имеют хромосомные числа 98-100, т.е. по количеству хромосом они характеризуются полиплоидным происхождением.

Таблица 1
Хромосомные числа и краткая характеристика структуры кариотипов рыб родов *Diptychus* и *Schizothorax*

№ п/п	Виды	Географический район	2n	NFa	Структура кариотипов			
					M	SM	ST	A
1	Чешуйчатый осман- <i>Diptychus gymnogaster</i>	р. Джуука (бассейн оз. Иссык-Куль)	100	186	12	51	23	14
			100	184	28	38	18	16
2	Осман Северцова- <i>Diptychus Sewerzowi</i>	р. Кеолюу р. Арпа	98	190	14	54	24	6
			98	185	30	32	25	11
3	Голый осман (иссыкульский)- <i>Diptychus dibowskii</i>	оз. Иссык-Куль	98	156	11	30	17	40
4	Голый осман (таласский)- <i>Diptychus micromaculatus</i>	р. Талас р. Каракол	90	184	18	50	18	12
			98	184	18	44	24	12
5	Обыкновенная маринка- <i>Schizothorax intermedius aksaensis</i>	р. Арпа р. Чаткал	98	170	26	32	24	16
			98	152	28	18	18	34
6	Иссыкульская маринка- <i>Schizothorax pseudaksaisensis issykkuli</i>	оз. Иссык-Куль	98	180	22	32	28	16

Нами проведено определение диплоидного числа и структуры хромосом у некоторых популяций родов османов и маринки, обитающих в горных реках. Как видно из табл. 1, у чешуйчатого османа из р. Джуука (бассейн оз. Иссык-Куль) и из р. Суусамыр набор хромосом составлял $2n=100$. Некоторые различия отмечались в числе плеч и структуре хромосом. Были также изучены кариотипы османа Северцова (рр. Кеолюу, Арпа), хромосомные числа в обоих случаях $2n = 98$, отмечались вариации в структуре хромосом и в числе плеч. У иссыкульского голого османа $2n = 98$, $NFa = 156$, в наборе выделяются 58 двуплечих хромосом и 40 акроцентрических одноплечих, что отличает его от других видов рода *Diptychus*. У таласского голого османа из рек Талас и Каракол различий в числе ($2n = 98$) и морфологии хромосом не отмечалось.

Таким образом, на основании кариотипических исследований у чешуйчатого османа, османа Северцова, иссыккульского голого османа и таласского голого османа установлено стабильное число хромосом $2n = 98-100$; отмечаются некоторые вариации в структуре хромосом.

Изучение хромосомного набора обыкновенной маринки из р. Арпа показало, что диплоидный набор хромосом для особей этой популяции представлен: $2n = 98$, $NFa = 170$, а у особей обыкновенной маринки из р. Чаткал хромосомное число также 98, число плеч $NFa = 152$, отмечаются отличия в структуре хромосом (табл.1). Анализ хромосомного набора иссыккульской маринки из оз. Иссык-Куль имеет сходный характер кариотипов при сравнении с предыдущими популяциями: $2n = 98$. Однако отмечаются отличия в структуре хромосом, так в наборе выделяются 22 метацентрика, 32 субметацентрика, 28 субтелоцентриков и 16 акроцентрических хромосом, число плеч $NFa = 180$. Таким образом, полученные нами данные согласуются с исследованиями А.Т. Токтосунова и Е.Ю. Мазик (1991). У османов и маринки отмечается широкая вариация в соотношении различных по морфологии хромосом в наборе при стабильном диплоидном числе. Это можно объяснить изменчивостью длины хромосомных плеч, что связано с экологическими особенностями местообитания этих популяций. Полученные данные свидетельствуют о том, что формирование кариотипов османов и маринки шло полиплоидным путем. Подтверждением этого является то, что подавляющее большинство усачей Южной и Юго-Восточной Азии (от которых произошли расщепобрюхие карповые), характеризуются набором, состоящим из 40-80 хромосом.

Из полуводных животных исследовалась жаба рода *Bufo*. До 1976 года во всех международных сводках и статьях отмечалось, что в Центральной Азии обитает только один вид – зеленая жаба (*Bufo viridis*). Исследованиями Е. Ю. Мазик и др. (1976), а спустя два года и Е. М. Писанец (1978), были описаны полиплоидные жабы, обитающие в горах Тянь-Шаня, Памира, Монголии, которым придают статус нового вида – *Bufo danatensis*.

Анализ кариотипа зеленой жабы из Чуйской долины показал, что их диплоидный набор состоит из 11 пар гомологичных хромосом ($2n = 22$), число плеч $NFa = 44$. В кариотипе четко различаются 6 пар крупных и 5 пар более мелких элементов кариотипа. Нами также исследовались жабы из высокогорных популяций (Арпа, Чаткал, Токтогул, Прибалхашье). У всех исследованных популяций число хромосом $2n = 44$, $NFa = 88$. В структуре хромосом особых отличий не отмечено.

3. ВЛИЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ РАДИАЦИИ И РАДИАЦИОННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА КАРИОТИПЫ ЖИВОТНЫХ

В республике недостаточно изучено влияние естественной радиации на природные популяции животных, особенно радиационного фона, создаваемого за счет рассеянного в почве урана, а также искусственно накопленного в хвостохранилищах. Естественный фон радиации также создается и за счет радона, который образуется из рассеянного в породах земной коры радия-226. Иссле-

довались хромосомные наборы и структура хромосом рыб, земноводных, пресмыкающихся и млекопитающих.

Как показали результаты наших исследований, у киргизского ельца (*Leuciscus leuciscus kirgisorum*), добытого из прудов вблизи горнорудного комбината (п.г.т. Орловка), диплоидный набор хромосом $2n = 50$, $NFa = 98$. Кроме этого, нами обнаружены клетки с $2n = 49$, произошла потеря одной субтелоцентрической хромосомы. Встречаемость таких клеток 20%. Эта мутация произошла за счет загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах воды из горнорудного комбината.

Исследовалось также число и морфология хромосом у земноводных (*Rana amurensis asiatica*, *Rana ridibunda*, *Bufo danatensis*), обитающих в местах выхода радоновых вод и уранового хвостохранилища (п.г.т. Орловка). Так, у лягушек обоих видов наблюдаются вторичные перетяжки и разрывы во 2^{ой}, 9^{ой} и 10^{ой} парах хромосом. У данатинской жабы наряду с диплоидным набором хромосом $2n = 44$, обнаружены анеуплоидные клетки с $2n = 41$ (15%); $2n = 42$ (10%). Вторая пара крупных субметацентриков имеет спутники. Изменению морфологии и числа хромосом способствовала высокая концентрация радона в источниках.

Серый геккон – *Tenuidactylus russowi*. Диплоидный набор хромосом самца геккона токтогульской популяции составил $2n = 44$, $NFa = 44$. В кариотипе различались 22 пары плавно убывающих по величине акроцентрических хромосом. У самки отмечено увеличение хромосомного набора: $2n = 45$, $NFa = 45$ (диагр.1). Мутация произошла за счет повышенного фона естественной радиации.

Алайский гологлаз – *Astylepharus alaicus*. На диаграмме 1 представлены данные исследования кариотипов у трех популяций алайского гологлаза. Для всех популяций модальный набор хромосом $2n = 28$, $NFa = 40$. В наборе выделяются 12 макро- и 16 микрохромосом. Наряду с этим, у алайского гологлаза из Кыргызского и Алайского хребтов появились анеуплоидные клетки 18% и 15% соответственно. Отмечались также изменения и в структуре хромосом. Такие изменения, видимо, свидетельствуют о протекающих внутри вида хромосомных перестройках за счет повышенного фона естественной радиации в локальных местах их обитания.

Водяной уж – *Natrix tessellata*. Нами исследовались кариотипы водяного ужа чуйской, ошской, кеминской, чаткальской, панфиловской и иссыккульской популяций. Эти популяции изолированы друг от друга как пространственно, так и биотопически. Модальное число хромосом у всех популяций водяного ужа $2n = 34$, число плеч $NFa = 46$, в структуре хромосом отличий не наблюдалось. Однако у иссыккульской популяции, обитающей в окрестностях курорта Джеты-Огуз, наряду с $2n = 34$, встречаются хромосомные наборы с $2n = 33$ (15%), $2n = 32$ (10%), $2n = 36$ (8%). Таким образом, общее количество анеуплоидных клеток насчитывается до 33% (диагр.1). Полиморфизм диплоидного набора происходит за счет микрохромосом. В первой паре крупных метацентриков отмечаются спутники, а во второй паре субметацентриков – вторичные перетяжки. Наличие аномальных диплоидных наборов хромосом, их разрывы, появление

спутников мы связываем с повышенной концентрацией радона в термальных источниках – местах обитания этой популяции водяного ужа.

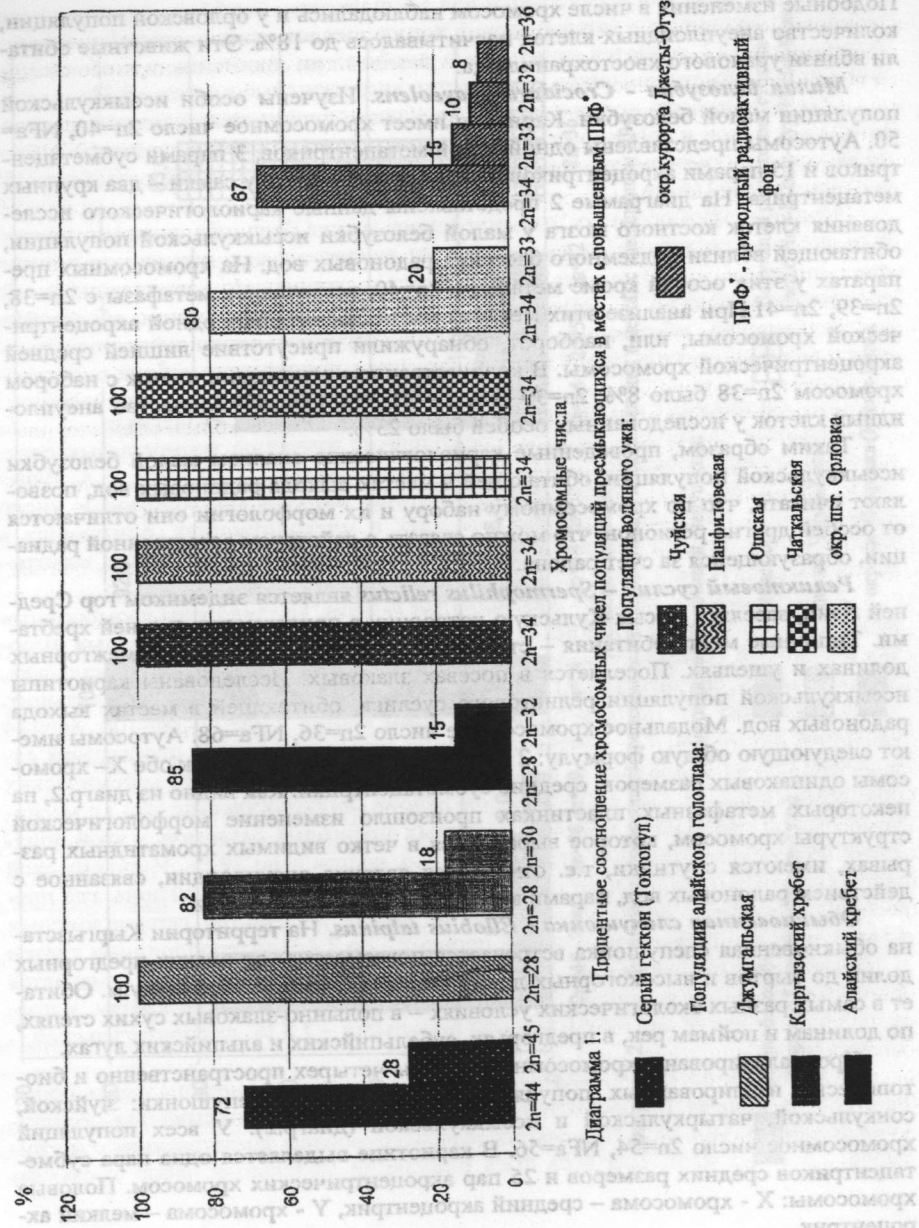
У популяции водяного ужа, обитающей вблизи уранового хвостохранилища и отстойников Орловского горно-металлургического комбината, также обнаружены анеуплоидные клетки с набором хромосом $2n=33$ (20%). Причиной появления анеуплоидии у этой популяции является повышенный фон радиации, создаваемый за счет хвостохранилища, а также за счет выделения загрязняющих веществ с комбината (диагр. 1).

Разноцветный полоз – *Coluber ravergieri* – распространен в горах и предгорьях. Изучались кариотипы разноцветных полозов, добытых в окр. пос. Бостери (иссыкульская популяция), в окр. с. Каратай (ошская популяция) и в Джумгалском районе. У всех популяций модальный набор хромосом $2n=36$, $NFa=50$. Однако у ошской и джумгалской популяций разноцветного полоза наряду с $2n=36$, встречаются клетки с наборами хромосом $2n=34$. Количество таких клеток у ошской популяции 10%, у джумгалской – 15%. Потеря одной пары микрохромосом отмечается в обеих популяциях за счет повышенного фона естественной радиации (у джумгалской популяции этот фон создавался за счет урановых отложений в ущелье Кара-Чуйлю).

Узорчатый полоз – *Elaphe dione* – в Кыргызстане широко распространен в долинах рек, на равнинах и по предгорьям, преимущественно вблизи воды. Поднимается в горы до 2500 м н.у.м. Изучались кариотипы четырех популяций узорчатого полоза. У всех популяций модальное число хромосом $2n=36$, $NFa=50$, однако, у ошской популяции встречаются клетки с $2n=34$, что составляет 18%, у чуйской популяции, обитающей вблизи уранового хвостохранилища г. Кара-Балта, хромосомы с $2n=34$ составляют 10%. У разноцветных полозов, добытых из окрестностей г. Андижана, насчитывалось 10% анеуплоидных клеток.

Степная гадюка – *Vipera ursini* – широко распространенный вид в Центральной Азии, населяет степи, полупустыни. Были изучены хромосомные наборы степной гадюки чуйской популяции и из окрестностей поселка Орловка. Хромосомный набор у всех исследованных особей $2n=36$, число плеч $NFa=50$. Хромосомный набор включает 7 пар макро и 10 пар микрохромосом. Однако на некоторых метафазных пластинках у степной гадюки, обитающей вблизи уранового хвостохранилища п.г.т. Орловка, хромосомное число было $2n=37$, т.е. произошла мутация с появлением одной лишней микрохромосомы, в результате у этой популяции насчитывалось до 15% анеуплоидных клеток.

Обыкновенный щитомордник – *Agkistrodon halys* обитает в равнинной и горной степях, на лугах, покрытых обильным разнотравьем, по сухим поймам рек, на склонах гор, покрытых кустарником, в лесах. Исследовались кариотипы обыкновенного щитомордника чуйской, иссыкульской, джумгалской и орловской популяций. Модальное число хромосом у всех популяций $2n=36$, $NFa=52$. Морфология хромосом также соответствует литературным данным. У джумгалской популяции встречались клетки с набором хромосом $2n=35$ (до 15%).



Подобные изменения в числе хромосом наблюдались и у орловской популяции, количество анеуплоидных клеток насчитывалось до 18%. Эти животные обитают вблизи уранового хвостохранилища.

Малая белозубка - *Crocidura suaveolens*. Изучены особи иссыккульской популяции малой белозубки. Кариотип имеет хромосомное число $2n=40$, $NFa=50$. Аутосомы представлены одной парой метацентриков, 3 парами субметацентриков и 15 парами акроцентриков. Половые хромосомы у самки – два крупных метацентрика. На диаграмме 2 представлены данные кариологического исследования клеток костного мозга у малой белозубки иссыккульской популяции, обитающей вблизи подземного бассейна радоновых вод. На хромосомных препаратах у этих особей кроме метафаз с $2n=40$, встречались метафазы с $2n=38$, $2n=39$, $2n=41$. При анализе этих метафаз мы не досчитались одной акроцентрической хромосомы, или, наоборот, обнаружили присутствие лишней средней акроцентрической хромосомы. В количественном отношении клеток с набором хромосом $2n=38$ было 8%, $2n=39$ –6%, $2n=41$ –9%. Общее количество анеуплоидных клеток у исследованных особей было 23%.

Таким образом, проведенные кариологические анализы малой белозубки иссыккульской популяции, обитающей в местах выхода радоновых вод, позволяют считать, что по хромосомному набору и их морфологии они отличаются от особей других регионов, что можно связать с действием естественной радиации, образующейся за счет радона.

Реликтовый суслик - *Spermophilus relictus* является эндемиком гор Средней Азии, заселяет Иссык-Кульскую котловину с прилегающими к ней хребтами. Типичные места обитания – степные и лугостепные участки в межгорных долинах и ущельях. Поселяется в посевах злаковых. Исследованы кариотипы иссыккульской популяции реликтового суслика, обитающей в местах выхода радоновых вод. Модальное хромосомное число $2n=36$, $NFa=68$. Аутосомы имеют следующую общую формулу: $2(1sm+10sm+4m+2st)$. У самок обе X-хромосомы одинаковых размеров: средние субметацентрики. Как видно из диагр.2, на некоторых метафазных пластинках произошло изменение морфологической структуры хромосом, которое выражается в четко видимых хроматидных разрывах, имеются спутники, т.е. отмечается явление анеуплоидии, связанное с действием радоновых вод, парама которых облучаются суслики.

Обыкновенная слепушонка - *Ellobius talpinus*. На территории Кыргызстана обыкновенная слепушонка встречается повсеместно: от низких предгорных долин до сыртов и высокогорных долин, достигая высоты 4000 м н.у.м. Обитает в самых разных экологических условиях – в полынно-злаковых сухих степях, по долинам и поймам рек, в предгорьях, субальпийских и альпийских лугах.

Проанализированы хромосомные наборы четырех пространственно и биотопически изолированных популяций обыкновенной слепушонки: чуйской, сонкульской, чатыркульской и иссыккульской (диагр.2). У всех популяций хромосомное число $2n=54$, $NFa=56$. В кариотипе выделяется одна пара субметацентриков средних размеров и 25 пар акроцентрических хромосом. Половые хромосомы: X - хромосома – средний акроцентрик, Y - хромосома – мелкий акроцентрик.

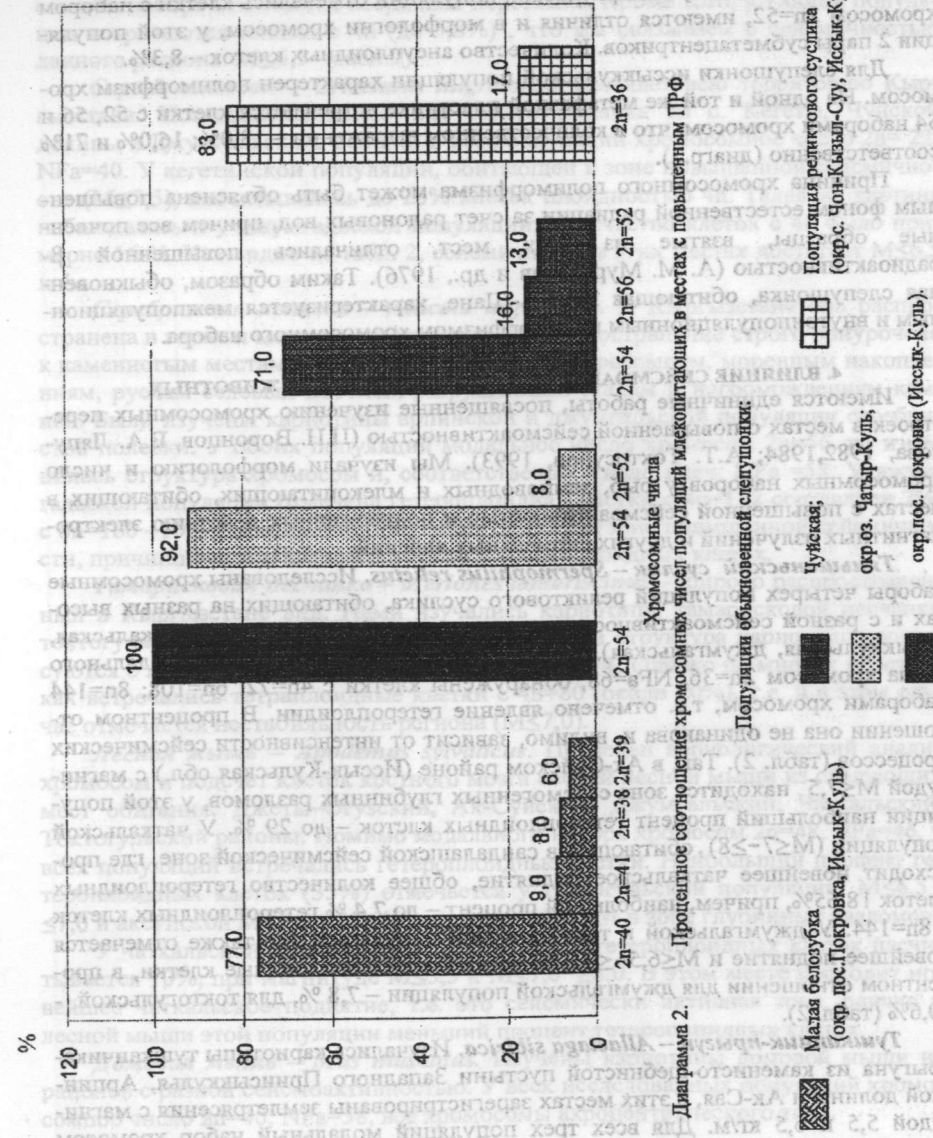


Диаграмма 2. Процентное соотношение хромосомных чисел популяций млекопитающих в местах с повышенным ПРФ

Наряду с кариотипом, характерным для слепушонки - $2n=54$, на некоторых метафазных пластинках у чатыркульской популяции отмечались клетки с набором хромосом $2n=52$, имеются отличия и в морфологии хромосом, у этой популяции 2 пары субметацентриков. Количество анеуплоидных клеток - 8,3%.

Для слепушонки иссыккульской популяции характерен полиморфизм хромосом. На одной и той же метафазной пластинке встречаются клетки с 52, 56 и 54 наборами хромосом, что в количественном выражении - 13,0%; 16,0% и 71% соответственно (диагр.2).

Причина хромосомного полиморфизма может быть объяснена повышенным фоном естественной радиации за счет радоновых вод, причем все почвенные образцы, взятые из этих мест, отличались повышенной β -радиоактивностью (А. М. Мурсалиев и др., 1976). Таким образом, обыкновенная слепушонка, обитающая в Тянь-Шане, характеризуется межпопуляционным и внутривидовым полиморфизмом хромосомного набора.

4. ВЛИЯНИЕ СЕЙСМОАКТИВНОСТИ НА КАРИОТИПЫ ЖИВОТНЫХ

Имеются единичные работы, посвященные изучению хромосомных перестроек в местах с повышенной сейсмоактивностью (П.И. Воронцов, Е.А. Ляпунова, 1982,1984; А.Т. Токтосунов, 1993). Мы изучали морфологию и число хромосомных наборов у рыб, земноводных и млекопитающих, обитающих в местах с повышенной сейсмоактивностью и подверженных действию электромагнитных излучений и других аномальных явлений.

Тяньшанский суслик - *Spermophilus relictus*. Исследованы хромосомные наборы четырех популяций реликтового суслика, обитающих на разных высотах и с разной сейсмоактивностью в этих местах (токтогульская, чаткальская, иссыккульская, джумгалская). У всех четырех популяций, кроме модального числа хромосом $2n=36$, $NFa=68$, обнаружены клетки с $4n=72$; $6n=108$; $8n=144$ наборами хромосом, т.е. отмечено явление гетеропloidии. В процентном отношении она не одинакова и, видимо, зависит от интенсивности сейсмических процессов (табл. 2). Так, в Ак-Суйском районе (Иссык-Кульская обл.) с магнитудой $M \leq 7,5$ находится зона сейсмогенных глубинных разломов, у этой популяции наибольший процент гетеропloidных клеток - до 29%. У чаткальской популяции ($M \leq 7-8$), обитающей в сандалапской сейсмической зоне, где происходит новейшее чаткальское поднятие, общее количество гетеропloidных клеток 18,65%, причем, наибольший процент - до 7,4% гетеропloidных клеток с $8n=144$. У джумгалской и токтогульской популяций, где также отмечается новейшее поднятие и $M \leq 6,5-7,0$ обнаружены гетеропloidные клетки, в процентном отношении для джумгалской популяции - 7,8%, для токтогульской - 10,6% (табл. 2).

Тушканчик-прыгун - *Allactaga sibirica*. Изучались кариотипы тушканчика-прыгуна из каменисто-щебнистой пустыни Западного Прииссыккуля, Арпинской долины и Ак-Сая, в этих местах зарегистрированы землетрясения с магнитудой 5,5 и 6,5 кг/м. Для всех трех популяций модальный набор хромосом

$2n=48$, $NFa=92$. Однако у аксайской популяции тушканчика - прыгуна в хромосомном наборе отмечается вторичная перетяжка. Кроме того, у данной популяции встречаются клетки с $4n$ (до 3,8%), что мы связываем с сейсмичностью данного региона: $M \leq 6,5$ (табл.2).

Серый хомячок - *Cricetulus migratorius* населяет всю территорию Кыргызстана. Исследованы кариотипы серого хомячка из с. Кегеты, Чуйской долины и Джумгалского района. У всех популяций хромосомное число $2n=22$, $NFa=40$. У кегетинской популяции, обитающей в зоне повышенной сейсмичности ($M \leq 7,5$), насчитывалось до 23% клеток плоидностью $4n$. Такая же картина наблюдалась и у джумгалской популяции, количество клеток с $4n$ было примерно 16%. Как видно из табл. 2, сейсмичность в этих местах достигает $M \leq 6,5$ кг/м.

Серебристая полевка - *Alticola argentatus*. В Кыргызстане она распространена в горах и межгорных долинах. Ее распространение строго приурочено к каменистым местам различного типа: осыпям, россыпям, моренным накоплениям, руслу селевых потоков, разрушенным скалам и нагромождениям камней. Были изучены кариотипы арпинской и джумгалской популяций серебристой полевки. У обеих популяций модальное число хромосом $2n=56$, но изменилась структура хромосом и, соответственно, число плеч: $NFa=58$. У джумгалской популяции отмечена гетеропloidия: клетки с $4n=112$ составляли 7%, с $6n=180$ - 10% (табл.2). Эта популяция обитает в зоне повышенной сейсмичности, причиной чего и является появление разноплоидных клеток.

Тамарисковая песчанка - *Meriones tamariscinus* - широко распространенный в Кыргызстане вид. Нами изучались кариотипы тамарисковой песчанки токтогульской популяции. Хромосомное число и структура кариотипов согласуются с литературными данными: $2n=40$, $NFa=74$. Однако на многих пластинках встречались тетраплоидные клетки с $4n=80$ (около 20%), т.е. и в этом случае отмечается нестабильность региона ($M \leq 7,0$).

Лесная мышь - *Apodemus sylvaticus*. Проведен кариологический анализ хромосом и подсчет клеток костного мозга особей лесной мыши из следующих мест обитания: Джеты-Огузский, Ак-Суйский, Джумгалский, Чаткальский, Токтогульский районы. Помимо модального набора хромосом $2n=48$, $NFa=46$, у всех популяций встречались гетеропloidные клетки. Наибольший процент гетеропloidных клеток (35%) отмечается у токтогульской популяции, $M \leq 6,5-7,0$ и аксуйской $M \leq 7,5$ (22,5%), которые обитают в зоне глубинных разломов.

У чаткальской и джумгалской популяций гетеропloidных клеток насчитывается 10%, при магнитуде $M \leq 5,5$ и $M \leq 7,0-8,0$. В этом месте проходит новейшее чаткальское поднятие, т.е. это сейсмически активная зона, однако у лесной мыши этой популяции меньший процент гетеропloidных клеток.

Домовая мышь - *Mus musculus*. Изучены кариотипы домовых мышей из районов с разной сейсмоактивностью. У всех исследованных популяций хромосомное число $2n=40$, $NFa=38$, все хромосомы акроцентрического типа.

Таблица 2

Результаты кариологического исследования клеток костного мозга у грызунов в сейсмически активных районах Тянь-Шаня

№ п/п	Название вида	К-во, пол	Географический район	Магнитуда М (в кг/м)	К-во пронализированных клеток	Площадь клеток					Всего гетероплоидных клеток в %	
						2n	4n	6n	8n	%		
1.	<i>Spermophilus relictus</i>	2♂, 2♂	Чаткальский р-н	≤7,8	400	325	20	25	30	7,4	18,65	
		3♀, 4♂	Джумгалский р-н	≤6,5	620	571	19	16	2,5	14	2,2	7,8
		5♀, 3♂	Токтогульский р-н	≤7,0	780	696	22	35	4,5	2,7	3,3	10,6
		2♀, 4♂	Ак-Суйский р-н	≤7,5	565	402	71	51	9,0	41	7,3	29,0
2.	<i>Allactaga saluator</i>	1♀, 3♂	Ак-Сайская долина	≤6,5	380	365	15	3,8				3,8
		2♀, 3♂	Артинская долина	≤6,5	420	420	100					
		2♀, 2♂	Тонекский район	≤5,5	300	300	100					
		5♀, 2♂	Киргизский хребет	≤7,5	520	400	77,0	120	23,0			23,0
3.	<i>Sciurus migratorius</i>	1♀, 3♂	Чуйская долина	≤5,5	400	400	100					
		4♀, 2♂	Джумгалский р-н	≤6,5	520	437	84,0	83	16,0			16,0
4.	<i>Alitcola argentatus</i>	2♀, 1♂	Артинская долина	≤5,5	340	340	100					
		3♀, 2♂	Милн-Куш	≤6,5	280	232	83,0	20	7,0	28	10,0	17,0
		2♂	Токтогульский р-н	≤7,0	180	144	80,0	36	20,0			20,0

В процессе исследования на метафазных пластинках у особей джумгалской, чаткальской, токтогульской и аксуйской популяций, обитающих в районе сейсмогенерирующих зон с магнитудой М от ≤5,5 до ≤7,5 довольно часто встречались клетки с 4n, 6n, 8n наборами хромосом, т.е. отмечалось явление гетероплоидии, в процентном отношении это выглядит следующим образом: у чаткальской популяции гетероплоидные клетки составляли 24,6%, у аксуйской – 22,8%, у токтогульской популяции самый высокий процент гетероплоидных клеток – 27,5%. У сокулукской популяции аномальных клеток не обнаружено – это район с пониженной сейсмоактивностью.

Туркестанская крыса – *Rattus turcestanicus*. В настоящее время ареал туркестанской крысы охватывает почти всю территорию Кыргызстана. У туркестанской крысы токтогульской популяции хромосомное число $2n=42, Nfa=66$. Наряду с этим, встречаются клетки с $4n=84, 6n=126, 8n=168$ наборами хромосом. У токтогульской популяции, обитающей в зоне сейсмичности с магнитудой $M \leq 6,5 - \leq 7,0$ гетероплоидные клетки составляют 18,2%.

У туркестанской крысы из Сузакского района при $M \leq 5,5$ гетероплоидные клетки с 8n составляют 11,2%. У чаткальской и джумгалской популяции обнаружено только хромосомное число с $2n=42, Nfa=68$, несколько изменена морфология хромосом. Несмотря на высокую сейсмичность этих регионов, гетероплоидные клетки у них не обнаружены. Возможно, эти животные находились далеко от разломов и подвергались меньшему влиянию аномальных факторов. Выявленный полиморфизм хромосом, связанный с гетероплоидностью клеток, свидетельствует об эмерджентном влиянии сейсмических процессов на кариотипы животных.

5. ЭМЕРДЖЕНТНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЖИВОТНЫХ В ЗОНЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОТРЯСЕНИЙ (Вместо заключения)

В работе нами отмечено широкое варьирование кариотипов и корреляция между районами исследования в зависимости от действия тех или иных физических факторов. Полученные данные характеризуют эмерджентное происхождение у животных явления полиплоидии, гетероплоидии и анеуплоидии. Механизмы возникновения этих явлений проявляются следующим образом.

Нами обнаружены полиплоидные виды рыб, относящиеся к аборигенным видам Тянь-Шаня, к родам *Diptychus* и *Schizothorax*. Возникновение полиплоидизации связано с оледенением и гипоксией. Горы, покрытые ледниковым панцирем, привели к тому, что многие водные и полуводные животные вымерли, а оставшиеся рыбы и амфибии собираются в местах выхода родниковых вод, которые зимой не замерзают. Кроме того, для выживания у высокогорной полиплоидной популяции осмапа Северцова на высоте 3500 м н.у.м. выработался своеобразный механизм размножения – партеногенез, при этом затрачивается минимальное количество энергии для оплодотворения в условиях кислородной недостаточности и низкой температуры (А. Т. Токтосунов, Е. Ю. Мазик, 1991). В Тянь-Шане также обнаружена полиплоидия у жабы *Bufo danalensis* с $2n = 44$,

ранее описываемой как *Bufo viridis* с $2n = 22$. В результате тектонических процессов, наступлением ледника в горах, жаба вынуждена была вторично возвратиться в воду. Теперь жизнь полиплоидной жабы круглогодично связана с заболоченными участками и родниковыми водами.

Таким образом, при кратном увеличении хромосом в экстремальных условиях высокогорья у пойкилотермных животных происходят эмерджентные изменения в хромосомах, они приобретают совершенно иную эволюционную направленность. Адаптивная реакция горных популяций рыб и амфибий характеризуется своеобразными биологическими свойствами, способствующими выживанию в экстремальных условиях: в частности, добывании пищи, переваривании, накоплении биоэнергетических ресурсов, экономном использовании и депонировании кислорода в органах и тканях в условиях гипоксии и, соответственно, изменении биомассы, аллометрического роста и т.д. По данным С. И. Алиханян и др. (1985), прогрессивная эволюция должна иметь внутренние и внешние источники. Как показали наши исследования, внешними факторами эволюции для возникновения полиплоидии у рыб родов *Diptychus* и *Schizothorax* явились тектонические процессы, оледенения, гипоксия, изоляция, естественный отбор, дрейф генов, а внутренними источниками явились мутации.

Далее следует указать на разноречивость таксономических единиц видов и подвидов родов *Diptychus* и *Schizothorax*. На основании морфологической изменчивости ихтиологами были описаны 8 подвидов и видов маринок, 10 подвидов и видов османов. Причины подобных изменений у рыб связаны с экологическими условиями обитания. До образования Тянь-Шаньской горной системы животные имели единый ареал, но в процессе горообразования он разделяется на мелкие физически, пространственно, биотопически изолированные популяции. Естественно, под действием различных факторов образовались различные фенотипически полиморфные популяции, которые являются экотипами. Как показали наши исследования и анализ кариологии, все описанные в различных изолированных популяциях подвиды и виды маринок, османов имеют идентичные хромосомные наборы $2n = 98-100$. Поэтому при установлении видового статуса животных, наряду с классическим методом, необходимо применять генетические, биохимические и другие методы исследования.

Полученные данные указывают на возникновение анеуплоидных хромосомных наборов у животных, обитающих в местах с повышенным фоном естественной радиации, создаваемым за счет хвостохранилищ, локально рассеянных залежей урана, который при распаде выделяет радон; α -, β -, γ -излучений различных радионуклидов, рассеянных в земных породах и др. Анеуплоидные формы встречаются у водных и полуводных животных (рыбы, земноводные, водяной уж), непосредственно контактирующих с радоновой водой, а также у норных животных, которые облучаются или парами радона, или урановыми излучениями. У таких животных изменяется хромосомное число, происходит потеря одной - двух хромосом или появляется дополнительная хромосома. Кроме

того, отмечались изменения в их морфологии. Так, наблюдались повреждения хромосом, что выражалось в появлении спутников, разрыве хромосом, образовании вторичных перетяжек. Известно, что нарушение баланса хромосомом приводит к понижению жизнеспособности животных.

Впервые получены данные по влиянию сейсмических процессов на кариотипы некоторых видов грызунов. В результате действия эндогенных сил, кроме диплоидных ($2n$) наборов хромосом, в ткани костного мозга у особей встречались разноплоидные клетки с $4n$, $6n$, $8n$ наборами хромосом.

В литературных источниках явление полиплоидии у позвоночных животных отмечается редко. Описывается, в основном, получение полиплоидных наборов хромосом в опытах на мышках. Так, А. Мюнтцинг (1967) возникновение полиплоидии у домашней мыши связывает с раковыми заболеваниями. Как уже указывалось, нами обнаружены полиплоидные и гетероплоидные наборы хромосом у маринки, османа, зеленой жабы и некоторых видов грызунов. Полученные нами данные согласуются с результатами исследований белорусских цитогенетиков (Р.И. Гончарова и др., 2000). Они определяли хромосомные наборы популяций рыжей полевки и прудового карпа, обитающих в местах с радиоактивным загрязнением среды вследствие аварии на Чернобыльской АЭС, у этих животных отмечена полиплоидия.

Таким образом, в проведенных исследованиях выявлены механизмы появления гетероплоидии, причиной чего является дифференциация тканей клеток на разных уровнях под действием ионизирующих электромагнитных излучений, ультразвука, канцерогенных веществ, свечения атмосферы и других аномальных факторов, выходящих на поверхность Земли. Возникновение гетероплоидии у животных, видимо, зависит от расстояния их обитания от эпицентра землетрясений, силы выхода и действия электромагнитных излучений и других эндогенных факторов. Высокая сейсмическая активность выступает как особый абиотический фактор, ускоряющий возникновение новых материальных единиц эволюции, каковым является вид. Сейсмика с высокой магнитудой, видимо, провоцирует образование симпатрических видов, о чем свидетельствует высокая кариотипическая изменчивость животных.

Выводы

1. Горные животные по своему происхождению являются пустынно-степными, но в результате тектонических процессов и влияния различных экологических факторов в процессе эволюции у них произошли существенные морфогенетические изменения.
2. Главными факторами, вызывающими полиплоидию хромосомных наборов у жаб рода *Bufo* и рыб родов *Diptychus* и *Schizothorax*, являются резкое, внезапное наступление миоцено-плиоценовых ледников, действие низких температур и гипоксии независимо от высоты местности.
3. У некоторых изученных видов и подвидов *Diptychus* и *Schizothorax* обнаружены одинаковые хромосомные числа - $2n=98-100$. Это можно объяс-

- нить тем, что они обитают в одном ареале, скрещиваются и не вписываются в понятие о «критерии вида», поэтому их можно считать экотипами.
- У киргизского ельца, сибирской и озерной лягушек, данатинской жабы, серого геккона, алайского гологлаза, водяного ужа, разноцветного и узорчатого полозов, степной гадюки, щитомордника, малой белозубки, реликтового суслика и обыкновенной слепушонки, обитающих в местах выхода радоновых вод, локально рассеянных урановых руд и вблизи урановых хвостохранилищ, отмечаются количественные и структурные изменения кариотипов, что связано с возникновением анеуплоидии.
 - Сейсмические процессы, и как их следствие, выход на поверхность электромагнитных излучений, ультразвука, канцерогенных веществ и других сопутствующих эндогенных факторов, эффективно действующих на генетический аппарат грызунов (реликтовый суслик, тушканчик-прыгун, тамарискская песчанка, домовая и лесная мышь, серый хомячок, туркестанская крыса, серебристая полевка), способствуют возникновению гетероплоидных клеток с $2n$, $4n$, $6n$, $8n$ в различных процентных соотношениях.
 - Изучен кариотип стрелы-змеи семейства ужовых из Кордая. Модальное хромосомное число $2n=46$, что отличает ее от других представителей этого семейства (водяной уж чуйской, ошской, чаткальской популяций; поперечно-полосатый, узорчатый, разноцветный полозы токтогульской, ошской, иссыккульской популяций), у которых $2n=34, 36$. Поэтому стрела-змея по хромосомному набору занимает особое таксономическое положение в семействе ужовых.
 - В некоторых местах обитания у локально распространенных видов быстрой, разноцветной, глазчатой ящурок ошской, иссыккульской, токтогульской и джумгалской популяций в хромосомных наборах количественных и структурных изменений не наблюдалось.
 - У представителей рукокрылых: остроухой ночницы, нетопыря-карлика, позднего кожана и рыжей вечерницы не отмечено изменений в структуре и числе хромосомных наборов.
 - В условиях молодых гор, каковым является Тянь-Шань, эколого-генетические преобразования популяций видов маринок, османов и жаб находятся в прямой зависимости от эмерджентного действия экологических факторов, под влиянием которых возникает симпатрическое видообразование.
 - Полученные данные по кариотипам позвоночных животных Тянь-Шаня имеют практическое значение при установлении видового статуса и изучения эволюции горных животных. Они будут способствовать более глубокому изучению селективной ценности популяций в условиях полной и неполной изоляции и помогут установить причины и следствие изменения их численности. Хромосомные числа могут являться генетическими маркерами дифференцирующего действия физических факторов на организм.

Основные положения диссертации изложены в следующих публикациях

- Влияние сейсмике, оледенений и радиации на генетическую изменчивость животных // Тез. докл. межд. конф.: «Высокогорные исследования: изменения и перспективы в XXI веке». – Бишкек, 1996.- С. 220. (Соавт.: Токтосунов А.Т.)
- Состояние редких и исчезающих видов млекопитающих в условиях изоляции // Тез. докл. межд. совещания: «Редкие виды млекопитающих России и сопредельных территорий». – РАН.- Москва, 1997.- С. 94. (Соавт.: Токтосунов А.Т.)
- Влияние радоновых вод на кариотипы амфибий // В сборнике трудов: «Влияние факторов окружающей среды на организм». – Бишкек, 1997.- С. 223-226.
- Влияние сейсмике на наследственность некоторых грызунов // Вестник КГНУ. Естественно-технические науки. Вып. 1. – Бишкек, 1997.- С. 147-153.
- Хромосомы – маркеры природных стрессов // Тезисы международной конференции: «Адаптация организма к природным экосоциальным условиям среды». – Бишкек, 1997.- С. 142-143. (Соавт.: Токтосунов А.Т.)
- Полиморфизм хромосом у животных в сейсмически активных районах Тянь-Шаня // В сборнике трудов: «Итоги и перспективы развития современной медицины в контексте XXI века». – Бишкек, 1998.-С. 291 – 295.
- Феногенотипическая изменчивость у полозов // Вестник КГНУ. Серия естественно-технических наук – Ч. III.- Бишкек, 1998.- С. 156-161.
- Влияние отходов горно-металлургического комбината п.г.т. Орловка на наследственность животных // Вестник КГНУ. Труды молодых ученых. Естественно-технические науки. Сер. 5.- Вып. 3.-Бишкек, 2000.- С. 71-78.
- Цитогенетика млекопитающих Чон-Кеминского природного национального парка // Вестник КГНУ. Труды молодых ученых. Естественно-технические науки. Сер. 5.- Вып. 3.- Бишкек, 2000.- С. 87-90. (Соавт.: Шаршеналиева Г.А.)
- Влияние урановых отходов, радоновых вод и сейсмике на наследственность животных // Тезисы международной конференции: «Радиоактивность при ядерных взрывах и авариях» – Москва, Санкт-Петербург: Гидроиздат, 2000.- С.365. (Соавт.: Токтосунов А.Т.)
- Эмерджентная эволюция животных в зоне экологических потрясений // Республ. сб. научн. трудов: «Медицина на стыке тысячелетий». – Бишкек, 2000.- С. 607-612. (Соавт.: Токтосунов А.Т.)
- Возникновение анеуплоидии в местах выхода радоновых вод// Вестник КГНУ. Естеств. науки. - Серия 3. Вып.2. Биологические науки, Биотехнология. - Бишкек. КГНУ, 2000.-С. 81-85. (Соавт.: Токтосунов А.Т.)
- Хромосомные aberrации у некоторых видов семейства Colubridae в условиях естественной радиации. - Там же. - С. 87-91.
- Факторы, определяющие генетические изменения у животных в условиях Тянь-Шаня // Вестник КГНУ. Естеств.-техн. науки. Серия 5.- Вып.6.- Бишкек, 2000.- С. 194-198.
- Эколого-цитогенетические особенности животных, обитающих в местах выхода радоновых вод. // Там же. С. 216-219. (Соавт.: Благодарева Ю.Г., Пиленина Л.В.).
- Кариотип обыкновенного щитомордника *Agkistrodon halys* Каратал-Жапырыкского гос. заповедника. Там же. С.229-232. (Соавт.: Карипова Н.Т.).

Т.А. Токтосуновдун "Жаныбарлардын кариотиптеринин өзгөрүүлөрүнө таасир этүүчү экологиялык шарттар" аттуу авторефератынын
03.00.16 - экология кесибі боюнча диссертациялык

АННОТАЦИЯ

Сууда жана кургакта жашаган омурткалуу жаныбарлардын кариотиптерине физикалык шарттардын: жердин көтөрүлүп тоонун пайда болуусу, тоонун муз менен капталышы, кычкылтектин жетишсиздиги, обочолонуу, табигый радиация жана жердин титирөөсүнүн тийгизген таасирлери изилденген.

Физикалык шарттардын таасирлеринин натыйжасында балыктардын *Diptychus* жана *Schizothorax* урууларынын түрлөрүндө жана алардын популяцияларында, ошондой эле кур бакалардын *Bufo* уруусуна кирүүчү түрлөрүндө морфогенетикалык өзгөрүүлөрү байкалган. Аныкталган көпкө созулган муз каптоодон жана кычкылтектин жетишсиздигинин таасирлеринин натыйжасында ала бугалардын, кара балыктардын жана кур бакалардын түрлөрүнүн ортосунда симпатрикалык түрлөр келип чыккан.

Урандын чачыранды түрүндө жолуккан жерлеринде, жер астындагы радон сууларынын жана уран кенинин иштетилген калдыктары көмүлгөн жерлерге жакын жашаган балыктардын, жерде сууда жашоочулардын, сойлоп жүрүүчүлөрдүн жана сүт эмүүчүлөрдүн хромосомдорунун санынын жана түзүлүшүнүн өзгөрүүлөрү байкалган, б.а. анеуплоидия кубулушу пайда болгон.

Жердин титирөөсүндө бөлүнүп чыккан заттардын таасирлеринин натыйжасында кемирүүчүлөрдүн кызыл чучук клеткаларында диплоиддик клеткалардан ($2n$) тышкары ар түрдүү сандагы жана пайыздык катыштагы гетероплоиддик $4n$, $6n$, $8n$ клеткаларынын жолугуулары аныкталган.

Алынган маалыматтарга караганда, физикалык шарттардын таасирлеринин натыйжасында жаныбарлардын кариотиптеринде полиплоидия, гетероплоидия жана анеуплоидия кубулуштарынын кокусунан эмердженттүү түрдө пайда болуулары байкалган.

АННОТАЦИЯ

на диссертацию Т.А. Токтосунова "Экологические факторы, определяющие кариотипические изменения у животных", представленной по специальности 03.00.16 - экология

Изучалось влияние таких физических факторов среды, как тектонические процессы, оледенения, гипоксия, изоляция, естественная радиация и сейсмика на кариотипы водных, полуводных и наземных позвоночных животных.

Выяснено, что под действием физических факторов у аборигенных видов и их популяций родов *Diptychus* и *Schizothorax*, а также у жабы рода *Bufo* обнаружена морфогенетическая дифференциация, в результате произошла полиплоидизация изученных видов животных. Можно констатировать, что под действием оледенений и гипоксии у османов, маринки и жабы, возникает симпатрическое видообразование.

У некоторых видов и их популяций рыб, земноводных, пресмыкающихся и

млекопитающих, обитающих вблизи локально рассеянных залежей урана, бассейна подземных радоновых вод, урановых хвостохранилищ происходит изменение в числе и структуре хромосом, т.е. отмечается явление анеуплоидии.

Установлено, что под действием сейсмических процессов у некоторых видов грызунов в клетках костного мозга кроме диплоидных ($2n$) наборов хромосом встречались гетероплоидные клетки с $4n$, $6n$, $8n$ наборами в разных процентных соотношениях.

Полученные данные свидетельствуют о том, что под влиянием физических факторов в кариотипах у животных происходят эмерджентные проявления полиплоидии, гетероплоидии и анеуплоидии.

ABSTRACT

of the dissertation of T.A. Toktosunov "The ecological factors, determining cariotypes changes at animals",
submitted on a speciality- 03.00.16-ecology

Influence of such physical factors of environment as tectonic processes, icing, hypoxia, isolation, natural radiation, seismicity on karyotypes of water, semi-water and ground vertebrates was studied. It was found out that aboriginal species and their populations of *Diptichus* and *Schizothorax* genders and toad of *Bufo* gender have morphogenetic differentiation under influence of these physical factors. As a result polyploidization of the studied species took place. Osman, marinka and toad obtain, sympatric species formation under influence of icing and hypoxia.

Some species and populations of fish, amphibia, reptiles and mammals inhabited in local dissipated deposits of uranium, basin of ground radon water, uranium tailstorages change the number and structure of chromosomes, i.e. phenomenon of aneuploidy takes place.

It is observed that some species of rodents with diploid $2n$ sets of chromosomes in marrow cells, sometimes have heteroploid cells with $4n, 6n, 8n$ sets in various percentage ratios under impact of seismic processes.

The received data indicate that under influence of physical factors some emergent manifestations of polyploidy, heteroploidy and aneuploidy take place in karyotypes of the animals.

Подписано в печать решением Диссертационного Совета Д 03.00.107 от 28.04.01.
Разрешение НАК КР №128 от 2 мая 2001г., заказ №

Заказ 136. Тираж 100 экз.
Объем 1 п. л. Формат издания 60 x 84 1/16
ОсОО Фирма «БИЛА», Льва Толстого, 100