

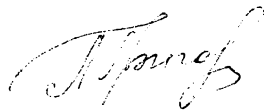
ГРИГОРКИНА ЕЛЕНА БОРИСОВНА

на правах рукописи

УДК 574 : 599.32 : 577.346.017.4

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
РАДИОРЕЗИСТЕНТНОСТИ ГРЫЗУНОВ**

03.00.16 - Экология



Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Екатеринбург 1998

Работа выполнена в лаборатории экспериментальной экологии
Института экологии растений и животных Уральского отделения
Российской Академии Наук

Научный руководитель:

доктор биологических наук Любашевский Н.М.

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук Лукьянов О.А.

доктор биологических наук, профессор Емельянов А.М.

Ведущая организация:

Пермский государственный университет им. А.М. Горького

Защита диссертации состоится "10 ноября 1998г.

в "16⁰⁰" часов на заседании диссертационного совета Д 002.05.01 в
Институте экологии растений и животных УрО РАН по адресу: 620144,
Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института экологии
растений и животных УрО РАН

Автореферат разослан "10 октября 1998г.

Ученый секретарь

диссертационного совета,

кандидат биологических наук



М.Г.Нифонтова

Актуальность темы. Ионизирующее излучение - природный и мощный антропогенный фактор, с которым все чаще сталкиваются природные комплексы и человек. Проблема радиорезистентности организмов является частью двух важнейших биологических проблем - адаптации и биоразнообразия. Различная реакция видов при облучении биоценоза может привести к изменению межвидовых взаимоотношений и экологических связей в биоценозе между растительными и животными группировками (Ильенко, 1974; Одум, 1975; Соколов, Попова, 1981). До настоящего времени природную радиорезистентность грызунов и ее модификацию другими факторами среды, а также причины дифференциальной радиорезистентности в пределах грызунов и млекопитающих в целом изучали на весьма ограниченном наборе видов. Изучать радиорезистентность серий видов грызунов в одинаковых экспериментальных условиях необходимо для их комплексной характеристики, для выявления экологических соответствий радиорезистентности и оценки биоразнообразия более крупных таксонов. Существует разноречивое мнение о том, как связана радиорезистентность грызунов с их образом жизни. Было неясно, зависит ли она от принадлежности вида к тому или иному крупному таксону. Не были изучены ключевые экологические факторы радиорезистентности, сопряженное влияние средовых факторов на это свойство вида и диагностическая ценность разных характеристик радиорезистентности.

Цель исследования: Изучить радиорезистентность грызунов в зависимости от экологических особенностей видов и внутривидовых групп, их таксономической принадлежности, выяснить возможность использования радиорезистентности для оценки гетерогенности популяций и видовой самостоятельности близкородственных форм.

Основные задачи исследования: 1. На примере представительной выборки экологически разных видов грызунов изучить экологические факторы, влияющие на радиорезистентность.

2. Изучить зависимость радиорезистентности грызунов от их систематического положения (принадлежности к тому или иному крупному таксону).

3. Сравнить постлучевую реакцию системы гемопозза как одной из радиочувствительных тканей у экологически разных видов.

4. Исследовать влияние предварительного стрессового воздействия на последствия облучения.

5. Определить возможные аспекты использования радиорезистентности для решения прикладных экологических задач:

- сравнить радиорезистентность разных функциональных внутрипопуляционных группировок рыжей полевки;

- определить диагностическую ценность радиобиологических критериев (на примере мохноногих хомячков рода *Phodopus*);

- использовать критерии радиорезистентности для оценки гетерогенности лабораторных колоний и природной популяции грызунов.

Научная новизна. Впервые по единой методике изучена радиорезистентность 25 видов и видовых форм грызунов. На серии видов грызунов изучена зависимость радиорезистентности от ряда экологических и биологических особенностей вида. Обнаружено, что $LD_{50/30}$ при остром тотальном облучении зависит от принадлежности грызунов к тому или иному семейству, что, в частности, объясняет разную радиорезистентность диких и лабораторных животных. Определены экологические факторы радиорезистентности. Впервые показано, что радиорезистентность является одной из важных видовых характеристик, не зависящих от фазы динамики численности. Оказалось, что стресс перед облучением позволяет выявить роль генотипа и средовых факторов в радиочувствительности грызунов. Впервые показана возможность использования критериев радиорезистентности для оценок гетерогенности на популяционном и внутрипопуляционном уровнях, биоразнообразия более высоких таксонов, для изучения видовой самостоятельности близких форм грызунов.

Теоретическая и практическая ценность. Результаты диссертации полезны в качестве дополнительных характеристик видов, для прогноза и оценок биоразнообразия толерантности грызунов разных таксономических уровней (семейства, виды и внутрипопуляционные группировки), изучения интересного эволюционного явления - неравномерности темпов межвидовой дифференциации грызунов по разным проявлениям толерантности и разным радиобиологическим признакам. Поскольку разная функциональная роль, выполняемая сезонными генерациями (когортами) рыжей полевки, связана с их радиорезистентностью, учет возрастной и функциональной гетерогенности популяций по радиорезистентности повысит точность радиозокологических исследований. Экспериментальная оценка радиорезистентности к острому облучению позволяет более комплексно

характеризовать вид, выявлять различия между близкими формами, изучать гетерогенность животных на внутривидовом уровне. Экспериментальный стресс перед облучением мало влияет на общую смертность животных, однако достоверно изменяет сроки их гибели. Это позволяет изучить роль генотипической и средовой компонент в радиочувствительности грызунов. Результаты диссертации включены в курс лекций по экологии на биологическом факультете Уральского Государственного Университета.

Положения, выносимые на защиту: 1. Радиорезистентность грызунов зависит от принадлежности вида к тому или иному семейству и связана с такими важными экологическими характеристиками, как размеры тела, тип питания и биотопическая приуроченность вида.

2. Радиорезистентность - одна из важных биологических особенностей вида, которые стоит учитывать при изучении биоразнообразия толерантности грызунов. Характер видовой ответа на действие облучения может быть дополнительным критерием видовой самостоятельности таксономически неясных форм грызунов.

3. Реакция популяции рыжей полевки на радиационное воздействие зависит от ее функционально-возрастной структуры.

4. Стресс перед облучением способствует выявлению генотипической разнородности грызунов.

Апробация диссертации. Результаты работы были представлены и обсуждены на Всесоюзной конференции “Экологические механизмы антропогенного преобразования окружающей среды” (Свердловск, 1987); I (Москва, 1989), II (Киев, 1993) и III (Москва, 1997) радиобиологических съездах; Всесоюзном совещании “Экологическая энергетика животных (Суздаль, 1988); VII Всесоюзном совещании по грызунам (Нальчик, 1988); III Всесоюзном совещании по песчанкам (Ташкент, 1989); 6 научно-практической школе-семинаре (Ростов-на-Дону, 1990); научно-практической конференции по радиобиологии и радиозологии (Минск, 1990); II съезде физиологов Уральского региона (Свердловск, 1990); V съезде ВТО (Москва, 1990); IV Всесоюзном симпозиуме “Стресс, адаптации и дисфункции” (Кишинев, 1991); 2 международной конференции по радиобиологическим последствиям ядерных аварий (Москва, 1994); 2 международной конференции по суркам (Савоя, Франция, 1994); 10 Международном радиобиологическом конгрессе (Вюрцбург, 1995); 9 конгрессе по радиационной защите (Австрия, 1996); семинаре “Жизнь популяций в гетерогенной среде” (Йошкар-Ола, 1998).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 17 работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 7 глав и выводов, изложена на 170 страницах, содержит 32 рисунка и 12 таблиц. Список литературы включает 238 источников, из них 89 на иностранных языках.

Глава 1. Проблема радиорезистентности и факторы, ее обуславливающие (литературный обзор).

Анализ литературы показал разноречивых мнений о роли экологических факторов, влияющих на радиорезистентность грызунов, отсутствие обобщений о связи радиорезистентности с экологическими особенностями и валентностью вида, его таксономическим положением. В главе приведены данные об экологических, физиологических и биохимических факторах, обуславливающих радиорезистентность млекопитающих.

Глава 2. Материал и методы исследования

В основе диссертации - материалы 11-летних собственных лабораторных экспериментов и полевых исследований и литературные данные по радиорезистентности грызунов (из крупных сводок Ильенко, Крапивко, 1989; Граевская, 1972, 1983).

Часть опытов проведена на животных из природной популяции (рыжие полевки), остальные - на лабораторных колониях грызунов, основателей которых отловили в разных географических регионах. Всего использовано 1984 экземпляра. Эксперименты соответствовали трем направлениям: 1) оценка радиорезистентности грызунов из природных популяций и лабораторных колоний, влияния семейственной специфики и экологических особенностей на уровень средней полудетальной дозы ($LD_{50/30}$); 2) сравнение реакции системы гемопоза разных видов на облучение; 3) оценка гетерогенности грызунов с разной степенью близости генотипов.

1) Одновозрастных зверьков облучали однократно гамма-лучами Cs^{137} на экспериментальной установке ИГУР-1 разными дозами (по 6-9 особей на дозу) осенью и зимой во избежание различий в сезонной радиочувствительности. $LD_{50/30}$ рассчитывали пробит-методом (Беленький, 1963). Влияние семейственной специфики грызунов на $LD_{50/30}$ оценивали при помощи однофакторного дисперсионного анализа и метода множественных сравнений (S-метод Шеффе) (Гласс, Стенли, 1976). Для изучения зависимости $LD_{50/30}$ грызунов от 11 экологических переменных применили линейный пошаговый регрессионный анализ. Он дал возможность оценить влияние

частных факториальных переменных на зависимую переменную отклика ($ЛД_{50/30}$) (Дрейпер, Смит, 1987).

2) Реакцию системы гемопоза как одной из радиочувствительных систем у экологически разных видов изучали по общепринятой методике при равноэффективных дозах ($ЛД_{50/30}$), у внутривидовых группировок рыжей полевки - при одной и той же дозе (12,7 Гр).

3) Метод оценки гетерогенности популяций описан в главе 7. При обработке полученных данных применяли обычные биометрические методы (Урбах, 1963), метод кластерного анализа и пакет Statgraf.

Глава 3. Зависимость радиорезистентности грызунов от их систематических и экологических особенностей

В главе охарактеризована радиорезистентность 51 вида грызунов Нового и Старого Света. Проанализирована ее связь с систематическими и экологическими особенностями вида: принадлежностью к разным семействам, размерами тела, типом питания, биотопической приуроченностью, суточной активностью и другими (всего 11 параметров).

Данные об $ЛД_{50/30}$ имеются для грызунов семейств: Sciuridae, Muridae, Cricetidae и Heteromyidae. По классификации Н.Н. Воронцова (1982) эти виды принадлежат к 6 биологическим типам: генерализованный биологический тип крыс и мышей, типы полевок, хомяков, песчанок, сурков и сусликов. Собственные данные по радиорезистентности грызунов представлены в таблице.

Применение однофакторного дисперсионного анализа выявило существенное достоверное ($p \leq 0,001$) влияние принадлежности грызунов к тому или иному семейству на уровень $ЛД_{50/30}$. Специфика семейств на 42% детерминировала общую изменчивость $ЛД_{50/30}$ ($R^2 = SSb / SSw = 126,9 / 301,15 = 0,421$). Множественное сравнение доз показало, что между представителями семейств Sciuridae и Muridae различия недостоверны (средние $ЛД_{50/30}$ - 6.56 Гр и 7.96 Гр, соответственно; $p \leq 0,05$). Радиорезистентность грызунов семейств Cricetidae и Heteromyidae - существенно выше ($p \leq 0,05$), а у этих двух семейств не различается ($ЛД_{50/30}$ - 10.13 Гр и 12.23 Гр). Межвидовая изменчивость доз в семействе мышинных такая же как у хомяковых, но меньше, чем у беличьих и мешотчатых прыгунов.

В результате применения пошагового регрессионного анализа установлено, что из 11 экологических признаков только три (размер особей, тип питания и биотопическая приуроченность) достоверно связаны с ЛД_{50/30}. Эти переменные (“ключевые экологические факторы”) на 39% определяют разброс значений ЛД_{50/30}. Остальная часть вариации (19%) обусловлена прочими факторами.

Таблица

Радиорезистентность грызунов

Вид	n	ЛД _{50/30} , Гр M±m	Место отлова
<i>Clethrionomys glareolus</i>	95	12.7±0.2	Ю. Урал, Ильменский заповед.
<i>Cl. rutilus</i>	56	12.8±0.4	Ю. Урал, Иремель
<i>Cl. rufocanus*</i>	48	10.3±0.2	Ю. Урал, Иремель
<i>Alticola argentatus*</i>	61	12.1±0.3	Киргизский хр., п. Иссык-Ата
<i>Microtus arvalis*</i>	27	9.4±0.4	Ср. Урал, Нижне-Сергинский р.
<i>M. rossiaemeridionalis</i>	44	9.2±0.4	Ср. Урал, Бот. сад УрО РАН
<i>M. gregalis gregalis*</i>	35	9.9±0.3	Ср. Урал, Галицкий р-н
<i>M. gregalis major*</i>	22	10.1±0.3	Полярн. Урал, Красный Камень
<i>Apodemus sylvaeus</i>	36	7.0±0.4	Ю. Урал, Ильменский зап.
<i>Ap. sylvaeus tokmak*</i>	36	7.3±0.2	Казахстан
<i>Ap. agrarius</i>	57	10.0±0.2	Ср. Урал, Полевской р-н
<i>Rattus norvegicus</i>	31	10.3±0.7	Остров Итуруп
<i>Nesokia indica*</i>	33	6.9±0.5	Таджикистан, Гиссарская дол.
<i>Phodopus sungorus*</i>	45	11.9±0.3	Монголия
<i>Ph. campbelli*</i>	81	9.6±0.3	Тува
<i>Ph. roborovskii*</i>	38	8.9±0.4	Тува
<i>Meriones meridianus*</i>	92	13.5±0.5	Узбекистан, Дальверзинская ст.
<i>M. unguiculatus</i>	30	12.7±0.5	Забайкалье
<i>Mus musculus</i>	25	10.1±0.5	Таджикистан, Гиссарская дол.
Лабораторные животные			
<i>BALB/c</i>	101	6.0±0.1	виварий, ИЭРиЖ
<i>CBA</i>	50	9.3±0.2	виварий, ИЭРиЖ
<i>C57Bl/6</i>	47	7.8±0.2	виварий, ИЭРиЖ
<i>BC</i>	61	8.2±0.2	виварий, ИЭРиЖ
<i>аутбредные мыши</i>	60	7.5±0.3	виварий, ИЭРиЖ
<i>крысы Вистар</i>	65	8.8±0.1	виварий, ИЭРиЖ

Примечание: * обозначены виды, ЛД_{50/30} для которых определена впервые.

У более крупных грызунов значения ЛД_{50/30} меньше. Грызуны сухих биотопов имеют более высокие значения ЛД_{50/30}, чем виды влажных биотопов. Это может быть связано с большей ролью перекрестных адаптации у обитателей

аридных районов. $LD_{50/30}$ существенно зависят от типа питания и меньше у видов, в рационе которых больше белковых кормов.

Глава 4. Особенности реакции системы гемопоэза у грызунов разной экологической специализации

В главе представлены результаты сравнительного анализа реакции системы гемопоэза (как одной из наиболее радиочувствительных систем) на облучение в равноэффективных дозах ($LD_{50/30}$) у экологически разных видов (рыжая полевка, серебристая полевка, хомячок Кэмпбелла, полуденная песчанка). Проиллюстрировано разнообразие ответов системы гемопоэза у грызунов на видовом и внутривидовом уровнях. Выявлено интересное явление несоответствия между разнообразием видов, оцениваемым по средней полулетальной дозе и показателям кроветворения.

Глава 5. Радиорезистентность как критерий видовой самостоятельности близкородственных форм (на примере хомячков рода *Phodopus*)

Радиочувствительность палеарктических мохноногих хомячков не была изучена. Мнения о видовой самостоятельности джунгарского хомячка и хомячка Кэмпбелла расходятся. Одни авторы считают их самостоятельными видами, другие рассматривают джунгарского хомячка как номинальную форму, а хомячка Кэмпбелла - как его подвид. По мнению Н.Н.Воронцова и др. (1967), "наличие дифференциации между аллопатрическими и географически разобщенными популяциями *Phodopus s. sungorus* и *Phodopus s. campbelli* является свидетельством далеко зашедшей дивергенции".

Облучением воспользовались как приемом определения межвидовых дистанций по радиобиологическим характеристикам ($LD_{50/30}$, средней продолжительности жизни, динамике массы тела). Сравнивали радиорезистентность джунгарского хомячка (*Ph. sungorus Pallas, 1773*), хомячка Роборовского (*Ph. roborovskii Satunin, 1903*) и хомячка Кэмпбелла (*Ph. campbelli Thomas, 1905*).

Зависимость смертности животных от дозы острого тотального гамма-облучения отражена на рис. 1. Видно, что джунгарские хомячки наиболее радиорезистентны, хомячки Роборовского - наиболее радиочувствительны, а хомячки Кэмпбелла заняли промежуточное положение (различия по $LD_{50/30}$ статистически достоверны во всех сочетаниях, $p \leq 0,05$). По радиобиологическим признакам (доле выживших зверьков, $LD_{50/30}$, ее коэффициенту вариации средней продолжительности жизни) хомячки Роборовского и Кэмпбелла более схожи между собой, нежели любая из этих

форм и джунгарские хомячки. Это заметно также по изменению массы тела выживших животных. Темп ее восстановления у хомячков Роборовского и Кэмпбелла был одинаковым, а у джунгарских - более быстрым. Отмечены существенные возрастные различия в постлучевой динамике массы тела у джунгарских хомячков, которые оказались больше видовых.

Результаты кластерного анализа (методом средней связи) по 6

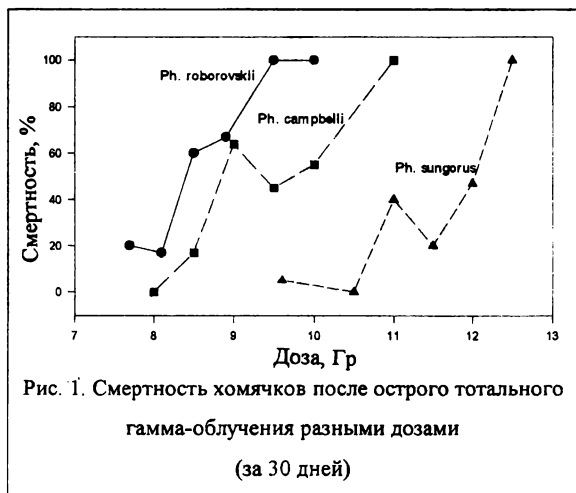


Рис. 1. Смертность хомячков после острого тотального гамма-облучения разными дозами (за 30 дней)

радиобиологическим признакам показали, что хомячки Кэмпбелла и Роборовского попадают в один кластер, в то время как джунгарский хомячок значительно удален от этой пары (рис. 2).

Радиорезистентность хомячков сопоставили с эколого-физиологическими характеристиками изучаемых форм. У более аридной

формы (хомячка Роборовского) она достоверно меньше, чем у хомячка Кэмпбелла

(8.9 Гр и 9.6 Гр, соответственно).

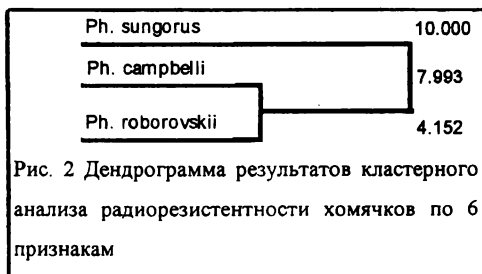


Рис. 2 Дендрограмма результатов кластерного анализа радиорезистентности хомячков по 6 признакам

Вероятно, более высокий уровень общего метаболизма хомячка Роборовского, чем хомячка Кэмпбелла (Соколов, Мещерский, 1990), является одной из причин его большей радиочувствительности. В основе этого может лежать одна из

радиобиологических закономерностей влияние кислородного эффекта на толерантность к облучению (Бак, Александер, 1971). Обсуждается связь между типом питания и ареалом джунгарского хомячка с его более высокой радиорезистентностью. Тип питания, ареал джунгарского хомячка, комплекс его эколого-физиологических адаптаций (Мещерский, 1992) и более высокая экологическая пластичность тоже могут

быть связаны с его большей радиорезистентностью (11.9 Гр). Эти радиобиологические данные, как и сведения о более сложном кариотипе джунгарских хомячков (Naaf et al., 1987), свидетельствуют в пользу взглядов о видовой самостоятельности его и хомячка Кэмпбелла. Таким образом, радиобиологическая специфичность мохноногих хомячков, показывает пригодность определений радиорезистентности в качестве дополнительного метода изучения дистанций и видовой самостоятельности форм неясного таксономического статуса.

Глава 6. Радиорезистентность внутривидовых группировок рыжих полевки (*Clethrionomys glareolus*, Schreb.)

На рыжих полевках из природной популяции изучали радиобиологическую специфику внутривидовых группировок. За основу их выделения приняли единство особей в группах, соответствующее двум типам онтогенеза. Известны физиологические функциональные группировки (ФФГ), каждую из которых составляют особи из нескольких смежных когорт, связанные функциональным единством в воспроизводстве популяции (Оленев, 1989): Первый путь онтогенетического развития (3 ФФГ): сеголетки размножаются в год рождения, быстро стареют, живут 3-5 мес. Их функция - наращивание численности популяции.

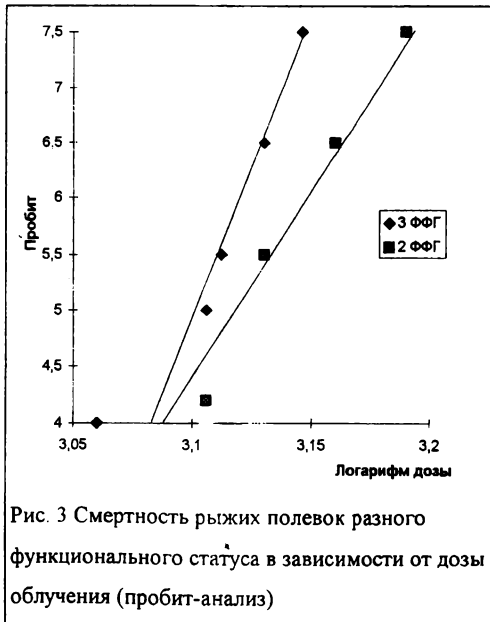


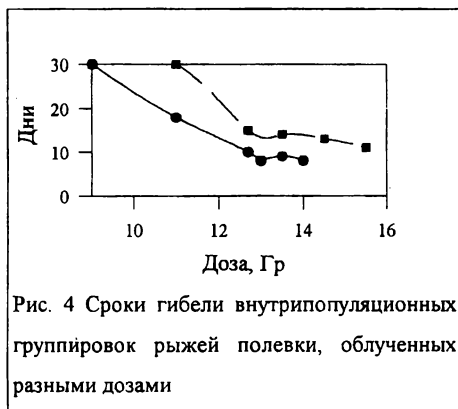
Рис. 3 Смертность рыжих полевков разного функционального статуса в зависимости от дозы облучения (пробит-анализ)

Характерен высокий уровень метаболизма. Второй путь (2 ФФГ): сеголетки не размножаются в год рождения, стареют почти в два раза медленнее, чем полевки 3 ФФГ (Оленев и др., 1983), живут 13-14 мес. Служат резервом популяции, начиная весной цикл ее обновления. Имеют низкий уровень метаболизма.

Опыты ставили в весенне-летний период на полевках 3 ФФГ, осенью - на полевках 2 ФФГ. Определяли также ЛД_{50/30}

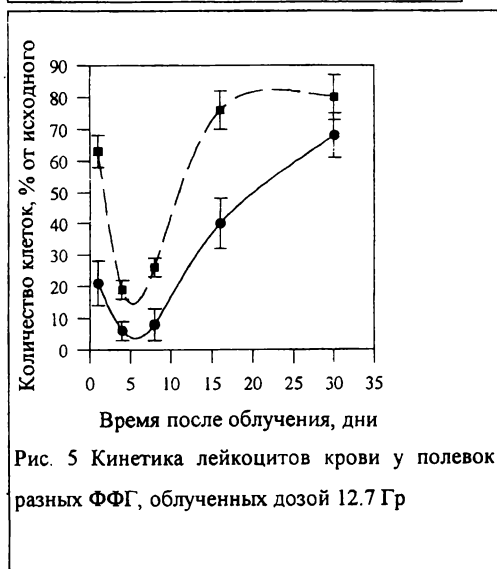
для полевки виварной колонии (на примере 2 ФФГ) по общей схеме. Использовано 370 животных.

Установили, что животные 2 ФФГ достоверно более радиорезистентны ($LD_{50/30} = 13.2 \pm 0.1$ Гр), чем полевки 3 ФФГ ($LD_{50/30} = 12.7 \pm 0.2$ Гр, $p \leq 0,05$) (рис.3) (Григоркина, Оленев, 1987). Сравнение $LD_{50/30}$ полевки 2 ФФГ из природной популяции и лабораторной колонии не выявило достоверных различий (13.2 ± 0.1 Гр и 13.1 ± 0.1 Гр, соответственно). Возможно, это объясняется отсутствием в рационе питания рыжих



полевки компонентов с выраженным радиопрофилактическим действием.

Смертность размножающихся сеголеток при дозе 12.7 Гр в 3 раза больше, чем у неразмножающихся сеголеток (53.7% и 17.6%, соответственно). Эти группировки различаются по средней продолжительности жизни после облучения, клинической картине при этой дозе и срокам гибели



животных при разных дозах (рис.4). Изучение реакции гемопозитической системы позволило прояснить суть различий между ФФГ. Оказалось, что у полевки 2 ФФГ количество лейкоцитов крови и клеток костного мозга восстанавливается значительно быстрее (рис. 5). Вероятно, большая устойчивость к облучению животных 2 ФФГ объясняется низким уровнем метаболизма и снижением энергозатрат. Можно полагать, что различия в радиорезистентности между

функциональными группировками могут влиять на соотношение размножающейся и неразмножающейся частей популяции и в итоге на ее численность. Обращает на себя внимание независимость характеристик радиорезистентности неразмножающихся сеголеток от фаз динамики численности. Например, в 1986 г. (98 особей/100 л.с.) (Оленев, Колчева, 1987) и в 1996 г. (21 особь/100 л.с.) смертность полевков 2 ФФГ при средней полулетальной дозе оказалась практически одинаковой (47.1% и 50.0%, соответственно). Эти данные свидетельствуют об определяющей роли генотипа в радиочувствительности грызунов.

Глава 7. Модификация эффекта облучения при стрессе и оценка гетерогенности популяций грызунов

Один из показателей радиочувствительности (изменчивость распределения летальных эффектов) использовали для сравнения гетерогенности животных с различной степенью близости генотипов. Медикаментозный стресс применили как физиологическую нагрузку (контрастный фон). Метод оценки генетической гетерогенности природных популяций по количественным признакам с использованием контрастных, экстремальных фонов предложил Н.В. Глотов (1983).

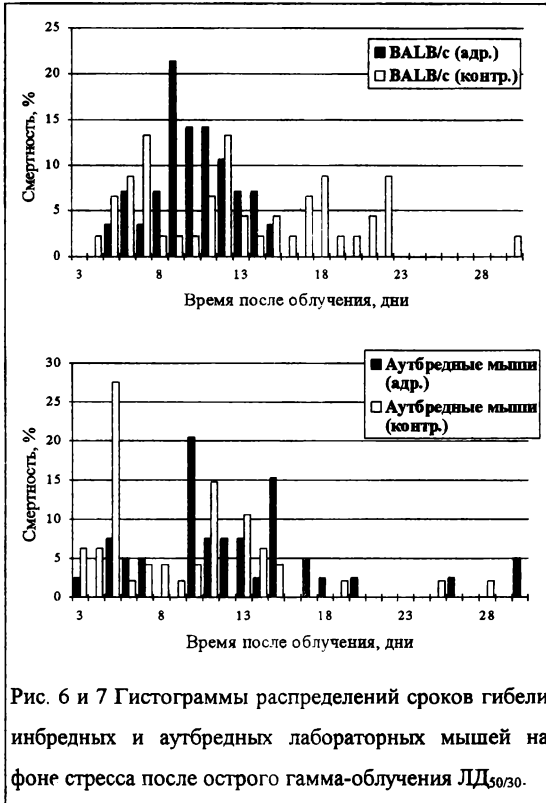
Основные посылки: 1. Радиочувствительность обусловлена генотипическими и средовыми (физиологическое состояние) факторами. 2. Линейные животные - носители идентичного генотипа (Медведев, 1968). Система свободного скрещивания обеспечивает высокую генетическую гетерогенность природных популяций животных (Яблоков, 1987). 3. Стресс - неспецифическая реакция организма в ответ на воздействия различной природы.

В опытах использовали лабораторных инбредных мышей линии BALB/c и CBA, аутбредных (беспородных) лабораторных мышей и рыжих полевков из природной популяции (всего 646 особей). Стресс вызывали ежедневными инъекциями 0,1% адреналина (0,02 мл) внутривентриально в течение 10 дней (контрольным зверькам вводили физиологический раствор), затем облучали дозой, соответствующей ЛД_{50/30} для каждой выборки. В течение 30 дней отмечали гибель животных. Результаты по срокам гибели мышей и полевков (опыт - контроль) сравнили с помощью критерия χ^2 .

Установлено, что предваряющий облучение стресс незначительно увеличил смертность мышей (на 4-6%). У полевков, напротив, она снизилась на 5% по сравнению с контролем. Стресс подтвержден достоверным увеличением индексов надпочечников

в сравнении с контролем (0.29% и 0.17%, соответственно), увеличением частоты случаев агрессивности животных.

Обнаружили однотипность постлучевой реакции у предварительно стрессированных инбредных мышей. Она выражается в статистически достоверном снижении вариабельности сроков гибели во времени (рис. 6). Это объясняется выравниванием по физиологическому состоянию особей перед облучением посредством стресса.



Ранее данное явление мы показали на фоне гипотермического стресса с последующим облучением ЛД_{50/30} (Lyubashevsky, Grigorkina, 1995). В группах предварительно стрессированных аутбредных мышей вариабельность сроков гибели увеличилась (рис. 7). Она увеличилась и у рыжих полевок. Это можно объяснить тем, что стресс сводит к минимуму обусловленные средой физиологические особенности и проявляются те особенности, которые характерны для данного генотипа.

Результаты опыта дают возможность ориентировочно оценить вклад средовой (физиологической) и генотипической составляющих в радиочувствительность и служат обоснованием метода оценки гетерогенности популяций по радиорезистентности.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально изучена радиорезистентность 25 видов и видовых форм 9 родов отряда грызунов (для 11 видов и видовых форм - впервые).

2. Изучена зависимость между радиорезистентностью и 11 экологическими факторами и биологическими характеристиками видов. Выявлены и охарактеризованы основные характеристики (размеры тела, тип питания и биотопическая приуроченность), которые на 39% обуславливают радиорезистентность грызунов.

3. Установлено, что специфика семейств на 42% детерминирует общую изменчивость радиорезистентности грызунов. Представители семейств *Sciuridae* и *Muridae* в среднем характеризуются меньшими средними $LD_{50/30}$ (6.56 Гр и 7.96 Гр), представители семейств *Cricetidae* и *Heteromyidae* - существенно более высокими средними $LD_{50/30}$ (10.13 Гр и 12.23 Гр).

4. Выявлена специфика гематологического синдрома у грызунов с различным образом жизни. Показано несоответствие между разнообразием видов, оцениваемых по $LD_{50/30}$ и показателям кроветворения. Оно указывает на возможность неодинаковой межвидовой дифференциации механизмов радиорезистентности грызунов.

5. Незначительное влияние стресса на смертность грызунов при достоверной модификации сроков гибели и одинаковая летальность рыжих полевок на разных фазах динамики численности свидетельствуют об определяющей роли генотипа в радиочувствительности млекопитающих.

6. Оценки радиорезистентности можно использовать при изучении биоразнообразия на разных уровнях - внутривидовом и межвидовом:

- Показано, что общее повреждающее воздействие радиации на природную популяцию рыжих полевок определяется различиями в чувствительности к нему внутривидовых функциональных группировок. В связи с этим представляется уместным применение функционального подхода в практике радиоэкологических исследований.

- Установлено, что стресс перед облучением позволяет выявить особенность реакций линейных мышей (низкая гетерогенность) по сравнению с реакциями беспородных мышей и рыжих полевок (высокая гетерогенность). Сокращение или увеличение периода постлучевой гибели во времени на фоне стресса может служить тестом на степень генотипической разнородности особей облученной выборки.

- Изучение радиобиологических дистанций между хомячками рода *Phodopus* подтверждает точку зрения о видовой обособленности джунгарского хомячка и хомячка Кэмпбелла. Таким образом, изучение радиорезистентности - хороший

дополнительный метод для решения таксономических и сравнительно-экологических задач.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Григоркина Е.Б., Оленев Г.В. Особенности некоторых механизмов радиорезистентности внутривидовых группировок грызунов // Экологические механизмы преобразования популяций животных при антропогенных воздействиях. Свердловск, 1987. С. 22-23.

2. Григоркина Е.Б., Вигоров Ю.Л., Тарахтий Э.А. Радиорезистентность пасюков острова Итуруп // Вопросы динамики популяций млекопитающих. Свердловск, 1988. С. 18-21.

3. Григоркина Е.Б., Вигоров Ю.Л. О связи терморегуляции с видовой радиорезистентностью грызунов // Экологическая энергетика животных. Пушино, 1988. С. 53-54.

4. Григоркина Е.Б. Об экологических соответствиях радиостойчивости песчанок // Песчанки - важнейшие грызуны аридной зоны СССР. Ташкент, 1989. С. 80-81.

5. Григоркина Е.Б., Оленев Г.В. Функциональное состояние животных - дополнительный критерий оценки поражающего действия радиации // Респ. науч.-практ. конф. по радиобиологии и радиозоологии. Минск, 1990. С. 53.

6. Григоркина Е.Б. Сравнительная радиорезистентность и физиолого-экологические признаки видов грызунов // Физиологические механизмы адаптации человека и животных. Свердловск, 1990, С. 159-160.

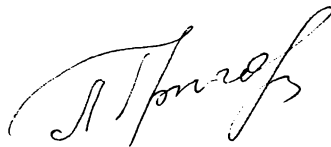
7. Григоркина Е.Б. К вопросу об использовании иммунологических показателей для прогноза радиочувствительности мелких млекопитающих // Механизмы адаптации животных и растений к экстремальным факторам среды. Ростов-на-Дону, 1990. Т.2. С. 62-63.

8. Григоркина Е.Б. О связи радиорезистентности с экологическим своеобразием мелких грызунов // Стресс. адаптации и дисфункции. Кишинев, 1991. С. 27.

9. Стариченко В.И., Григоркина Е.Б. Индивидуальная изменчивость радиочувствительности и скелетного метаболизма радионуклидов // Очерки по экологической диагностике. Свердловск, УрО АН СССР, 1991. С. 17-21.

10. Стариченко В.И., Григоркина Е.Б. Индивидуальная изменчивость реакций на ионизирующее излучение // Индивидуальная изменчивость метаболизма остеотропных токсических веществ. Екатеринбург, Наука. 1993. С. 116-126.

11. Grigorkina E.B. Variability of Reactions to Ionizing Radiation in Genus *Marmota* // 2nd Int. Conf. on Marmots. AUSSOIS (France), 1994. P. 82-83.
12. Lyubashevsky N.M., Grigorkina E.B. Experimental investigation of combined action of stress and ionizing radiation // 2nd Int. Conf. "Radiobiological consequences of nuclear accidents. Moscow, 1994. Part 1. P. 145.
13. Lyubashevsky N.M., Grigorkina E.B. Stress and Radioresistance (Genetic Aspects) // Radiation Protection Dosimetry. Nuclear Technology Publishing. 1995. V. 62. No. 1/2. P. 27-30.
14. Grigorkina E., Olenev G. Functional Approach to the Study of Animals Populations (Rodents - Adaptations to Harmful Factors) // IRPA 9/ Int. Cong. on Radiation Protection/ Proceedings. Vienna Austria, 1996. V. 4. P. 124-126.
15. Grigorkina E.B., Vigorov Yu.L. Radioresistance among Rodents of the Subfamily Marmotinae // Biodiversity in Marmots, Publication of the International Marmot Network. Moscow, Lyon. 1996. P. 237-238.
16. Григоркина Е.Б., Любашевский Н.М. К вопросу о радиорезистентности грызунов, обитающих на загрязненных территориях Урала, в связи с проблемой радиоадаптации // IV Междунар. симп. "Урал атомный, Урал промышленный". Екатеринбург, 1996. С. 18-21.
17. Оленев Г.В., Григоркина Е.Б. Функциональная структурированность популяций мелких млекопитающих (радиобиологический аспект) // Экология. 1998. № 6. С. 1-6.



Подписано в печать 14.09.98 г.	Бумага финская	Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. - 1,0.	Заказ № 5723	Тираж 100 экз.

ТОО "ИРА УТК"
620219, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 42