

УДК 575.224 504.53.054
AGRIS F40

https://doi.org/10.33619/2414-2948/105/10

ПЫЛЬЦА ЗЛАКОВ КАК ВЕДУЩИЙ АЭРОАЛЛЕРГЕН

©**Кобзарь В. Н.**, ORCID: 0000-0001-9910-0148, SPIN-код: 4669-6355, д-р биол. наук, Киргизско-Российский славянский университет, г. Бишкек, Кыргызстан, kobzarvn@yandex.ru

©**Осмонбаева К. Б.**, ORCID:0000-0001-9606-9392, SPIN-код: 6501-0823, канд. биол. наук, Иссык-Кульский государственный университет им. К. Тыныстанова, г. Каракол, Кыргызстан, kymbat_desperandum@rambler.ru

POACEAE POLLEN AS THE LEADING AEROALLERGEN

©**Kobzar V.**, ORCID:0000-0001-9910-0148, SPIN-code: 4669-6355, Dr. habil., Kyrgyz-Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyzstan, kobzarvn@yandex.ru

©**Osmonbaeva K.**, ORCID: 0000-0001-9606-9392, SPIN-code: 6501-0823, Ph.D., Issyk-Kul State University named after K. Tynystanov, Karakol, Kyrgyzstan, kymbat_desperandum@rambler.ru

Аннотация. Об актуальности аэробиологической тематики свидетельствует тот факт, что с 1 по 5 июля 2024 года Вильнюсе (Литва) проходило необычное мероприятие, включающее 8-й Европейский симпозиум по аэробиологии (8-й ESA), 12-й Международный конгресс по аэробиологии (12-й ICA) и 5-ю Международную конференцию по амброзии (5-й IRC). Всемирная аэробиология 2024 — беспрецедентное по масштабам событие. На нем обсуждались вопросы применения искусственного интеллекта (ИИ) для подсчета и интерпретации данных аэробиологического мониторинга. Но пока ИИ не все таксоны может определить, поэтому тщательный подсчет и идентификация пыльцы растений и спор грибов подвластна только человеку-исследователю. Аэробиологический мониторинг с применением волнометрических ловушек остается золотым стандартом исследования. В мировом сообществе существуют сети биологического мониторинга качества воздуха с изучением концентрации пыльцы растений и спор грибов в воздухе. Через приложение на мобильном телефоне можно узнать прогноз периодов максимального риска, в течение которых больные поллинозом подвергаются воздействию основных аэроаллергенов. Популярны запросы интернет-пользователей к комплексной проблеме изменения климата, загрязнения окружающей среды и воздушным аллергенам. В Киргизии системы Национального аэробиологического мониторинга нет, но сервис «Метеонова» запустил приложение для мобильных телефонов по прогнозу пыльцы, находящееся пока в стадии тестирования и не отражающее реальные особенности аэробиологического спектра. Известно, что в мире к семейству Poaceae относится более чем 12 000 видов, классифицированных в 771 рода, принадлежащих к 12 подсемействам. В Кыргызстане произрастает 300 анемофильных видов одно-многолетних растений, выделяющих огромное число пыльцы в атмосферу в весенне-летний период. Пыльца злаков по-прежнему входит в десятку глобальных аэроаллергенов, являясь ведущей причиной поллиноза, по преобладающим размерам, относясь к биологическим загрязнителям (PM₁₀). Пыльцы Poaceae циркулировала в воздухе г. Каракол все сезоны исследования и составляла от 167 до 174 дней. Её суточные максимумы концентрации выявлены в июне-июле, распределение пыльцы в воздухе носит унимодальный характер. Установлено воздействия антропогенной триады: изменения климата (температуры) и системы землепользования, а также загрязнения окружающей среды на колебания уровней пыльцы злаков, что проявлялось в деградации пыльцевых зерен

и появления поврежденных и неопределенных биологических частиц. Цель настоящей статьи — изучить концентрацию пыльцы злаков в воздухе, их интегративного вклада в аэробиологический спектр в г. Каракол как доминантных пыльцевых аллергенов.

Abstract. The relevance of aerobiological topics is evidenced by the fact that from July 1 to July 5, 2024, an unusual event was held in Vilnius (Lithuania), including the 8th European Symposium on Aerobiology (8th ESA), the 12th International Congress on Aerobiology (12th ICA) and the 5th International Ragweed Conference (5th IRC). World Aerobiology 2024 is an event of unprecedented scale. It discussed the use of artificial intelligence (AI) for calculating and interpreting aerobiological monitoring data. But so far, AI cannot identify all taxa, so careful counting and identification of plant pollen and fungal spores is only possible for a human researcher. Aerobiological monitoring using volumetric traps remains the gold standard of research. In the world community, there are networks of biological monitoring of air quality with the study of the concentration of plant pollen and fungal spores in the air. Through an application on a mobile phone, you can find out the forecast of periods of maximum risk, during which patients with hay fever are exposed to the main aeroallergens. Popular queries from Internet users relate to the complex problem of climate change, environmental pollution and aeroallergens. There is no National Aerobiological Monitoring system in Kyrgyzstan, but the Meteonova service has launched a pollen forecast application for mobile phones, which is still in the testing stage and does not reflect the real features of the aerobiological spectrum. It is known that in the world there are more than 12,000 species in the Poaceae family, classified into 771 genera belonging to 12 subfamilies. In Kyrgyzstan, 300 anemophilous species of annual perennial plants grow, releasing a huge amount of pollen into the atmosphere in the spring and summer. Poaceae pollen is still one of the top ten global aeroallergens, being the leading cause of hay fever, by predominant size, classified as biological pollutants (PM₁₀). The concentration of cereal pollen was consistently observed in the air of Karakol during all seasons of the study and ranged from 167 to 174 days. Its daily maximum concentrations were detected in June-July; the distribution of pollen in the air is unimodal. The influence of the anthropogenic triad on fluctuations in the concentration of cereal pollen was established: climate change (temperature) and land use systems, as well as environmental pollution, which manifested itself in the degradation of pollen grains and the appearance of damaged and unidentified biological particles. The purpose of this article is to study the concentration of cereal pollen in the air, their integrative contribution to the aerobiological spectrum in the city of Karakol as dominant pollen allergens.

Ключевые слова: пыльца растений, Poaceae, поллиноз, изменение климата, изменение системы землепользования, загрязнение.

Keywords: plant pollen, Poaceae, hay fever, climate change, land use change, environmental pollution.

Об актуальности аэробиологической тематики свидетельствует тот факт, что с 1 по 5 июля 2024 года в Вильнюсе (Литва) проходило необычное мероприятие, включающее 8-й Европейский симпозиум по аэробиологии (8 ESA), 12 Международный конгресс по аэробиологии (12 ICA) и 5 Международную конференцию по амброзии (5 IRC). Всемирная аэробиология 2024 — беспрецедентное по масштабам событие. На нем обсуждались вопросы применения искусственного интеллекта (ИИ) для подсчета и интерпретации данных аэробиологического мониторинга. Но пока ИИ не все таксоны может идентифицировать,

поэтому тщательный подсчет и идентификация пыльцы растений и спор грибов подвластна только человеку-исследователю. Аэробиологический мониторинг с применением волнометрических ловушек остается золотым стандартом исследования.

В мировом сообществе существуют сети биологического мониторинга качества воздуха с изучением концентрации пыльцы растений и спор грибов в воздухе. Через приложение на мобильном телефоне можно узнать прогноз периодов максимального риска, в течение которых больные поллинозом подвергается воздействию основных аэроаллергенов. Популярны запросы интернет пользователей по комплексной проблеме изменения климата, загрязнения окружающей среды и аэроаллергенам. В Киргизии системы Национального аэробиологического мониторинга нет, но сервис «Метеонова» запустил приложение для мобильных телефонов по прогнозу пыльцы, находящееся пока в стадии тестирования и не отражающее реальные особенности аэробиологического спектра. Пыльца *Roaseae* высокоаллергенна и вносит заметный вклад в распространенность аллергии на пыльцу во всем мире. Известно, что к семейству *Roaseae*, определяемых как злаки, относится более чем 12 000 видов, классифицированных в 771 рода, принадлежащих к 12 подсемействам [1].

В Кыргызстане произрастает 300 анемофильных видов одно-многолетних растений, выделяющих огромное число пыльцы в атмосферу в весенне-летний период. Пыльца злаков, как ведущая причина поллиноза, по-прежнему входит в десятку глобальных аллергенов по преобладающим размерам, относясь к биологическим загрязнителям (PM_{10}).

Пыльцу *Roaseae* характеризует: малый размер, летучесть, однотипная палиморфология, высокая пыльцепродукция. Она подвержена влиянию антропогенной триады: изменению климата, и традиционной системы землепользования, а также загрязнению окружающей среды. Аэропалеонтологические исследования в мировом масштабе выявили значительное воздействие изменения климата как на фенологию и пыльцепродукцию растений, так и на распространенность и тяжесть течения поллинозов, что является ключевой проблемой окружающей среды и здравоохранения и заслуживает пристального внимания. Эта обширная космополитичная группа включает основные виды сельскохозяйственных культур (пшеница, рис, кукуруза, овес, рожь, ячмень и т. д.), а также пастбищные и сорные травы, произрастающие и био- и антропоценозах. У дикорастущих и культурных представителей семейства наблюдаются многочисленные заболевания, включая грибковые, поэтому наблюдается совместный рост концентрации пыльцы злаков и спор грибов, связанный изменением традиционной системы землепользования. Аэрогенная аллергенная нагрузка обусловлена не только цельными пыльцевыми зернами и спорами грибов, но и аллергенами, присутствующими в субмикронных биологических частицах. Ранее установлено, что пыльца *Roaseae*, обладающая сферической геометрией и однородной поверхностью деградирует, что приводит к потере архитектурных особенностей, структуры и размера. Она сильно модифицируется под воздействием загрязнителей вследствие: тонкой (1,4–1,6 мкм), неравномерно развитой и хрупкой экзины [4].

Цель данной работы — изучить концентрацию пыльцы злаков в воздухе, их интегративного вклада в аэробиологический спектр в г. Каракол как доминантных пыльцевых аллергенов.

Материал и методы

Каракол (Киргизия) расположен в среднегорье на высоте 1716 (1 800) м над уровнем моря на юго-востоке Иссык-Кульской области, у северного подножья хребта Терской Ала-Тоо.

Метод исследования: волнометрический с применением стандартизированной ловушки

Ланзони, установленной на крыше здания в пределах городской черты, вдали от парковых зон и промышленных предприятий, на высоте 13 м над уровнем почвы.

Микроскопия. Идентификация и подсчет пыльцевых зерен, включая злаков, производились под световыми микроскопами “Carl Zeiss” (Германия) и МЕИЛ (Япония) с 10-100-кратным увеличением, в основном до рода или семейства, иногда до вида.

Использовались определители и атласы пыльцы, включая собственные разработки. Пыльца мятликовых морфологически однотипна (чаще однопоровая) и не визуализируется до вида под световым микроскопом, поэтому в аэробиологических исследованиях они фиксируются под общим грифом — злаки. Статистическая обработка данных проводилась общепринятыми методами вариационной статистики на основе анализа абсолютных и относительных величин. Для графического изображения полученных данных использовали программу Microsoft Excel (Рисунок 1).

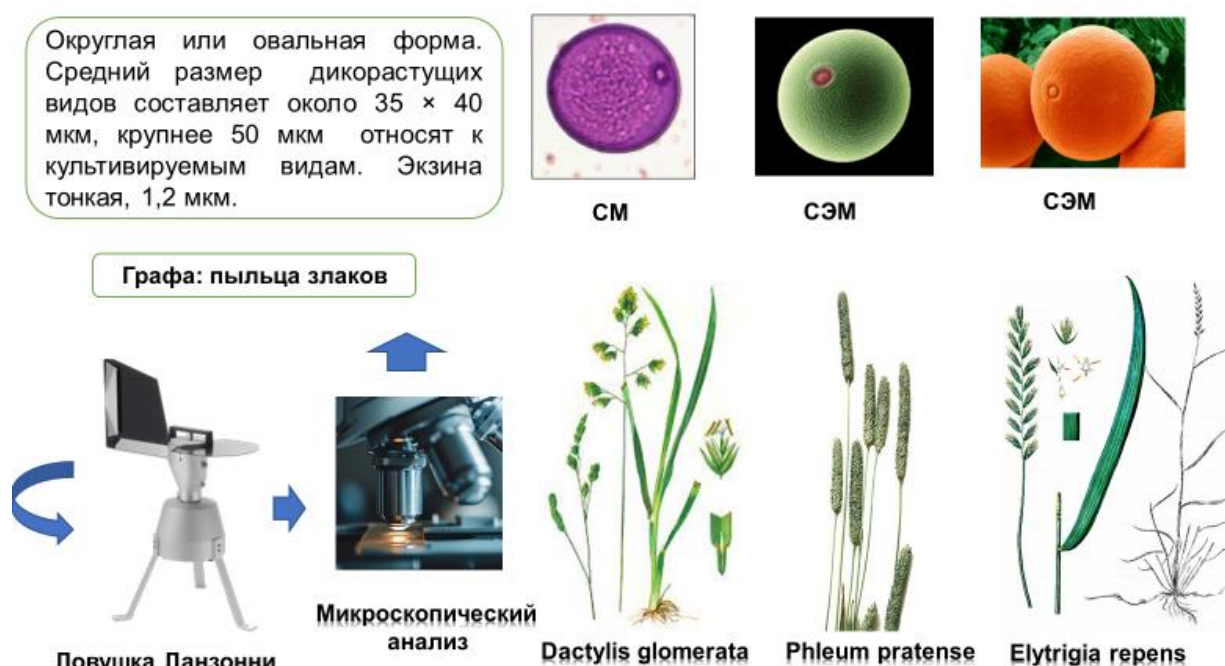


Рисунок 1. Графическое резюме. Алгоритм и дизайн проведенного исследования.

Результаты и их обсуждение

Растущая тенденция в таксономическом и количественном разнообразии аэроаллергенов г. Каракол, является одной из причин роста заболеваемости поллинозом. Тем более, что доминантными таксонами в спектре являются пыльца Poaceae и Artemisia, а также споры грибов Alternaria и Cladosporium, с максимальной концентрацией в летне-осенний период. А когда максимальные концентрации аэроспор и пыльцы Poaceae и Artemisia совпадают, то такой тандем аэроаллергенов повышает риск возникновения аллергических заболеваний [1–3].

Увеличение концентрации пыльцы злаков и спор грибов часто совпадают, в связи с появлением новых видов грибковых заболеваний у культурных и дикорастущих злаков. Систематический анализ аэробиологических исследований показал, что концентрация пыльцы Poaceae в г. Каракол имеет выраженный унимодальный характер: один главный пик в течение сезона пыления. (Рисунок 2).

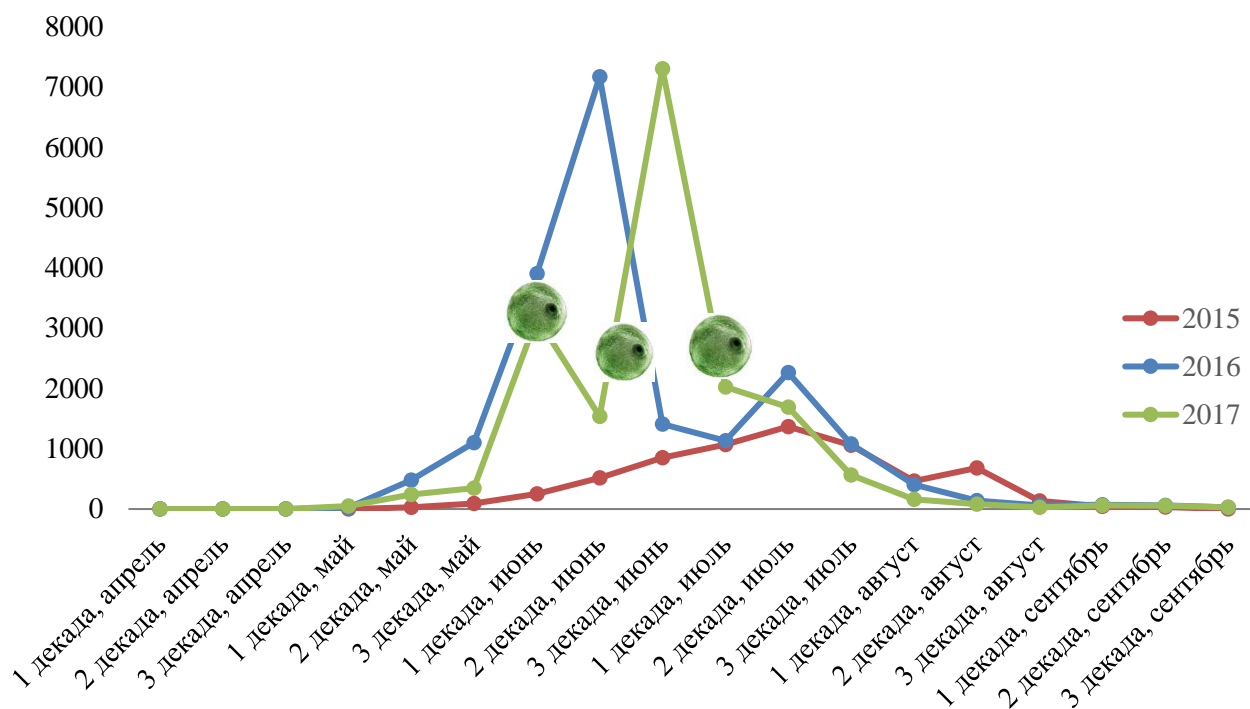


Рисунок 2. Графическое резюме. Концентрация пыльцы Роосеае в разные годы исследования

Пыльца злаков циркулировала в воздухе в весенне-летний период:

2015 г.: с 26 апреля по 18 октября (174 дня). Максимальное суточное число — 378 (21 июля), всего за сезон — 6585, пыльцевых зерен/см³, п. з./см³;

2016 г.: с 5 мая по 23 октября (171 день). Максимальное суточное число — 3598 (12 июня), всего за сезон — 19325 п. з./см³;

2017 г.: с 5 мая по 19 октября (167 дней). Максимальное суточное число — 2115 (28 июня), всего за сезон — 17340 п. з./см³.

Для пыльцы злаков существует следующая градация уровней: 0-4 — низкий, 5-19 — средний 20-199 — высокий, >200 п. з./см³ — очень высокий. Пыльца злаковых трав в воздухе в период массового цветения стабильно находилась в высоких диапазонах уровней. С учётом того, что концентрация >200 п. з./см³ относится к очень высоким уровням, то самый высокий суточный максимум за три года превышал его в 18 раз. Известно, что сроки и интенсивность пыльцевого сезона определяются самой генетикой видов, точнее особенностями пыльцепродукции, но фенология растений также зависит от изменения климата, воздействующего на концентрацию пыльцы в воздухе. Кыргызстан вступил в ЕАЭС в 2015 г, что отразилось на тенденции пыльцы к увеличению концентрации в вегетационный сезон 2016 г, в связи с изменением традиционной системы землепользования и появлением новых грибковых заболеваний на культурных и дикорастущих злаковых растений.

Пыльца злаков стабильно циркулировала в воздухе г. Каракол все сезоны исследования и составляла от 167 до 174 дней. Ее максимальные суточные концентрации выявлены в июне-июле. Влияние температуры на качественные показатели следует из того факта, что максимальные температуры в 30,1°C в 2015 г сопровождалась высокими концентрациями пыльцы Роосеае (53% от всей пыльцы злаков за вегетационный сезон).

В 2016 г 64% пыльцы злаков от всей пыльцы за сезон определено при температуре 24,5°C (максимальная температура за сезон — 33,4 °C); в 2017 г — при 23,5°C зафиксировано 69% всей пыльцы злаков за сезон (максимальная температура за сезон — 28,3 °C).

Выявленные тенденции связаны с совокупным действием двух факторов:

1. расширение гетерогенных посевных площадей (изменение системы земледелия);
2. увеличение продолжительности пыльцевого сезона злаковых трав, обусловленное повышением температуры и более интенсивным выпадением осадков в период, предшествующий цветению.

Также отмечается снижение концентрации пыльцы других травянистых видов, произрастающих в рудеральных районах с более выраженной антропогенной активностью и изменением ландшафта в районах с интенсивным строительством [5, 6].

Для оценки потенциального вклада пыльцы Poaceae в аэробиологическую ситуацию г. Каракол использовали интегрированный индекс вклада пыльцы (Рисунок 3). Индекс базируется на следующих параметрах: сроках цветения, размере пыльцевых зерен (полярная ось и экваториальный диаметр), обилии видов в регионе и продукции пыльцы [7] и характеризует злаки как ведущие аллергены.



Рисунок 3. Интегративный индекс вклада пыльцы злаков в аэробиологическую ситуацию

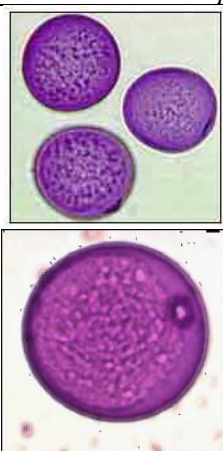

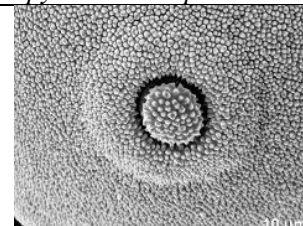


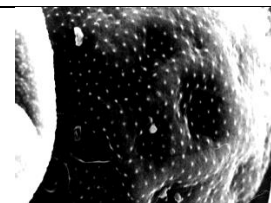
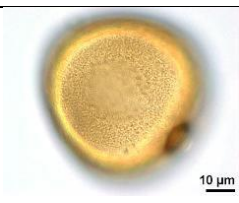
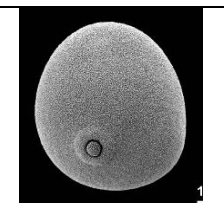
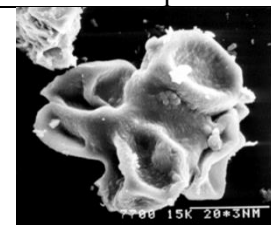

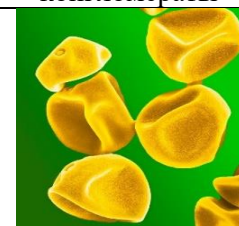



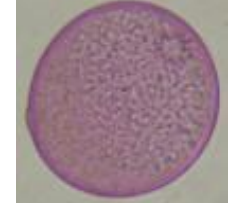

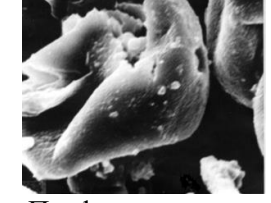
Дикорастущие и культурные виды семейства Poaceae в мире составляют более чем 12 000 ветроопыляемых видов, (20% мирового растительного покрова) с высокой пыльцепродукцией. Флористический состав растений Киргизии насчитывает около 300 видов, причем по этиологической значимости пыльца злаковых трав варьирует в зависимости от антропоценоза. В тандеме с пылью полыни является первым или вторым по значимости аэроаллергеном. У больных поллинозом в г. Каракол выявлено преобладание IgE-антитела 3–4 класса чувствительности: g3, ежа сборная (27,5), g4, овсяница луговая (28,1).

Злаки относятся к однодольным растениям порядку Poales (мятликоцветные) и состоят из семейства мятликовых Poaceae (злаки — Gramineae).

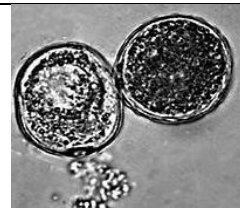
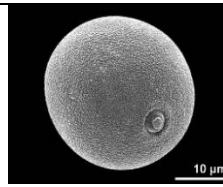
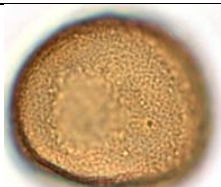
Пыльцевые зерна наиболее аллергенных злаков в диаметре 20–25 мкм, с одной порой или бороздкой и тонкой экзиной. Аллергию вызывают только ветроопыляемые растения, продуцирующих большое количество пыльцы. Но из более, чем 1000 видов, небольшой ассортимент пыльцы служит этиологической причиной возникновения симптомов поллиноза у большого числа больных.

Таблица

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ НОРМАЛЬНО РАЗВИТОЙ
И ТЕРАТОМОРФНОЙ ПЫЛЬЦЫ ЗЛАКОВ

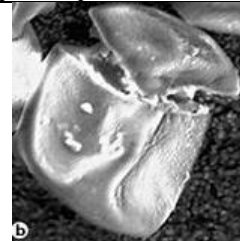
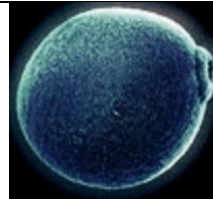
	<i>Однопоровые: норма</i>		<i>Трудности определения</i>
Мятликовые (злаки) ПЗ шаровидные или слегка оваловые, яйцевидные, широкояйцевидные, эллипсоидальные, широкоэллипсоидальные, в очертании оваловые, широкоовальные, эллиптические, широкоэллиптические и округлые, 25,1–73,1 (100,8) мкм длиной и 23,2–64,2 мкм шириной. Пора округлая, ободковая. Экзина тонкая, 0,8–2,0 мкм			 Однопоровые пыльцевые зерна
Кукуруза А1. Размер ПЗ больше 60 мкм			
Рожь А2. Размер ПЗ больше 40–60 мкм			 Многоровые Тяжелые пыльцевые конгломераты
А3. Размер ПЗ больше 26–40 мкм.			 Деформированные
Ежа сборная Сложнобугорчатая			
Тимофеевка Мелкозернистая			 Перфорированные

Мятлик



Субмикронные

Пырей ползучий



Поврежденные

Многие аллергенные злаки культивируются, поэтому их пыльца преобладает вблизи населенных пунктов. Семейство злаков имеет несколько подсемейств и родов, аллергенная значимость которых различается в регионах, но чаще они произрастают как космополиты.

К подсемейству Festucoideae, Festuceae принадлежат овсяница луговая, мятлик луговой, ежа сборная, относящиеся к наиболее важным аэроаллергенам. Диаметр пыльцевых зерен составляет от 30 до 40 мкм. В условиях г. Каракол выявляются не только однопоровые пыльцевые зерна, но и многопоровые, полиплоидные.

К подсемейству Argostideae (полевицевые) относятся тимофеевка луговая и полевица белая, 2 особенно значимых в аллергенном отношении злака, что обусловлено длительными сроками продуцирования пыльцы, ее аллергенностью и интенсивностью вызываемых симптомов. Оба растения еще и культивируют. Другие виды, иммунологически сходные с полевицей, используются для озеленения и площадок для гольфа. Пыльца тимофеевки составляет 30–35 мкм в диаметре, полевицы 20–25 мкм.

Подсемейство Phalarideae (канареечниковые). Колосок душистый — частая причина аллергических ринитов в регионах, где растение относится к аборигенным видам. В общей же картине поллинозов он не так значим, как мятлик, тимофеевка и другие. Диаметр пыльцевых зерен колоска душистого колеблется от 38 до 45 мкм.

Triticaceae (пшеницы и пыреи), Aveneae (овсовые) играют незначительную роль в общей картине поллинозов, поскольку они относятся к самоопыляемым, а продуцируемая ими пыльца или вырабатывается в незначительных количествах, или в силу физических свойств практически не переносится ветром.

К подсемейству Eragrostoideae (свиноевые) относится свиной пальчатый, представленный в изобилии в жарких и умеренных поясах земного шара. Злостный сорняк, также выращиваемый как декоративное и кормовое растение. Пыльцевые зёрна свиной около 35 мкм в диаметре продуцируются практически круглый год, являясь важнейшей причиной поллинозов на юге России и в южных штатах США.

Биологические особенности представителей семейства мятликовых обеспечивают им одно из главных мест в ряду причин пыльцевой аллергии во многих природно-климатических зонах мира [1, 8, 9].

Более 95% видов аллергенных злаков относят к трем подсемействам: Pooideae, Chloridoideae и Panicoideae. В Северном полушарии наиболее распространенными аллергическими родами являются *Phleum spp.*, *Dactylis spp.*, *Lolium spp.*, *Trisetum spp.*, *Festuca spp.*, *Poa spp.*, *Cynodon spp.*, и *Anthoxanthum spp.* Другими видами, вносящими

важный вклад в спектр пыльцы в Европе, являются *Holcus lanatus* L., *Trisetaria* spp., *Elymus repens* L., *Sorghum halepense* (L.) Pers., *Vulpia* spp., *Anlhoxanthum odoratum* L., *Agrostis gigante* Roth и *Piptatherum miliaceum* (L.) Coss. [1].

Наибольший вклад в концентрацию пыльцы в атмосфере г. Каракол внесли следующие виды: ежа сборная, лисохвост луговой, тимофеевка луговая, костер безостый, райграс высокий, овсяница луговая, мятлик луговой, м. однолетний, м. луковичный. Это газонные и сорные травы, за фенологией которых необходим контроль, а именно: их скашивание до стадии цветения.

Выводы

Исходя из результатов проведенных палиноморфологических и аэробиологических исследований в г. Каракол, следуют выводы:

1. Концентрация пыльцы злаковых трав в воздухе имеет выраженный унимодальный характер: один главный пик в течение сезона пыления.
2. Пыльца злаков циркулировала в воздухе г. Каракол все сезоны исследования и составляла от 167 до 174 дней. Её максимальные суточные концентрации выявлены в июне-июле (3598 п. з./см³). С учётом того, что концентрация >200 п. з./см³ относится к очень высоким уровням, то наблюдаемый суточный максимум превышал его в 18 раз.
3. На концентрацию пыльцы злаков в воздухе влияют факторы антропогенной триады: изменения климата (температуры) и системы землепользования, а также загрязнения окружающей среды на колебания уровней пыльцы злаков, что проявлялось в деградации пыльцевых зерен и появления поврежденных и неопределенных биологических частиц.

Список литературы:

1. García-Mozo H. Poaceae pollen as the leading aeroallergen worldwide: A review // *Allergy*. 2017. V. 72. №12. P. 1849-1858. <https://doi.org/10.1111/all.13210>
2. D'Amato G., Cecchi L., D'amato M., Liccardi G. Urban air pollution and climate change as environmental risk factors of respiratory allergy: an update // *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*. 2010. V. 20. №2. P. 95-102.
3. D'Amato G., D'Amato M. Climate change, air pollution, pollen allergy and extreme atmospheric events // *Current Opinion in Pediatrics*. 2023. V. 35. №3. P. 356-361. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000001237>
4. Кобзарь В. Н. Критерии тератоморфозов пыльцы растений // *Медицина Кыргызстана*. 2014. №2. С. 39-41.
5. García-Mozo H., Oteros J. A., Galán C. Impact of land cover changes and climate on the main airborne pollen types in Southern Spain // *Science of the Total Environment*. 2016. V. 548. P. 221-228. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.005>
6. Armentia A., Lombardero M., Callejo A., Barber D., Gil F. M., Martin-Santos J. M., Arranz M. L. Is *Lolium* pollen from an urban environment more allergenic than rural pollen? // *Allergologia et immunopathologia*. 2002. V. 30. №4. P. 218-224. [https://doi.org/10.1016/S0301-0546\(02\)79124-6](https://doi.org/10.1016/S0301-0546(02)79124-6)
7. Romero-Morte J., Rojo J., Rivero R., Fernández-González F., Pérez-Badía R. Standardised index for measuring atmospheric grass-pollen emission // *Science of the Total Environment*. 2018. V. 612. P. 180-191. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.139>
8. Kmenta M., Bastl K., Kramer M. F., Hewings S. J., Mwange J., Zetter R., Berger U. The grass pollen season 2014 in Vienna: A pilot study combining phenology, aerobiology and symptom data // *Science of the Total Environment*. 2016. V. 566. P. 1614-1620. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.059>

9. Visez N., Ivanovsky A., Roose A., Gosselin S., Sénéchal H., Poncet P., Choël M. Atmospheric particulate matter adhesion onto pollen: a review // *Aerobiologia*. 2020. V. 36. P. 49-62. <https://doi.org/10.1007/s10453-019-09616-9>

References:

1. García-Mozo, H. (2017). Poaceae pollen as the leading aeroallergen worldwide: A review. *Allergy*, 72(12), 1849-1858. <https://doi.org/10.1111/all.13210>
2. D'Amato, G., Cecchi, L., D'amato, M., & Liccardi, G. (2010). Urban air pollution and climate change as environmental risk factors of respiratory allergy: an update. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*, 20(2), 95-102.
3. D'Amato, G., & D'Amato, M. (2023). Climate change, air pollution, pollen allergy and extreme atmospheric events. *Current Opinion in Pediatrics*, 35(3), 356-361. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000001237>.
4. Kobzar', V. N. (2014). Kriterii teratomorfozov pyl'tsy rastenii. *Meditcina Kyrgyzstana*, (2), 39-41.
5. García-Mozo, H., Oteros, J. A., & Galán, C. (2016). Impact of land cover changes and climate on the main airborne pollen types in Southern Spain. *Science of the Total Environment*, 548, 221-228. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.005>
6. Armentia, A., Lombardero, M., Callejo, A., Barber, D., Gil, F. M., Martin-Santos, J. M., ... & Arranz, M. L. (2002). Is Lolium pollen from an urban environment more allergenic than rural pollen?. *Allergologia et immunopathologia*, 30(4), 218-224. [https://doi.org/10.1016/S0301-0546\(02\)79124-6](https://doi.org/10.1016/S0301-0546(02)79124-6)
7. Romero-Morte, J., Rojo, J., Rivero, R., Fernández-González, F., & Pérez-Badía, R. (2018). Standardised index for measuring atmospheric grass-pollen emission. *Science of the Total Environment*, 612, 180-191. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.139>
8. Kmenta, M., Bastl, K., Kramer, M. F., Hewings, S. J., Mwange, J., Zetter, R., & Berger, U. (2016). The grass pollen season 2014 in Vienna: A pilot study combining phenology, aerobiology and symptom data. *Science of the Total Environment*, 566, 1614-1620. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.059>
9. Visez, N., Ivanovsky, A., Roose, A., Gosselin, S., Sénéchal, H., Poncet, P., & Choël, M. (2020). Atmospheric particulate matter adhesion onto pollen: a review. *Aerobiologia*, 36, 49-62. <https://doi.org/10.1007/s10453-019-09616-9>

Работа поступила
в редакцию 01.07.2024 г.

Принята к публикации
09.07.2024 г.

Ссылка для цитирования:

Кобзарь В. Н., Осмонбаева К. Б. Пыльца злаков как ведущий аэроаллерген // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №8. С. 81-90. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/105/10>

Cite as (APA):

Kobzar, V. & Osmonbaeva, K. (2024). Poaceae Pollen as the Leading Aeroallergen. *Bulletin of Science and Practice*, 10(8), 81-90. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/105/10>