

ОТЗЫВ

Официального оппонента о диссертации Минкеновой Кырмызы Сериковны на тему: «Цитогенетические эффекты в популяциях *Koeleria gracillis* Pers. и *Stipa capillata* L. с площадки семипалатинского полигона, где испытывали боевые радиоактивные вещества», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.1. Радиобиология

Актуальность темы.

В настоящее время в промышленности все более широкое применение находят ядерные технологии. После некоторого замедления строительства новых атомных электрических станций во многих странах планируется или уже проводится строительство новых атомных энергоблоков, ведется разработка новых ядерных технологий, в том числе технологий получения новых видов топлива, усовершенствование технологий атомной энергетики. Кроме этого возрастают риски применения ядерного оружия, риски разрушения атомных электростанций во время военных действий и применения «грязных» радиоактивных бомб. Все это делает важным и актуальным изучение последствий радиоактивного загрязнения окружающей среды для состояния природных экосистем. И несмотря на то, что к настоящему времени накоплен значительный объем информации о влиянии радиационного воздействия на биологические экосистемы, закономерности реализации радиационно-индуцированных эффектов на разных уровнях организации биологических систем, начиная от первичных субклеточных мишеней (молекула ДНК), остается все еще далеким от полного понимания. Поэтому изучение биологических эффектов радиационного воздействия в природных экосистемах через длительное время после радиоактивного загрязнения, особенно на уровне принципиальных биологических мишеней - ДНК, является очень важной и актуальной задачей современной радиобиологии.

Настоящая работа направлена на изучение цитогенетических эффектов у растений (в популяциях тонконога тонкого и ковыля волосовидного) через 60 лет после радиоактивного загрязнения экосистем степей в результате испытаний

боевых радиоактивных веществ на Семипалатинском полигоне.

Научная новизна.

Впервые получены новые знания об уровне цитогенетических повреждений в природных популяциях дикорастущих растений степных экосистем через 60 лет после радиоактивного загрязнения в результате испытания боевых радиоактивных веществ.

На основе оценки радиоактивного загрязнения почвы и содержания радионуклидов в растениях рассчитаны дозы и установлена форма зависимости частоты цитогенетических эффектов от уровня радиационного воздействия.

Теоретическая значимость работы.

Для дикорастущих растений, обитающих на радиоактивно-загрязненных территориях в течение 60 лет, показано, что зависимость частоты цитогенетических нарушений от дозы носит нелинейный и пороговый характер. Установлено, что имеется порог радиационного воздействия, превышение которого вызывает повышение частоты хромосомных аберраций в клетках меристемы проростков семян.

Практическая значимость работы.

Полученные результаты вносят существенный вклад в научное обоснование радиационной безопасности для природных экосистем. Исследованные виды злаковых растений могут быть использованы в качестве видов - индикаторов при проведении радиоэкологического мониторинга окружающей среды.

Степень достоверности и апробация результатов.

Достоверность результатов определяется аккуратной и грамотной постановкой научных задач, получением большого объема экспериментального материала, применением современных и адекватных методов определения содержания радионуклидов в пробах, выполненных в аккредитованных лабораториях, использованием стандартных и специально разработанных методических приемов, грамотным применением статистических методов анализа.

Результаты диссертационной работы прошли широкую апробацию на многочисленных конференциях различного уровня и научных семинарах.

По теме диссертационного исследования опубликовано 17 работ, из них 5 статей в журналах, индексируемых в системе Scopus, в том числе, в журналах, рекомендованных для публикации материалов докторских и кандидатских диссертаций.

Диссертационная работа изложена на 136 страницах машинописного текста, содержит 13 таблиц, иллюстрирована 11 рисунками и состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, результатов исследования, обсуждения, заключения, выводов, 4-х приложений, списка литературы, включающего 178 литературных источников, из которых 134 отечественных и 44 иностранных.

Во введении дано обоснование актуальности темы исследования, степень разработанности темы, определены цель и задачи работы. Указаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту, предмет и объект исследования, методология и методы исследования, соответствие диссертации паспорту научной специальности, степень достоверности результатов, личный вклад диссертанта в работу. Приведены конференции и семинары на которых была проведена апробация диссертационного исследования. Указана связь темы диссертации с плановой тематикой научно - исследовательских работ. Приведены данные о структуре и объеме диссертации.

Обзор литературы включает в себя 2 раздела. В первом проведен анализ научной литературы, касающийся рассмотрения радиобиологических эффектов у растений на разных уровнях биологической организации. В этом разделе приведены сведения о радиобиологических эффектах на молекулярном, клеточном, организменном, надорганизменном уровнях. Проведен анализ информации, полученной в лабораторных экспериментах с растениями, описаны общие и специфические реакции растений на острое и хроническое облучение на разных уровнях биологической организации - от молекулярно-клеточного до надорганизменного. Отмечено, что результаты полевых радиобиологических исследований показывают, что организмы в их естественной среде обитания более чувствительны к радиационному воздействию, чем в лабораторных условиях.

Во втором разделе проведен анализ радиобиологических эффектов в популяциях растений, населяющих загрязненные радионуклидами территории. Проанализированы радиобиологические эффекты в популяциях растений с территорий, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС, произрастающих на Восточно-Уральском радиоактивном следе и на территории Семипалатинского испытательного полигона. Указано, что на радиоактивно загрязненных территориях образовались уникальные экосистемы, которые развиваются в условиях хронического облучения. Радиоэкологические последствия крупных радиационных аварий и испытаний ядерного оружия до сих пор остаются предметом острых дискуссий в научной литературе.

Таким образом обзор литературы дает достаточный анализ имеющихся научных сведений о влиянии хронического радиационного воздействия на растения, формулирует научную проблему и обосновывает актуальность диссертационного исследования.

В главе 2 приведены материалы и методы исследования. Этот раздел диссертации содержит сведения о характеристике места проведения исследования, об объектах исследования, организации полевых работ, отборе проб растений, об организации аналитических работ, определении содержания радионуклидов и тяжелых металлов в растениях, о расчете поглощенной дозы, анализе цитогенетических эффектов и статистическом анализе экспериментальных данных.

Глава 3 представляет собой описание результатов исследования.

В разделе 3.1 приведены результаты оценки удельной активности радионуклидов в растениях. Показано, что основным загрязняющим радионуклидом является ^{90}Sr , удельная активность которого в растениях на 4-5 порядков превышала удельную активность других радионуклидов.

В разделе 3.2 приведено описание содержания тяжелых металлов в растениях. Содержание тяжелых металлов в пробах растений, отобранных на площадке 4А не превышало среднюю концентрацию элементов в золе растительности суши, что исключает возможность токсического воздействия тяжелых металлов на исследуемые растения.

В разделе 3.3 приведены результаты расчета доз на растения за вегетационный сезон. Указано, что основным дозообразующим радионуклидом был ^{90}Sr , который вносил основной вклад в радиационное воздействие на растения за счет внутреннего облучения.

В разделе 3.4 изложены результаты оценки цитогенетических эффектов в популяциях растений тонконога тонкого и ковыля волосовидного. Здесь с применением кусочно-линейной модели проведена оценка зависимости частоты цитогенетических нарушений от дозы радиационного воздействия. Показано, что зависимость цитогенетических показателей от дозы является нелинейной, имеет два участка, в пределах которых скорость изменения частоты цитогенетических нарушений принципиально отличается. В разделе приведены параметры оценки линейных моделей на этих двух участках зависимости и параметры оценки точки перегиба дозовой зависимости с определением 95% доверительного интервала этого показателя. Этот показатель диссертант интерпретировал как пороговое значение дозы, превышение которого приводит к повышению частоты хромосомных aberrаций по отношению к фоновому уровню. Кроме этого, в разделе 3.4 проведен анализ частоты aberrаций разного типа в спектре цитогенетических нарушений, зарегистрированных при проведении цитогенетических исследований в клетках меристемы проростков семян растений, отобранных на исследуемых участках.

В главе 4 «Обсуждение» диссертант приводит обобщение полученных результатов и сопоставление их с имеющими в литературе данными по исследуемой проблеме.

В разделе 4.1 «Удельная активность радионуклидов в растениях» автор отмечает, что высокое содержание в растениях ^{90}Sr , однородность участков по почвенно - климатическим условиям и содержанию тяжелых металлов дает основание утверждать, что наблюдаемые в популяциях растений цитогенетические эффекты являются следствием радиационного воздействия.

В разделе 4.2 «Дозовые нагрузки на растения» автор сравнивает полученные результаты расчета доз для растений с уровнями облучения биоты,

рекомендуемыми различными международными организациями и научными группами для ограничения радиационного воздействия. Автор отмечает, что мощности поглощенной дозы на растения, произрастающих на наиболее загрязнённых точках площадки «4 А» спустя 65 лет после испытания боевых радиоактивных веществ, превышают значения радиационного воздействия, определенные как безопасные, более чем в 10 раз и говорит о том, что расчетные значения поглощенных растениями доз на экспериментальных участках свидетельствуют о наличии выраженных радиобиологических эффектов в исследуемых популяциях растений.

В разделе 4.3. приведен сравнительный анализ цитогенетических эффектов в популяциях тонконога тонкого и ковыля волосовидного. Проведено обсуждение механизмов действия малых и больших доз ионизирующего излучения.

В заключении дано краткое обобщение полученных результатов, проведена оценка полноты решения поставленных задач, даны рекомендации по использованию результатов исследования, проведена оценка научного уровня выполненной работы.

Выводы соответствуют поставленным задачам, сформулированы четко, ясно.

Положения, выносимые на защиту, в полной мере обоснованы, для каждого из них в диссертационном исследовании имеется убедительный и исчерпывающий доказательный материал.

В диссертации имеется приложения: в приложении А приведены данные об удельной активности радионуклидов в тонконоге тонком на 100 точках отбора проб и данные об удельной активности радионуклидов в ковыле волосовидном на 63 точках отбора проб; в приложении Б представлены данные о содержании тяжелых металлов в тонконоге тонком в 34 пробах и в 30 пробах ковыля волосовидного; приложение В содержит материалы о дозах поглощенной дозы за сезон для 100 образцов тонконога тонкого и 63 образцов ковыля волосовидного; В приложении Г приведены первичны данные цитогенетического анализа всех образцов исследуемых видов растений.

Список использованных источников оформлен в алфавитном порядке в

соответствии с ГОСТом.

Содержание автореферата соответствует основным положениям и выводам диссертации.

Диссертационное исследование выполнено на высоком научном и методологическом уровне. Проведение масштабных полевых и лабораторных исследований позволило получить уникальный набор данных и ценные научные результаты о влиянии хронического радиационного воздействия на цитогенетические показатели в популяциях растений радиоактивно-загрязненных степных экосистем.

Замечания.

1. В тексте диссертации, когда приводятся единицы измерений удельной активности Бк/кг не всегда ясно на какую (сухую или сырую) массу пробы или массу золы проведен расчет.
2. В обсуждении при проведении сравнения радиочувствительности тонконога тонкого и ковыля волосовидного имеются неточности при сравнении углов наклона линий регрессии справа от точки перегиба.

Вопросы.

1. Каким был период между отбором проб и началом экспериментов с прорастанием семян для оценки частоты клеток с хромосомными абберациями? Как до этого момента хранили семена?
2. Различалось ли содержание радионуклидов в семенах растений и стеблях с листьями?
3. Проводился ли сравнительный анализ эффективности кусочно-линейной и линейно-квадратичной моделей для описания полученных экспериментальных данных?

Заключение.

Таким образом, диссертационная работа Минкеновой Кырмызы Сериковны на тему: «Цитогенетические эффекты в популяциях *Koeleria gracillis* Pers. и *Stipa capillata* L. с площадки семиналатинского полигона, где испытывали боевые

радиоактивные вещества», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.1. Радиобиология, выполнена на высоком научном уровне, является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи по оценке закономерностей радиационно-индуцированных цитогенетических нарушений в популяциях растений радиоактивно-загрязненных степных экосистем, имеющей несомненную значимость в радиобиологии. Диссертация работа Минкеновой К.С. удовлетворяет всем требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения научных степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.1. Радиобиология.

Официальный оппонент:

Заведующий экспериментальным отделом

ФГБУН УНПЦ РМ ФМБА России,

Д.Б.Н., профессор

25.12.2023

Е.А. Пряхин

Сведения об оппоненте:

Пряхин Евгений Александрович

Заведующий экспериментальным отделом Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Уральский научно-практический центр радиационной медицины Федерального медико-биологического агентства", доктор биологических наук, профессор.

454141, г. Челябинск, ул. Воровского 68-А.

Тел. +7 351 2327925

e-mail: pryakhin@urcrm.ru; pryakhin@yandex.ru

Подпись Пряхина Е.А. заверяю:

Ученый секретарь

ФГБУН УНПЦ РМ ФМБА России, к.б.н.

25.12.2023

Большакова С.А.

