

DOI:10.26104/NNTIK.2022.65.88.012

Осмонбаева К.Б., Кобзарь В.Н.

**АЭРОБИОЛОГИЯЛЫК СПЕКТРДИН ЖЕРДИ ПАЙДАЛАНУУНУН
ИНТЕНСИФИКАЦИЯСЫНА КАРАНДЫГЫ**

Осмонбаева К.Б., Кобзарь В.Н.

**ЗАВИСИМОСТЬ АЭРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СПЕКТРА
ОТ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ**

К. Osmonbaeva, V. Kobzar

**DEPENDENCE OF THE AEROBIOLOGICAL SPECTRUM
ON THE INTENSIFICATION OF LAND USE**

УДК: 575.224 504.53.054

Макалада Кыргыз Республикасынын Ысык-Көл аймагындагы айдоо аянттарынын кеңейтүү маселеси жана бул процессдин калктуу конуштардагы абанын аэриобиологиялык спектрине тийгизген таасири талданат. Аймактын борбору, Каракол шаарынын мисалында, абадагы өсүмдүктөрдүн чаңчасы жана козу карын спораларынын көбөйгөнүн көрүүгө болот. Акыркы 100 жылдын ичинде аймактагы маданий өсүмдүктөрдүн ассортименти канчалык өзгөргөндүгү байкалат. Чаңчалык мезгилинин узартуусу жана айыл чарба аймактарынын кеңейиши абадагы спора-чаңча спектрин аныктайт деген идея негизделет. Абада Poaceae өсүмдүктөрүнүн чаңчасынын жана козу карын спораларынын саны көбөйөт. Бул эмгекте авторлор негизги көңүлдү, адам үчүн алерген болгон козу карын спораларын жана маданий өсүмдүктөрдүн ооруларын пайда кылуучу фитопатогендердин сандык жана таксономиялык курамын көбөйтүүгө бурат. Изилдөөнүн жыйынтыгында козу карын спораларынын 24 таксону аныкталган, алардын бардыгы сөзсүз түрдө өсүмдүктөрдүн паразиттери.

Негизги сөздөр: өсүмдүктөрдүн чаңчасы, козу карындын споралары, аэриобиологиялык спектр, жерди пайдалануу, аба микобиотасы, айыл чарба өсүмдүктөрү, фитопатогендер.

В статье анализируется проблема расширения посевных площадей в Иссык-Кульской области Кыргызской Республики и влияние этого процесса на аэриобиологический спектр воздуха населенных пунктов. На примере г. Каракол, столицы области, показано увеличение в воздухе пыльцы растений и спор грибов. Прослеживается, насколько изменился ассортимент культурных растений в регионе за последние 100 лет. Обосновывается идея о том, что увеличение продолжительности пыльцевого сезона и расширение сельскохозяйственных территорий определяют спорово-пыльцевой спектр в воздухе. В воздухе увеличивается количество пыльцы Poaceae и спор грибов. Основное внимание в работе авторы акцентируют на нарастании количественного и таксономического содержания спор грибов, являющихся аллергенами для человека и фитопатогенами, вызывающих заболевания культурных растений. В результате исследования идентифицировано 24 таксона спор грибов, которые все без исключения являются паразитами растений.

Ключевые слова: пыльца растений, споры грибов, аэриобиологический спектр, землепользование, воздушная микобиота, сельскохозяйственные культуры, фитопатогены.

The article analyzes the problem of expanding the sown areas in the Issyk-Kul region of the Kyrgyz Republic and the impact of this process on the aerobiological spectrum of the air of settlements. The example of Karakol, the regional center, shows an increase in plant pollen and fungal spores in the air. It is traced how the assortment

of cultivated plants in the region has changed over the past 100 years. The idea that increasing the duration of pollen season and expansion of agricultural areas determines the spore-pollen spectrum in the air is substantiated. In the air increases the number of pollen Poaceae and spores of fungi. The authors focuses on the increase in the quantitative and taxonomic content of spores of fungi, which are allergens for humans and phytopathogens, causing diseases of cultivated plants. As a result of the study, 24 taxa of fungal spores were identified, which are all, without exception, parasites of plants.

Key words: plant pollen, fungal spores, aerobiological spectrum, land use, aerial mycobiota, agricultural crops, phytopathogens.

Земля представляет главную основу для жизнеобеспечения и благосостояния людей, включая снабжение продовольствием, пресной водой и множеством других экосистемных услуг. Поэтому, для аграрного Кыргызстана, где более чем 50% населения занимается растениеводством, земля – это основной природный ресурс. В то же время интенсификация землепользования существенно влияет на аэриобиологический спектр населенных пунктов, на содержание в воздухе пыльцы растений и спор грибов.

Концентрация пыльцы в воздухе сильно коррелирует с интенсивностью цветения ветроопыляемых видов, произрастающих в местах мониторинга и вокруг них. То есть, пыльцевой спектр населенных пунктов зависит от своей декоративной и рудеральной городской флоры, от культур близлежащих сельскохозяйственных угодий.

Методика и объекты исследования. Объектами настоящего исследования являются пыльца растений и споры грибов, материалы по посевным площадям и сельскохозяйственным культурам (архивные и современные источники). В работе использованы данные аэриобиологического мониторинга за период с 2015 по 2017 гг., который проводился при помощи волюметрического пылеуловителя Ланзони. Ловушка размещена на крыше здания, в центральной части города Каракол, на высоте 13 метров над уровнем земли. Подсчет пыльцевых зерен и спор грибов из аэриобиологических образцов, их идентификация до рода или семейства проводился по стандартной методи-

ке, описанной ранее [1,2]. Микроскопирование проводилось с помощью световых микроскопов «Carl Zeiss» (Германия) и MEIJI (Япония). Для идентификации и подсчета пыльцы растений и спор грибов использовались атласы, определители, и специально разработанные определители авторов данного исследования [3, 4, 5].

Результаты исследования. На начальном этапе исследования мы проанализировали архивные материалы об ассортименте выращиваемых культур в прошлые годы в окрестностях г.Каракол, в Прииссык-кулье.

Архивные документы Кирколхозсоюза о землепользовании, об урожайности по Каракольскому кантону (1929-1930гг.) показали, что в г. Каракол и его окрестностях выращивали: злаковые зерновые культуры: пшеница богарная, яровая, овес, ячмень; бобовые зерновые культуры; гречишные зерновые культуры: гречиха; кормовые культуры: люцерна, просо-кунак; технические культуры: лен поливной, лен долгунец (прядильный), лен кудряш (масличный), подсолнух богарный, горчица, сурепка, конопля богарная, поливная (прядильная); кенаф, табак; многолетние травянистые растения; однолетние травянистые растения; мак опийный (лекарственный); картофель, бахчевые культуры, корнеплоды [6].

В 1958 году выращивали злаковые зерновые культуры: пшеница, кукуруза, овес, ячмень; бобовые зерновые культуры; гречишные зерновые культуры: гречиха; кормовые культуры: просо; технические культуры: масличные (лен-кудряш), подсолнух богарный; многолетние травянистые растения; однолетние травянистые растения; мак опийный (лекарственный); картофель, бахчевые культуры, корнеплоды. На Пржевальском опытном поле Киргизского научно-исследовательского института земледелия занимались выращиванием пшеницы, кукурузы, ячменя, овса; из технических культур - свеклы; овоще-бахчевых культур, картофеля, кормовых культур, многолетних трав, гороха, чечевицы, эспарцета, клевера, тимopheевки [7].

За исключением опийного мака и некоторых технических культур (кенаф, табак, конопля, лен), растениеводство с тех пор по видам культур не изменилось значительно. Эта мысль подтверждается в работе, где указывается, что в северной агроэкологической зоне общая площадь обрабатываемых земель увеличилась с периода 1992-1996 до 2012-2016 гг. с 425 тысяч га до 480 тысяч га. Площадь, занятая под пшеницу, увеличилась более чем на 30%, увеличились посевы высокооварных культур, таких как картофель, овощи и фрукты. Единственной группой, потерявшей значительные площади в северной зоне КР, были промышленные (технические) культуры. За последние два десятилетия площади под промышленными культурами сократились с 50 тысяч га до 18 тысяч га [8].

Общая посевная площадь Кыргызстана, занятая сельскохозяйственными культурами в хозяйствах всех категорий, в 2022г. составила 1 228,8 тыс. гектаров, что на 2,5 тыс. гектаров, или 0,2% больше, чем в 2021 году. Иссык-Кульская область по доле посевных площадей зерновых культур (без зернобобовых, риса и гречихи) в общей ее площади по республике стоит на третьем месте после Чуйской и Ошской областей, занимая 15%. Удельный вес посевных площадей картофеля хозяйств Иссык-Кульской области в общей ее площади по республике составил 32,1% (1-е место). На долю посевных площадей кормовых культур хозяйств на область приходится 17,7% (3 место).

Идет рост посевных площадей сельскохозяйственных культур под урожай, который в Иссык-Кульской области: в 2017 году вырос на 1,1%, в 2018 году на 0,8%, в 2020 году на 0,3%, в 2021 году, по сравнению с 2020 годом вырос на 0,4%. Скажем, под зерновыми культурами (без зернобобовых, риса и гречихи) в 2020 году было занято 91992 гектара или 50,1 процента от всей посевной площади, что больше, чем в 2019 г., на 1412 га [9].

В настоящее время в г. Каракол и вокруг города, на землях Ак-Суйского района высевают однолетние травы, многолетние беспокровные травы, кукурузу, овес, тритикале, ячмень яровой, пшеницу яровую и озимую, смесь колосовых, зернобобовых, гречиху. Выращивают технические культуры, кормовые культуры, картофель, овощи [10]. Из сельскохозяйственных культур наиболее важными для Прииссыккулья являются зерновые колосовые (яровая и озимая пшеница, тритикале), зернобобовые (горох, кормовые бобы), кукуруза, кормовая и сахарная свекла, масличные, овощные, картофель, плодово-ягодные культуры, злаковые и бобовые однолетние и многолетние травы, а также лекарственные растения (ноготки, валериана, ромашка аптечная и др.).

Увеличение удельного веса посевов зерновых культур объясняется, по-видимому, ориентацией населения и местных органов власти на хлебную независимость. Рост посевов зерна и картофеля в области за эти годы обеспечен за счет расширения посевных площадей, что является показателем экстенсивности производства и одновременно за счет сокращения клина кормовых культур, в том числе посевов трав. Значительный рост площади пашен за последнее время объясняется переводом некоторых земель в эту категорию и распахивания земель, находившиеся под многолетними насаждениями. Это подтверждается исследованиями Касиева К.С., где говорится, что в последние годы идет процесс смены естественных фитоценозов искусственными, который в биосферной территории «Иссык-Кел» происходит под влиянием таких антропогенных факторов, как распахивание

территорий под культурфитоценозы, посадку плодово-ягодных культур. За последние 20 лет площади зерновых и кормовых культур увеличились за счет степных и луговых сообществ более чем в 6 раз [11].

Вышеизложенное подчеркивает необходимость обстоятельного рассмотрения вопроса о том, что виды землепользования и изменения в землепользовании существенно влияют на количественный и качественный состав пыльцы растений и спор грибов в воздухе населенных пунктов. Специальные исследования в этом плане показывают, что в сельской местности количественное содержание пыльцы трав гораздо больше, чем в городской [12]. Современные исследователи сходятся во мнении, что увеличение продолжительности пыльцевого сезона и расширение сельскохозяйственных территорий определяют спорово-пыльцевой спектр в воздухе. В частности, увеличивается количество пыльцы *Poaceae* [13].

В течение периода наблюдения (2015-2017 гг.) в г. Каракол нами собраны и обработаны аэропалинологические пробы. Видовой состав пыльцы деревьев, уловленной на ленты ловушки, показал, что по количеству в г. Каракол преобладает пыльца хвойных (голосеменных). В последние годы для выполнения плана по озеленению города, высаживаются в большом количестве хвойные деревья, сосна и ель. Злаковые, полынь, маревые – лидеры всех исследуемых годов.

Более 20-ти лет назад, в 1997-1999 гг. в г. Каракол из 20 таксонов растений доминировали (93,1%) все те же - злаковые, полынь, маревые. Сущность этого сводится к тому, что в аграрном регионе, в воздухе урбанизированных территорий всегда преобладает пыльца *Poaceae*. Тем более, что в последние десятилетия резко сократились масштабы озеленения в го-

родской среде по сравнению с масштабами роста площади и населенности города. В это же время по абсолютным значениям доминировали пики спор, пиковое содержание пыльцы было менее значимым.

Спор грибов вырабатывается намного больше, чем пыльцы растений. За период исследования 2015-2017гг. на ленты ловушки выпало спор грибов 24 таксона: 15 таксонов класса *Deuteromycetes* (Несовершенные грибы или *Fungi imperfecti*) и 9 таксонов класса *Fungi perfecti* (Совершенные грибы). *Alternaria* и *Cladosporium* регистрировались весь сезон в годы наблюдения. Этот результат согласуется с другими исследованиями, которые показали, что кладоспорий является основным компонентом воздушной микобиоты в нескольких регионах мира и преобладает над другими видами спор [14, 15]. Несмотря на относительное постоянство присутствия главных таксонов спор грибов в г. Каракол - *Cladosporium* и *Alternaria* (спорообразование у альтернарии и кладоспориума происходит с марта, когда еще лежит снег, до глубокой осени), каждый сезон времени исследования отличался по таксономическому разнообразию.

Споры кладоспория - большой и широко распространенный повсюду род грибов, обычно превосходят численностью все другие наружные биоаэрозоли. Пастбища и поля с зерновыми культурами в Кыргызстане являются особенно значимыми источниками спор *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Helminthosporium*. Высокие уровни спор ржавчинных и головневых грибов являются результатом заражения ими зерновых культур [16]. В результате изучения нами был получен материал, анализ которого позволил заключить, что все 24 таксона идентифицированных спор грибов являются паразитами растений (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический состав спор грибов города Каракол

№	Наименование таксонов (24 таксона)	Болезни сельхозкультур, вызываемые фитопаразитами
1.	Кладоспорий (<i>Cladosporium</i> , <i>Deuteromycetes</i>)	Космополит. Кладоспорий плодовый, ячменевый, травяной.
2.	Фузарий (<i>Fusarium</i> , <i>Deuteromycetes</i>)	Космополит. Фузарий злаковый, корневая и зерновая гниль злаков; огурцы, тыква, томаты, картофель, люцерна, клевер, груша, хвойные; зернобобовые культуры (люцерна, клевер, люпин, вика).
3.	Альтернария (<i>Alternaria</i> , <i>Deuteromycetes</i>)	Космополит. Альтернария бумажная, пасленовая; люцерны, клевера, пшеницы капусты, огурцов, моркови, сельдерея, укропа и других зонтичных; альтернариоз зерна злаков.
4.	Устилаго (<i>Ustilago</i> , <i>Ustilaginaceae</i>)	Космополит. Головня злаков (пыльная головня пшеницы, пыльная головня и твердая головня овса; пыльная, твердая, черная головня ячменя; пузырчатая головня кукурузы).
5.	Сороспорий (<i>Sorosporium</i> , <i>Ustilaginaceae</i>)	Пыльная головня кукурузы, проса
6.	Авреобазидий (<i>Aureobasidium</i> , <i>Deuteromycetes</i>)	Космополит. Авреобазидий почкующийся клевера.
7.	Ботритис (<i>Botrytis</i> , <i>Deuteromycetes</i>)	Ботритис серый. Бобовые, лук, чеснок, моркови, вишня, черешня, яблоня, груша, слива, смородина, малина, клевер.
8.	Серпула (Домовый гриб)	Домовый гриб (<i>серпула</i> плачущая). Хвойные породы.

	<i>(Serpula, Coniophoraceae)</i>	
9.	Пиренофора <i>(Pyrenophora, Erysiphaceae)</i>	Пиренофороз (жёлтая пятнистость) злаковых (в основном, пшеницы).
10.	Гельминтоспорий <i>(Helminthosporium, Deuteromycetes)</i>	Гельминтоспорий пасленовый. Картофель.
11.	Эпикоккум <i>(Epicoccum, Deuteromycetes)</i>	Эпикоккум забытый; эпикоккум пурпурный кукурузы и конопли.
12.	Тиллеция (Вонючая головня) <i>(Tilletia, Tilletiaceae)</i>	Космополит. Твердая головня пшеницы, головня ржи.
13.	Пукцинния (Ржавчинный гриб) <i>(Puccinia, Pucciniaceae)</i>	Пукцинния (ржавчина) корончатая злаковых, стеблевая (линейная) ржавчина злаков; пукцинния астровых, полевицы, эстрагона, сельдерея, петрушки, лука, чеснока, щавеля, укропа, сафлора, подсолнечника, ромашки, смородины.
14.	Торула <i>(Torula, Deuteromycetes)</i>	Торула пшеницы
15.	Дрехслера <i>(Drechslera, Deuteromycetes)</i>	Дрехслера злаковая; дрехслера мутовчатая овса, ячменя, ржи, пшеницы
16.	Стемфилий <i>(Stemphylium, Deuteromycetes)</i>	Стемфилий кистевидный, пасленовый, коноплевый; лук, морковь, фасоль, капуста, люпин, люцерна, горох
17.	Курвулария <i>(Curvularia, Deuteromycetes)</i>	Космополит. Курвулария ржи, кукурузы, ячмени, пшеницы, гороха, клевера
18.	Политринций <i>(Polythrincium, Deuteromycetes)</i>	Политринций клевера
19.	Уроцистис <i>(Urocystis, Ustilaginaceae)</i>	Стеблевая головня пшеницы; стеблевая головня ржи; уроцистис ячменя; головня лука
20.	Дидимела <i>(Didymella, Erysiphaceae)</i>	Пурпуровая пятнистость малины
21.	Диплодия <i>(Diplodia, Deuteromycetes)</i>	Сухая гниль и диплодиоз початков кукурузы, конопли, овощных
22.	Фитофтора <i>(Phytophthora, Pythiaceae)</i>	Фитофтороз картофеля (картофельная гниль)
23.	Пирикулария <i>(Piricularia, Deuteromycetes)</i>	Пирикулария серая. Пирикуляриоз злаковых
24.	Фома <i>(Phoma, Deuteromycetes)</i>	Фома скудная картофеля; фома укропа, сельдерея, капусты, моркови, тыквы, бобовых, абрикоса, яблоч, барбариса, крыжовника, малины; фома клевера

Другие исследования также показывают, что среди основного видового состава паразитные грибы занимают большое место. Так, в Казахском Алтае, где выявлено 1454 видов и форм грибов, относящихся к 9 классам, грибы-паразиты составляют 49, 86% (725 видов) из этого числа. Здесь представлены известные роды мучнисторосяных, ржавчинных и головневых грибов, паразитирующие на травянистой и древесно-кустарниковой растительности [17]. Распределение микромицетов зависит от их приуроченности к питающим растениям. Например, богатство видового состава древесно-кустарниковых пород и травянистой растительности северных и северо-восточных склонов Цахкуняцкого хребта в Армении в сочетании с благоприятными климатическими условиями способствовало развитию разнообразной микоты [18]. Необходимо отметить также, что при потеплении

климата возможно расширение ареала теплолюбивых видов фитопатогенных грибов [19]. То есть, возбудители болезней сельскохозяйственных культур уже реагируют на изменение климата, что может привести к преимущественному развитию фитопатогенов.

Выводы: 1. Интенсификация землепользования существенно влияет на аэриобиологический спектр населенных пунктов, на содержание в воздухе пыли растений и спор грибов. Этот процесс, по-видимому, увеличивает количественное и таксономическое содержание аэропланктона в атмосферном воздухе г. Каракол. При этом, в воздухе присутствуют потенциально опасные для здоровья человека аллергенные таксоны пыли растений и спор грибов, а также фитопатогенные таксоны спор грибов. Эти возбудители болезней растений наносят огромный вред сельскохозяйственным культурам. 2. В воздухе

г. Каракол доминирующее положение занимала пыльца злаковых, полыни, маревых. Увеличилось количество таксонов трав. Наблюдались высокие концентрации спор грибов. Зафиксировано максимальное количество спор альтернарии, кладоспория, фузария, устилаго во всех декадах сезонов наблюдения. В определенные дни на ленты ловушки выпадало сразу очень много таксонов спор грибов, включая тандем спор - *Alternaria* и *Cladosporium*, которые регистрировались весь сезон в годы наблюдения.

Литература:

1. Мейер-Меликян Н.Р. и др. Принципы и методы аэропаллинологических исследований. - Москва, 1999. - 48 с.
2. Методика аэриобиологических исследований пыльцы растений и спор грибов для составления календарей пыления. Министерство здравоохранения Республики Беларусь. - Минск: Респ. науч.-практ. центр гигиены, 2005. - 27 с.
3. Кобзарь В. Н. Микроскопический эксперт. - Бишкек: КРСУ, 2010. - 152с.
4. Пидопличко Н. М. Грибы - паразиты культурных растений. Определитель в трех томах. Киев: Наукова думка, 1977.
5. Wilken-Jensen K., Gravesen S. Atlas of Moulds in Europe causing respiratory allergy. Copenhagen: ASK Publishing, 1984. - 110 p.
6. Контрольные цифры Кирколхозсоюза о землепользовании, об урожайности по Каракольскому кантону (1929-1930 гг.) // Иссык-Кульский областной государственный архив. - Ф. 27. - Оп. 1. - Ед. хр. 7.
7. Материалы областного центра по земельной и аграрной реформе (1994-2004гг.) // Иссык-Кульский областной государственный архив. - Ф. 272. - Оп. 1. - Ед. хр. 1454.
8. Такаши Я., Хэл Х., Эдимон Г., Джиндра С. Кыргызская Республика: Повышение потенциала роста. АБР, 2020. - С. 116. DOI: <http://dx.doi.org/10.22617/TCS190441-2>.
9. Национальный статистический комитет КР. Социально-экономическое развитие Иссык-Кульской области (2016-2020 гг.). - Каракол, 2021.
10. Национальный статкомитет КР. Заключительный отчет о размерах посевных площадей сельскохозяйственных культур под урожай 2022 г. - Бишкек, 2022.
11. Касиев К.С. Типы формации и группы ассоциаций растительного покрова Биосферной территории «Иссык-Куль» и их антропогенные изменения. - Бишкек: НАН КР, биолого-почвенный институт, 2004. - С. 225.
12. Jung S. et al. Impact of Local Grasslands on Wild Grass Pollen Emission in Bavaria, Germany // Land. -2022. №11.- P. 306. <https://doi.org/10.3390/land11020306>.
13. Garcia-Mozo H. et al. Impact of land cover changes and climate on the main airborne pollen types in Southern Spain // Sci Total Environ. - 2016; 548-549: 221-228. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2016.01.005](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.005).
14. Rodriguez-Rajo F.J. et al. Variation assessment of airborne *Alternaria* and *Cladosporium* spores at different bioclimatical conditions // Mycological Research. - 2005, V. 109. - P. 497. <https://doi.org/10.1017/S0953756204001777>.
15. Patel T.Y. et al. Variation in airborne fungal spore concentrations among five monitoring locations in a desert urban environment // Environmental Monitoring and Assessment. – 2018. V. 190. - P. 634 <https://doi.org/10.1007/s10661-018-7008-5>.
16. Осмонбаева К.Б. Влияние факторов окружающей среды на количественный и таксономический состав аэромикофлоры города Каракол // Вестник Международного Университета Кыргызстана. 2021, №2(43). - С. 319-324.
17. Рахимова Е. В. и др. Паразитные грибы Казахстанского Алтая / Проблемы лесной фитопатологии и микологии. Пермь: ПГПУ, 2009. - С. 157-160.
18. Погосян А.В. и др. Материалы к изучению растений и фитопатогенных грибов Цахкуняцского хребта (Армения). // Проблемы лесной фитопатологии и микологии. - Пермь: ПГПУ, 2009. - С. 150-153.
19. Левитин М.М. Защита растений от болезней при глобальном потеплении. // Защита и карантин растений, №8, 2012. С. 16-17.
20. Ажиматова Н.М. Экономическое положение естественного землепользования в рыночной экономике. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2020. №. 8. - С. 64-67.