

НАДЕЖДА АЛЕКСАНДРОВНА ЕЛЬКИНА

кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и физиологии растений Института биологии, экологии и агротехнологий, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
z_nat2003@mail.ru

КАЛЕНДАРЬ ПЫЛЕНИЯ АЛЛЕРГЕННЫХ РАСТЕНИЙ г. ПЕТРОЗАВОДСКА

Представлены результаты многолетнего аэропалинологического мониторинга на территории г. Петрозаводска с применением гравиметрического метода. Продолжительность сезона пыления в Петрозаводске составляет в среднем 18 декад с начала апреля до окончания сентября. Максимальное содержание в воздухе города пыльцевых зерен, обладающих аллергенными свойствами, зафиксировано в мае – июне – от 50 до 71 % от общего количества аллергенной пыли за сезон наблюдения. В аэропалинологическом спектре Петрозаводска аллергенными свойствами обладает пыльца растений 8 древесных и 6 травянистых таксонов: *Alnus* Mill., *Betula* L., *Pinus* L., *Populus* L., *Salix* L., *Ulmus* L., *Fraxinus* L., *Tilia* L., *Plantago* L., *Chenopodium* L., *Rumex* L., *Artemisia* L., *Urtica* L., *Poaceae* Barnh. По результатам исследований составлен календарь пыления аллергенных растений для Петрозаводска. Городской календарь пыления может быть использован врачами-аллергологами для уточнения причин возникновения поллиноза, а также для составления рекомендаций по озеленению городской территории.

Ключевые слова: аэропалинология, аллергенная пыльца, календарь пыления, г. Петрозаводск, поллиноз

ВВЕДЕНИЕ

Поллиноз (сенная лихорадка) чаще всего проявляется в весенне-летний и осенний периоды. Заболевание сезонно и связано с палинацией определенных видов растений. Повсеместно отмечается рост аллергических заболеваний, в том числе поллиноза. В разных странах мира поллинозами страдает от 0,2 до 40 % населения [13]. Поллиноз способен значительно влиять на качество жизни и часто требует дорогостоящего, длительного лечения [8]. Во флоре любого региона имеется ряд видов растений, продуцирующих аллергенную пыльцу, а на урбанизированных территориях часто встречаются интродуцированные или заносные виды растений, пыльца которых также проявляет аллергенную активность. Календарь пыления растений с аллергенной пылью, составленный для определенной климатогеографической зоны, позволит более точно сопоставлять начало палинации растений на конкретной территории с началом заболевания и установить группу пыльцевых аллергенов, на которые реагирует пациент.

С конца 80-х годов прошлого столетия создана международная аэропалинологическая служба для слежения за качественным и количественным составом пыльцевого дождя и составления прогнозов пыления наиболее распространенных аллергенных растений. До 2004 года аэропалинологическая станция МГУ (Москва) была единственной на территории Российской Федерации, производившей постоянный мониторинг по стандартной международной методике. В настоящее время ведутся исследования пыльцевых

спектров атмосферы и опубликованы календари пыления аллергенных растений для Москвы, Новосибирска, Рязани, Барнаула, Петрозаводска и других городов РФ [4], [7], [10], [11], [16], [17]. В Республике Карелия (Петрозаводск) аэропалинологический мониторинг начат с 2005 года [5], [6] и продолжается по настоящее время. На территории города представлено около трети видов флоры Карелии [1]. Уникальной особенностью города является сохранение на его территории мест произрастания многих аборигенных лесных, луговых, болотных, прибрежно-водных, скальных растений и ряда редких видов растений карельской флоры. В то же время многообразие вторичных экотопов – промышленных, транспортных, рудеральных, сегетальных, культурных и т. д. – дает возможность широкого распространения в городе адвентивных видов, расселения новых заносных и дичающих из культуры видов растений [12].

Цель исследования – проанализировать данные многолетнего аэропалинологического мониторинга в Петрозаводске и представить календарь пыления растений, продуцирующих аллергенную пыльцу.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В статье представлены результаты аэропалинологического мониторинга на территории Петрозаводска с 2009 по 2016 год и составлен календарь пыления растений, которые продуцируют пыльцу, обладающую аллергенными свойствами. Для выполнения исследования использованы методы аэропалинологического

и цитологического анализа [9]. Для улавливания пыльцевых зерен был использован гравиметрический метод, как наиболее удобный и простой. Гравиметрический пылеуловитель не требует подключения к электросети и может применяться практически везде. Несмотря на то что гравиметрический метод не позволяет оценить содержание пыльцы в единице объема воздуха, он дает точное представление о качественном составе пыльцевого спектра и динамике содержания пыльцевых зерен в воздушной среде, сроках начала и окончания пыления аллергенных растений.

Гравиметрический пылеуловитель Дюрама – это конструкция из двух металлических пластин диаметром 23 см, расположенных друг над другом на расстоянии 11,5 см. На нижней пластине на невысокой подставке находится улавливающая поверхность – предметное стекло с нанесенной на него тонким слоем смеси вазелина и воска. В соответствии с рекомендациями [9] прибор был установлен на высоте примерно 5 м на крыше нежилого сооружения в микрорайоне Древлянка Петрозаводска (пр. Лесной) на удалении не менее 0,5 км от парков и лесных массивов. Наблюдения проводились ежегодно с начала марта до конца октября. Замену стекла проводили один раз в 10 дней. За весь период наблюдения было исследовано более 190 аэропалинологических проб.

Каждая проба была препарирована с применением глицерин-желатины с сафранином. Все живые пыльцевые зерна окрашиваются сафранином в розовый цвет различной интенсивности, что значительно облегчает обнаружение, определение и подсчет пыльцевых зерен в препарате. Подсчет и идентификацию пыльцевых зерен в препаратах проводили под световым микроскопом (МИКМЕД-6) при увеличении $\times 400$. Нативные пыльцевые зерна близких видов под световым микроскопом очень схожи, и чаще всего таксономическая принадлежность пыльцы при аэропалинологических исследованиях может быть определена до рода, а в некоторых случаях – только до семейства [9].

В пробах определяли таксономическую принадлежность пыльцевых зерен и их количество. Для получения нормированных данных содержание пыльцы каждого таксона пересчитывали на 1 см^2 . Для адекватной оценки содержания пыльцы в пробе необходимо исследовать не менее 20 % общей площади препарата [9], [15].

Из стандартного списка для аэропалинологического наблюдения [9], [14] были исключены некоторые таксоны, представители которых не произрастают или редки в Петрозаводске, а также растения, пыльцевые зерна которых в воздухе города фиксируются не ежегодно и в малых количествах (менее $1 \text{ п. з./см}^2/\text{декада}$).

Календарь пыления аллергенных растений представлен в виде таблицы, где изменения со-

держания пыльцы в воздухе Петрозаводска за декаду показаны в градациях серого.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что пыльца растений, вызывающая поллиноз, обладает следующими свойствами: относится к анемофильным видам, широко распространенным в данном регионе; продуцируется в больших количествах; легкая, летучая, не превышающая в диаметре 35 мкм ; имеет выраженные аллергенные свойства [9], [14].

Согласно литературным данным и нашим исследованиям, пыльца представителей 8 родов древесных растений (*Alnus* Mill., *Betula* L., *Pinus* L., *Populus* L., *Salix* L., *Ulmus* L., *Fraxinus* L., *Tilia* L.), 5 родов травянистых растений (*Plantago* L., *Chenopodium* L., *Rumex* L., *Artemisia* L., *Urtica* L.), а также семейства *Poaceae* Barnh. (*Gramineae* Juss) имеет выраженные аллергенные свойства, которые способны быть причиной поллиноза на изучаемой территории [2], [5].

Аэропалинологические наблюдения в Петрозаводске показали, что основной состав пыльцевого спектра в различные годы меняется несущественно, однако сроки, интенсивность и характер пыления могут значительно варьировать. Сезон пыления чаще всего начинается с начала апреля (реже с конца марта) и продолжается до середины (реже до окончания) сентября. В различные годы наблюдения сроки наступления и продолжительность палинации изучаемых растений могут варьировать в среднем на 1–2 декады.

Общее количество пыльцевых зерен в разные сезоны пыления может отличаться в 1,5–2 раза. Минимальное количество пыльцы зафиксировано в 2009 году (5737 п. з./см^2), максимальное – в 2012 году (11911 п. з./см^2). В среднем суммарное количество пыльцы в сезоне пыления составляет $7000\text{--}8000 \text{ п. з./см}^2$.

В составе аэропалинологического спектра Петрозаводска всегда преобладает аллергенная пыльца (в среднем 89 %). На долю пыльцы древесных растений приходится 80 %. Помимо аллергенной пыльцы в пробах ежегодно фиксируется небольшое количество пыльцевых зерен, не имеющих выраженной аллергенной активности (*Picea*, *Apiaceae* и *Asteraceae* (кроме рода *Artemisia*)) – в среднем 6 %, а также поврежденные и пыльцевые зерна с неустановленной таксономической принадлежностью (около 5 %).

Пыльца растений 6 таксонов составляет основу аэропалинологического спектра: *Pinus*, *Betula*, *Alnus*, *Salix*, *Artemisia*, *Poaceae*. Средняя доля пыльцевых зерен растений данных таксонов составляет 84 % от общей суммы аллергенной пыльцы. Доминирующее положение занимает *Pinus* – 33 % и *Betula* – 32 %, доля пыльцы *Alnus* составляет 9 %, *Salix* и *Poaceae* – по 4 %, а меньше всего – 1,7 % – *Artemisia* (рис. 1).

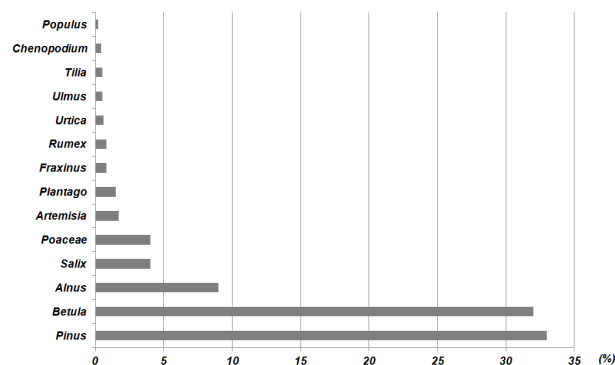


Рис. 1. Доля пыльцы растений различных таксонов в аэропалинологическом спектре г. Петрозаводска (%)

Пыльцевые зерна *Betula*, *Alnus* и *Pinus* появляются в воздухе Петрозаводска на 1–4 декады раньше, чем начинается их пыление на территории города. Цветение березы, ольхи и раскрытие микростробил сосны в регионах Российской Федерации, расположенных южнее Республики Карелия [6], начинается в более ранний период. Благодаря летучести пыльца данных древесных растений способна перемещаться с воздушными массами на значительные расстояния [3]. Таким образом, наличие небольшого количества пыльцы растений указанных таксонов в ранний весенний период в аэропалинологическом спектре можно связать именно с этим фактом. Для растений остальных таксонов начало пыления практически совпадает со сроками их цветения.

Исходя из качественного и количественного состава пыльцы сезон пыления аллергенных растений на территории Петрозаводска можно разделить на три периода. Первый – весенний – период продолжается с начала пыления до конца мая, второй период – летний – с июня до окончания июля, третий – летне-осенний – с августа до окончания пыления аллергенных растений.

В первый период сезона пыления (апрель – май) в спектре встречается пыльца только древесных растений. Доминируют сережкоцветные. В среднем на первый период пыления приходится 22 % от общего количества аллергенной пыльцы за сезон наблюдения. Первыми в спектре одновременно фиксируется пыльца ольхи и березы. Количество пыльцевых зерен березы в среднем составляет около 40 % от всей пыльцы весеннего периода (рис. 2). Доля пыльцы ольхи – 35 %. Максимальные значения, как правило, достигаются в 3-й декаде мая. Чуть позднее фиксируется появление пыльцевых зерен различных видов ив (в среднем 15 %), а затем ясеня (в среднем 3 %). Пыльца растений таких родов, как вяз, сосна и тополь (осина), присутствует в спектре в данный период в количестве, не превышающем 1 %. К наступлению 2-го периода пыления пыльцевые зерна ольхи выбывают из спектра, тогда как пыльца березы начинает более активно поступать в воздушную среду в связи с наступлением массового цветения на территории города.

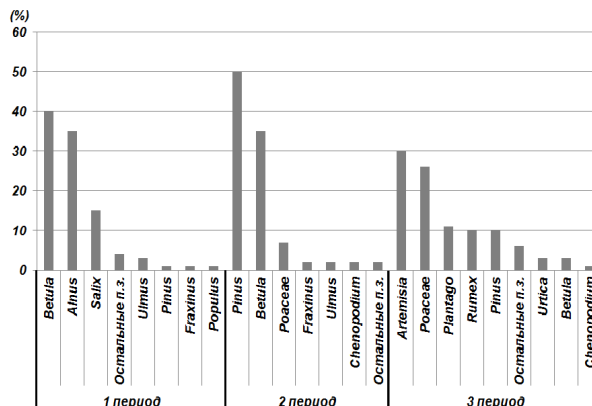


Рис. 2. Таксономическая характеристика периодов сезона пыления в г. Петрозаводске

Второй период сезона пыления (июнь – июль) более разнообразен в таксономическом отношении. В пыльцевом спектре появляется пыльца травянистых растений. В этот период количество аллергенной пыльцы в воздухе увеличивается более чем в 3 раза (в среднем 68 % от общегодовой суммы). Доминирует пыльца сосны (в среднем 50 % от суммы пыльцы второго периода), а доля березы составляет 35 % (см. рис. 2).

Ежегодно регистрируются два пика содержания пыльцевых зерен в воздухе (1-я и 3-я декады июня), что связано с продолжающимся массовым пылением березы, а затем раскрытием микростробил сосны и началом пыления злаков, подорожника и мари. Кроме того, в незначительном количестве зафиксирована пыльца интродуцентов – вяза, ясеня, цветущих на территории города в начале лета. Конец июня – период самого интенсивного пыления различных представителей семейства злаков. Кроме того, в пробах воздуха увеличивается количество пыльцевых зерен подорожника, мари, появляется пыльца щавеля, крапивы. К наступлению 1-й декады июля количество пыльцы древесных растений снижается, хотя они по-прежнему составляют основу спектра.

С наступлением третьего периода пыления (август – сентябрь) количество аллергенной пыльцы в воздухе города резко снижается и составляет в среднем 10 % от общегодовой суммы. Доминирует пыльца травянистых растений. Пыльцевые зерна полыни появляются в 1-ю декаду августа, ее доля ежегодно составляет не менее 30 % от суммы пыльцевых зерен третьего периода (см. рис. 2). Травы в спектре представлены также пылью злаков (в среднем 26 %), подорожника и щавеля (в среднем 11 % и 10 % соответственно). В незначительных количествах присутствует пыльца мари – около 1 %. Содержание пыльцевых зерен древесных растений в этот период уже невелико. Регистрируются только пыльцевые зерна сосны (до 10 %) и березы (до 3 %). Сезон пыления заканчивается, как правило, в конце сентября с наступлением заморозков и холодов.

Длительность нахождения в воздушной среде пыльцевых зерен растений различных таксонов

составляет от 1 до 16 декад. Продолжительность пыления таких растений, как липа, вяз, ясень, составляет в среднем 1–3 декады. На территории Петрозаводска эти роды представлены 1–3 видами, зацветающими одновременно. Длительность пыления таксонов *Populus*, *Rumex*, *Salix* может продолжаться до 8 декад. Зацветание растений происходит поочередно, но без специальной обработки, невозможной в случае аэропалинологического мониторинга, пылевые зерна близкородственных видов трудноразличимы под световым микроскопом и чаще всего определяются как единый паллиотип. Пыльца злаков может оставаться в составе

спектра еще дольше (7–12 декад), в том числе и за счет того, что цветение данных растений после скашивания газонов и дворовых территорий может возобновляться. Самое продолжительное время в воздухе Петрозаводска присутствует пыльца березы и сосны (11–16 декад), что, по-видимому, можно связать с большой пылевой продуктивностью данных растений, хорошими аэродинамическими свойствами пылевых зерен, а также подъемом пыльцы ветром с поверхности почвы [3], [11], [15].

Результатом многолетних аэропалинологических исследований стал календарь пыления аллергенных растений для Петрозаводска (рис. 3).

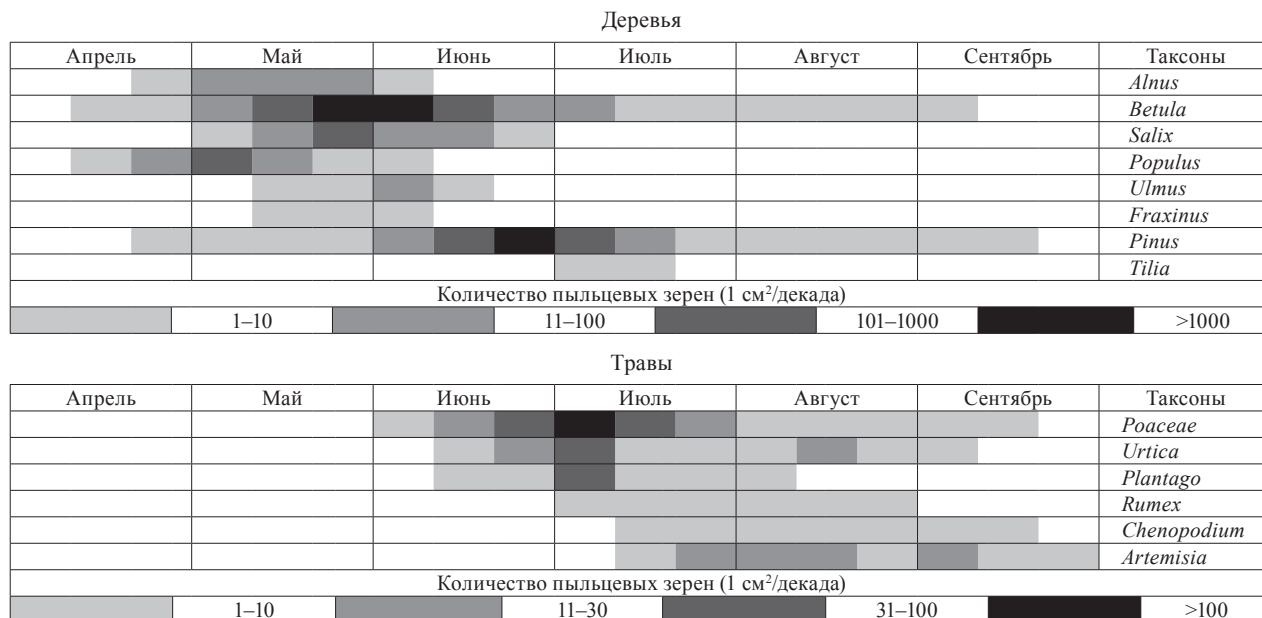


Рис. 3. Календарь пыления аллергенных растений для г. Петрозаводска (2009–2016 годы)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Аэропалинологические исследования позволяют установить не только систематическую принадлежность пылевых зерен, но и сроки появления, динамику содержания пыльцы в воздухе по периодам пыления и месяцам сезона наблюдения. Многолетний мониторинг воздушной среды Петрозаводска показал, что состав пылевого спектра практически не меняется, однако сроки, интенсивность и характер пыления растений могут значительно варьировать. В течение полугода в атмосфере города присутствуют пылевые зерна, обладающие аллергенными свойствами. Максимальное содержание пыльцы в атмосфере наблюдается в мае и (или) июне. Количество аллергенной пыльцы в данные месяцы составляет не менее 50 % от общего количества за сезон на-

блюдения, но может достигать и больших величин (71 %). Второй по насыщенности атмосферы аллергенной пылью месяц – июль (в среднем 20 %). Самое низкое содержание пыльцы в атмосфере наблюдается в сентябре (в среднем 2 %). Большинство видов растений, которые продуцируют аллергенную пыльцу, – аборигенные и повсеместно произрастают в Петрозаводске и в его окрестностях.

Локальный календарь пыления даст возможность врачам-аллергологам более точно диагностировать поллинозы на территории Петрозаводска и близлежащих населенных пунктов. Кроме того, озеленение и благоустройство городской территории с учетом знаний об аллергенных растениях будет способствовать улучшению качества жизни пациентов и более эффективной профилактике аллергических заболеваний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипина Г. С., Венжик Ю. В., Тойвонен И. М. Конспект флоры сосудистых растений г. Петрозаводска. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. 110 с.
2. Беклемишев Н. Д., Ермакова Р. К., Могикиевич В. С. Поллинозы. М.: Медицина, 1985. 240 с.
3. Головкин В. В. Экологические аспекты аэропалинологии: Аналит. обзор / СО РАН. Ин-т химической кинетики и горения; ГПНТБ. Новосибирск, 2004. 107 с.

4. Головкин В. В., Куценогий К. П., Бизин М. А., Попова С. А. Изменчивость счетной и массовой концентрации пылевой компоненты атмосферного аэрозоля летом в окрестностях г. Новосибирска // *Оптика атмосферы и океана*. 2013. № 3. С. 196–202.
5. Елькина Н. А. Состав и динамика пылевого спектра воздушной среды г. Петрозаводска. СПб., 2008. С. 11–13.
6. Елькина Н. А. Аэропаллинологические исследования. Состав и динамика пылевого спектра воздушной среды г. Петрозаводска. LAP – Lambert Academic publishing, раздел «Экология», 2011. 156 с.
7. Именитова А. С., Пупышева С. А., Жуйкова И. А. Анализ таксономического состава и динамики аэропаллинологического спектра Северо-Востока Русской равнины // *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. 2016. Т. 15. С. 871–87 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2016/96088.htm> (дата обращения 12.10.2018).
8. Клиническая аллергология и иммунология. Руководство для практикующих врачей / Под ред. Л. А. Горячкиной, К. П. Кашкина. М.: Миклош, 2009. С. 351–362.
9. Мейер-Меликян Н. Р., Северова Е. Э., Гапочка Г. П., Полевова С. В., Бовина И. Ю. Принципы и методы аэропаллинологических исследований. М.: Изд-во МГУ, 1999. 49 с.
10. Ненасева Г. И. Аэропаллинологический мониторинг аллергенных растений г. Барнаула: Монография / Ин-т водн. и экол. проблем СО РАН. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. 132 с.
11. Посевина Ю. М., Иванов Е. С., Северова Е. Э. Палиноэкологическая оценка качества атмосферного воздуха // *Вестник РУДН. Сер. Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2010. № 5. С. 15–22.
12. Растения и лишайники города Петрозаводска (аннотированные списки видов) / Под ред. Г. С. Антипиной. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. 208 с.
13. Терехова Е. П. Современные методы лечения сезонной аллергии: роль антигистаминных препаратов // *Аллергология и иммунология*. 2017. № 1 (7). С. 28–35.
14. Allergy service Guide in Europe. (S. Nilsson, F. Th. M. Spieksma, Eds.). Swedish Museum of Natural History, 1994. 124 p.
15. Emberlin J. Aerobiology, aerodynamics and pollen sampling // *Postepy Dermatologii i Alergologii XX*. 2003. No 4. P. 196–199.
16. Severova E., Volkova O. Variations and trends of Betula pollen seasons in Moscow (Russia) in relation to meteorological parameters // *Aerobiologia*. 2017. Vol. 33. Issue 2. P. 253–264.
17. Volkova O., Severova E., Nosova M. Six years of observation of airborne and deposited pollen in central European Russia: first results // *Grana*. 2016. Vol. 55. Issue 4. P. 311–318.

Elkina N. A., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

POLLEN CALENDAR OF ALLERGENIC PLANTS IN PETROZAVODSK

The article presents the results of long-term aeropalinological monitoring in the territory of Petrozavodsk using the gravimetric method. The average duration of the pollen season in Petrozavodsk is 18 decades – from the beginning of April to the end of September. The maximum content of allergen pollen in the city air was recorded in May and June – from 50 % to 71 % of the annual amount of allergenic pollen. In the aeropalinological spectrum of Petrozavodsk, the pollens of the following 8 trees and 6 herbaceous taxa have allergenic properties: *Alnus* Mill., *Betula* L., *Pinus* L., *Populus* L., *Salix* L., *Ulmus* L., *Fraxinus* L., *Tilia* L., *Plantago* L., *Chenopodium* L., *Rumex* L., *Artemisia* L., *Urtica* L. and *Poaceae* Barnh. Based on the results of the study, an average pollen calendar for Petrozavodsk was compiled. The local pollen calendar can be used by allergists to clarify the reasons for pollinosis, as well as to draw up recommendations on the greening of urban areas.

Key words: aeropalinology, allergenic pollen, pollen calendar, Petrozavodsk, pollinosis

REFERENCES

1. Antipina G. S., Venzhik Yu. V., Tojvonen I. M. Summary of the vascular flora in Petrozavodsk. Petrozavodsk, 2001. 110 p. (In Russ.)
2. Beklemishev N. D., Ermekova R. K., Mogikevich V. S. Pollinosis. Moscow, 1985. 240 p. (In Russ.)
3. Golovko V. V. Ecological aspects of aeropalinology: analytical review. Novosibirsk, 2004. 107 p. (In Russ.)
4. Golovko V. V., Kucenogij K. P., Bizin M. A., Popova S. A. Variability of the number and mass concentration of the pollen component of the summer atmospheric aerosol around the city of Novosibirsk. *Atmospheric and Oceanic Optics*. 2013. No 3. P. 196–202. (In Russ.)
5. El'kina N. A. Composition and dynamics of pollen spectrum in the air environment of Petrozavodsk. St. Petersburg, 2008. P. 11–13. (In Russ.)
6. El'kina N. A. Aeropalinological research. Composition and dynamics of pollen spectrum in the air environment of Petrozavodsk. LAP – Lambert Academic publishing, Ecology Series, 2011. 156 p. (In Russ.)
7. Imenitova A. S., Pupyshcheva S. A., Zhujkova I. A. Analysis of the taxonomic composition and dynamics of the aeropalinological spectrum in the north-east of the Russian Plain. *Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal "Koncept"* [Scientific and methodological electronic journal "Koncept"]. 2016. Vol. 15. P. 871–875. Available at: <http://e-koncept.ru/2016/96088.htm> (accessed 12.10.2018) (In Russ.)
8. Clinical allergology and immunology. A guide for practicing physicians. (L. A. Gorjachkina, K. P. Kashkin, Eds.). Moscow, 2009. P. 351–362. (In Russ.)
9. Mejer-Melikyan N. R., Severova E. E., Gapochka G. P., Polevova S. V., Bovina I. Yu. Principles and methods of aeropalinological research. Moscow, 1999. 49 p. (In Russ.)
10. Nenasheva G. I. Aeropalinological monitoring of allergenic plants in Barnaul: monograph. Novosibirsk, 2013. 132 p. (In Russ.)
11. Posevina Yu. M., Ivanov E. S., Severova E. E. Palynoecological assessment of air quality. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2010. No 5. P. 15–22. (In Russ.)
12. Plants and lichens of Petrozavodsk (annotated lists of species). (G. S. Antipina, Ed.). Petrozavodsk, 2010. 208 p. (In Russ.)
13. Terehova E. P. Modern methods of treating seasonal allergies: the role of antihistamines. *Allergology and Immunology*. 2017. No 1 (7). P. 28–35. (In Russ.)
14. Allergy Service Guide in Europe. (S. Nilsson, F. Th. M. Spieksma, Eds.). Swedish Museum of Natural History, 1994. 124 p.
15. Emberlin J. Aerobiology, aerodynamics and pollen sampling. *Postepy Dermatologii i Alergologii XX*. 2003. No 4. P. 196–199.
16. Severova E., Volkova O. Variations and trends of Betula pollen seasons in Moscow (Russia) in relation to meteorological parameters. *Aerobiologia*. 2017. Vol. 33. Issue 2. P. 253–264.
17. Volkova O., Severova E., Nosova M. Six years of observation of airborne and deposited pollen in central European Russia: first results. *Grana*. 2016. Vol. 55. Issue 4. P. 311–318.

Поступила в редакцию 12.03.2018