

## ОТЗЫВ

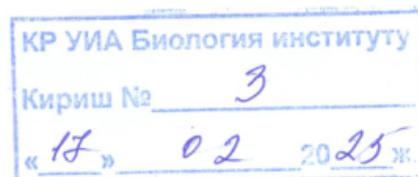
официального оппонента доктора биологических наук, профессора Ященко Романа Васильевича по диссертации Осмонбаевой Кымбаткуль Бейшеновны на тему: «Изменение климата и концентрация пыльцы растений и спор грибов в воздухе», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08 – экология

**1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами.** Состояние здоровья и благополучие человека напрямую связаны с последствиями глобального изменения климата. Население должно знать, как можно лучше адаптироваться к последствиям изменения климата, как защитить себя в этих условиях. Сейчас люди заинтересованы в получении такой информации. Климатическая изменчивость, урбанизация, индустриализация и выбросы загрязняющих веществ будут сильно влиять на рост числа заболеваемости населения в будущем. Поэтому мониторинг пыльцы растений и спор грибов имеет решающее значение в контексте антропогенных изменений, влияющих на физиологию и спектр этих частиц в воздухе. В мировом сообществе существуют сети биологического мониторинга качества воздуха с изучением концентрации пыльцы растений и спор грибов в воздухе. В то же время, взаимодействия между концентрацией пыльцы, метеорологическими переменными и загрязнителями воздуха в меняющемся климате недостаточно изучены. Актуальность избранной диссертантом темы довольно высока. Она обусловлена необходимостью организации и проведения комплексных медико-биологических и мониторинговых исследований биополлютантов воздуха в странах Центральной Азии. Работа выполнялась в рамках научной грантовой программы Института исследования горных сообществ Университета Центральной Азии для исследователей Центральной Азии и Афганистана по направлению «Изменения окружающей среды и управление природными ресурсами, включая проблемы, связанные с деградацией земель, изменением климата, потерей биоразнообразия и природными угрозами» в 2013-2016 гг. Материалы диссертации входили как разделы в госбюджетные темы Министерства образования и науки Кыргызской Республики в 2018-2023 гг. Отдельные результаты работы представлены в научно-исследовательской теме Тянь-Шанского высокогорного научного центра Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР в 2016-2020 гг.

**2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям с учетом тенденций развития науки и техники, конкретное личное участие автора в полученных результатах.**

**Результат 1.** Проведена сравнительная оценка работы волюметрическим и гравиметрическим методами. Впервые в странах Центральной Азии применен пыльцеуловитель Ланзони и обозначены его преимущества, а также отмечены преимущества использования пыльцы растений как биоиндикатора состояния окружающей среды.

**Результат 2.** Идентифицированы и описаны: аллергенные виды растений - пыльца лиственных и хвойных деревьев, сорных и злаковых растений; аллергенные виды спор грибов и фитопатогены ряда возделываемых культур. Установлено, что в воздухе г. Каракол присутствовала пыльца 35 таксонов растений: 20 таксонов древесно-кустарниковых растений (5 таксонов класса хвойных (Pinopsida)), 15 таксонов трав; 7 таксонов растений доминировали: полынь (*Artemisia* sp.), маревые (Chenopodiaceae), злаковые (Poaceae), коноплевые (Cannabiaceae), астровые (Asteraceae), сосна (*Pinus* sp.), кипарисовые (Cupressaceae), ель (*Picea* sp.). В воздухе г. Каракол из 24 видов грибов (8 классов, 18 семейств, 3 отделов (Ascomycota - 17, Basidiomycota - 6, Oomycota - 1)), в значительных количествах выпали главные аллергены - тандем спор *Alternaria* и *Cladosporium*.



**Результат 3.** Установлено, что температура воздуха оказывает большее влияние на концентрацию пыльцы и начало пыльцевого сезона, и на циркуляцию спор грибов в воздухе. При наивысших температурах в 28,3°-30,1° С в г. Каракол отмечены самые высокие концентрации пыльцы полыни (61% - 72% всей пыльцы полыни за сезоны); при температурах 23,5°-30,1° С выпало 53% - 69% пыльцы злаков за сезоны; при температурах 25,2°-33,4° С выпало 46% всей пыльцы маревых за сезон; при температурах 28,3°- 30,1° С выпало 71% - 94% всей пыльцы конопли за сезоны. Спор грибов выпало в июне-августе 60-76%. Корреляция с температурой была положительной, в то время как связь с осадками и относительной влажностью воздуха была отрицательной. При наличии осадков происходило значительное вымывание пыльцы, и в воздухе снижалось содержание аллергенов.

**Результат 4.** Выявлено, что процесс расширения посевных площадей в Иссык-Кульской области Кыргызской Республики повлиял на аэробιοлогический спектр воздуха населенных пунктов. В воздухе увеличивается количество пыльцы Poaceae. Установлены высокие концентрации грибов, включающих 24 таксона. Разработан дихотомический определитель воздушных спор.

**Результат 5.** Впервые разработана актуальная концепция: «Аэроаллергены как индикаторы антропогенной триады: изменения климата, системы землепользования и загрязнения окружающей среды». Выполнен анализ влияния изменения климата, системы землепользования и загрязнений среды обитания человека на пыльцу растений и споры грибов.

**Результат 6.** Впервые дана экологическая оценка современного состояния зеленых насаждений г. Каракол, подобран ассортимент древесно-кустарниковых растений (ценных декоративных форм) для улучшения состояния озеленения города, для разработки эффективных профилактических мероприятий по снижению концентрации аллергенной пыльцы в воздухе. Выявлено неудовлетворительное состояние древесно-кустарниковой растительности: содержание в воздухе пыльцы всего 20 таксонов древесно-кустарниковых растений, из которых 6 таксонов, относящихся к классу хвойных (Pinopsida) (пыльца хвойных - 65-75%, пыльца лиственных деревьев - 25-35%). Структура посадок и физиологическое состояние растений не способны выполнять микроклиматические и оздоровительные функции.

**Личное участие автора** заключалось в том, что все разделы диссертации выполнены лично автором и являются достоверными и обоснованными научными данными по пыльце растений и спорам грибов, содержащихся в воздухе; количественному определению и идентификации в поле зрения микроскопа; таксономической и статистической обработке материала с дальнейшим анализом; изучению влияния метеорологических параметров на концентрацию пыльцы растений и спор грибов в воздухе; анализу материалов по землепользованию; экологической оценке современного состояния зеленых насаждений г. Каракол.

**3. Степень обоснованности и достоверности каждого результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации.** Автором на достаточно высоком научном уровне используются различные подходы и методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций, изучаются и критически анализируются известные достижения и теоретические положения других авторов по исследуемой теме. Список использованной литературы содержит 426 наименований.

**Результат 1.** Прделан анализ основных эффектов влияния изменения климата, системы землепользования и загрязнения окружающей среды на аэропланктон (компонентов микрофлоры воздуха). Фактически подтверждено, что изменение климата связано с увеличением продолжительности пыльцевых сезонов, увеличением производства пыльцы, изменением типов пыльцы, наблюдаемых в конкретном месте, и увеличением

аллергенности пыльцы. Здесь пыльца и споры являются триггерными факторами. Спектр аэроаллергенов также связан не только с изменением климата и загрязнением окружающей среды, но и степенью влияния изменения землепользования на количественный и таксономический состав пыльцы растений и спор грибов в воздухе.

**Результат 2.** Методы исследования, использованные в работе, являются стандартными, поэтому полученные результаты сопоставимы с аналогичными работами во всем мире. Поэтому использование в работе сертифицированного аппарата, применяемого во всем мире, улучшило достоверность аэриобиологических исследований. Пыльцеуловитель Ланзони, который сконструирован для определения концентрации пыльцевых зерен и спор как функции времени, позволил получить надежный фактический материал для дальнейшего анализа проблемы. Выявление сезонной динамики пыления и оценка жизнеспособности ели тьянь-шанской в период цветения, исследование жизнеспособности пыльцы злаков при подборе рекомендаций для биологической рекультивации хвостохранилища, показали, что пыльцевой анализ имеет большое значение в экологическом мониторинге окружающей среды.

**Результат 3.** Достоверно установлено, что в пыльцевом спектре прослеживается четкая тенденция к увеличению доли сорных растений (злаки, полынь, маревые и конопля), имеющих высокую аллергенную активность при растущей урбанизации и изменениям в методах ведения сельского хозяйства. Таксономическое разнообразие пыльцы растений (пыльца сорных трав, деревьев) и спор грибов (с мировыми аллергенами - *Alternaria* и *Cladosporium*) г. Каракол, с максимальной концентрацией в летне-осенний период, является большой нагрузкой для населения. Показано, что по количеству в г. Каракол преобладает пыльца хвойных - 65-75%, количество пыльцы лиственных деревьев варьировало в пределах 25-35%.

**Результат 4.** Детально описан состав спор грибов воздуха во всех главах работы. Выявлен таксономический состав 24 вида из 8 классов, 18 семейств, 3 отделов (*Ascomycota* - 17, *Basidiomycota* - 6, *Oomycota* - 1) из 630 проб атмосферного воздуха: последовательность и сроки присутствия таксонов спор с учетом максимальных суточных значений и суммарных количеств (а также неопределенных таксонов). Во все годы исследования в г. Каракол количество спор грибов превалировало над количеством пыльцы растений: в 2015 г. 54,4% спор грибов над 45,6% пыльцы растений, в 2016 г. соответственно 51,9% над 48,1%, в 2017 г. 64,7% над 35,3%. Показана зависимость концентрации спор грибов от температуры и осадков. Преимущественное большинство грибов идентифицированных таксонов - фитопатогены.

**Результат 5.** Доказано, что виды землепользования и изменения в землепользовании существенно влияют на количественный и качественный состав пыльцы растений и спор грибов в воздухе населенных пунктов. Преобладала пыльца *Roaseae* в аэриобиологическом спектре исследуемого района, поэтому пастбища и поля с зерновыми культурами являются особенно значимыми источниками спор *Alternaria*, *Cladosporium*, *Ericossum*, *Helminthosporium*. Высокие уровни спор ржавчинных и головневых грибов являются результатом заражения ими зерновых культур. Видимо с этим связана идентификация в спектре спор грибов: *Tilletia*, *Sorosporium*, *Puccinia*, *Curvularia*, *Pyrenophora*, *Urocystis*, *Didymella*, *Diplodia*, *Piricularia*. Ведущим семейством по числу заражаемых видов являются злаки, и в связи с эффектом «городского тепла» споры грибов в воздухе Каракола содержатся в достаточной и все возрастающей концентрации, что достоверно показано в таблицах внутри глав работы и в приложениях.

**Результат 6.** Таксономический состав пыльцевых аллергенов в воздухе и пыльца отдельных таксонов определяет частоту возникновения поллинозов. Данные аэриобиологических исследований содержат достоверные сведения о том, что пыльца ведущих аэроаллергенов - полыни, злаков, маревых - содержится в воздухе г. Каракол в значительных количествах и значительный период (до 150 дней). В г. Каракол наибольшую опасность представляет пыльца сорных трав (полыни, злаковые, маревые, коноплевые) с

максимальной концентрацией в летне-осенний период. Из вышеперечисленных видов 90% выпали на слайды ловушки в г. Каракол. Среди спор грибов – мировых аллергенов (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus* и *Penicillium*), *Alternaria* и *Cladosporium* регистрировались весь сезон в годы наблюдения и являются основным компонентом воздушной микобиоты исследуемого района.

Выводы и результаты, полученные диссертантом, обоснованы и достоверны, так как опираются на результаты анализа обширного исследовательского материала.

#### **4. Оценка новизны исследования и полученных автором результатов.**

Сопоставительный анализ научных результатов исследования с ранее известными данными показал оригинальность исследования. В работе представлены следующие новые научно-обоснованные теоретические результаты: автор впервые разработал и обосновал концепцию «Аэроаллергены как индикаторы антропогенной триады: изменения климата, системы землепользования и загрязнения окружающей среды». Описаны основные эффекты влияния изменения климата и загрязнений среды обитания человека на пыльцу растений и споры грибов; установлены последовательность и сроки присутствия таксонов пыльцы и спор с учетом их максимальных суточных значений и суммарных количеств. Идентифицированы пыльца лиственных и хвойных деревьев, сорных и злаковых растений; аллергенные виды спор грибов и фитопатогены сельхозкультур; впервые в Кыргызской Республике применен волнометрический пылеуловитель Ланзони, специально сконструированный для определения концентрации пылевых зерен и спор как функции времени. Установлено, что интенсификация землепользования существенно влияет на аэриобиологический спектр населенных пунктов, на содержание в воздухе пыльцы злаковых растений и спор грибов; проведена экологическая оценка современного состояния зеленых насаждений г. Каракол, подобран ассортимент древесно-кустарниковых растений для улучшения состояния озеленения города.

**5. Оценка значимости полученных результатов, научных выводов и рекомендаций для развития науки, постановки эксперимента и решения задач практики с предложениями по использованию.** Научные результаты, полученные в докторской диссертации, были реализованы: В Иссык-Куль-Нарынском региональном управлении Министерства природных ресурсов, экологии и технического надзора Кыргызской Республики для соблюдения требований экологической (в том числе биологической) безопасности (акт внедрения от 15.06.2022г.). В муниципальное предприятие мэрии г. Каракол «Каракол жашылдандыруу» для улучшения мероприятий и практических действий по благоустройству и озеленению города Каракол. По результатам исследований разработаны, изданы и внедрены в МП «Каракол жашылдандыруу» методические рекомендации «Ассортимент древесно-кустарниковых растений для озеленения города Каракол» (акт внедрения от 13.05.2020г.). В Иссык-Кульском государственном университете им. К. Тыныстанова для чтения курсов лекций, проведении лабораторных и практических занятий для студентов по специальностям: «Экология», «Биология» (акт внедрения от 10.09.2022г.). В Международном центре молекулярной аллергологии при Министерстве инновационного развития Республики Узбекистан (МЦМА МИР РУз) (акт внедрения от 1.02.2023г.).

Реализация материалов диссертации Осмонбаевой К. Б. позволит: оценить экологические риски волн пыления для здоровья человека в г. Каракол и других городах Кыргызской Республики, и в целом в странах Центральной Азии путем предоставления общественности информации о качестве воздуха, для обеспечения защиты сельскохозяйственных растений от болезней, для улучшения состояния озеленения населенных пунктов, улучшить качество лечения поллинозов. Аэриобиологические исследования в мировом масштабе выявили значительное воздействие изменения климата как на фенологию и пыльцепродукцию растений, так, и на распространенность и тяжесть

