

ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ СО РАН

Г.И. Ненашева

**АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЙ
МОНИТОРИНГ
АЛЛЕРГЕННЫХ РАСТЕНИЙ
г. БАРНАУЛА**

Ответственный редактор
д-р геогр. наук *А.Ш. Хабидов*



НОВОСИБИРСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
2013

УДК 616+574
ББК 52.721+28.58
Н51

Рецензенты
д-р геогр. наук *Г.Ю. Ямских*
д-р биол. наук *М.М. Силантьева*

Ненашева Г.И.

Н51 Аэропалинологический мониторинг аллергенных растений г. Барнаула : монография / Г.И. Ненашева; Ин-т водн. и экол. проблем СО РАН. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 132 с.

ISBN 978-5-7692-1313-7

По результатам многолетних аэропалинологических наблюдений автором установлены качественные и количественные характеристики пыльцевого спектра воздушной среды, динамика пыления аллергенных растений г. Барнаула. Исследования позволили подойти к моделированию аропалинологической составляющей воздушной среды весенне-летнего периода для всей территории Алтайского края. Аэропалинологические исследования наряду с фенологическими и метеорологическими наблюдениями необходимы при ландшафтном обустройстве города, при медико-географических, эколого-географических, рекреационных изысканиях.

Монография рассчитана на экологов, ботаников, медиков, географов.

*Утверждено к печати
Ученым советом Института водных и экологических проблем СО РАН*

ISBN 978-5-7692-1313-7

© Ненашева Г.И., 2013
© Институт водных и экологических проблем СО РАН, 2013

ВВЕДЕНИЕ

Общественное производство изменяет окружающую среду, воздействуя прямо или косвенно на все ее элементы. Это воздействие и его негативные последствия особенно усилились в эпоху современной НТР, когда масштабы человеческой деятельности, охватывающей почти всю географическую оболочку Земли, стали сравнимы с действием глобальных природных процессов.

Биологическая составляющая (пыльца растений) наиболее объективно может продемонстрировать, насколько благоприятна или, наоборот, опасна обстановка в том или ином регионе для человека и позволит избежать нежелательных эффектов.

Ухудшение экологической обстановки вызывает повышение уровня аллергизации. Пыльцевые зерна обладают способностью адсорбировать на своей поверхности различные вещества и частицы небиологического происхождения, могут переносить пыль и разнообразные поллютанты на значительные расстояния. Под воздействием окружающей среды белковый состав и аллергенные свойства самих пыльцевых зерен могут претерпевать серьезные изменения, что, как правило, вызывает усиление ответной аллергической реакции организма человека. Загрязнение окружающей среды приводит к увеличению периода пыления растений. Поэтому мониторинг за пылью аллергенных растений городов особенно актуален [Дзюба, 2006].

Огромное количество работ свидетельствует о широком распространении в мире поллинозов, о значительных своеобразиях в распространении пыльцы в атмосфере, различиях видового состава пыльцевых аллергенов, что подтверждает важность изучения характера распространения аллергенных растений во всех природных зонах и выявление закономерностей в аэропалинологическом режиме. В возникновении и течении поллинозов значительную роль играют природные географические условия, характер растительности, распространенность аллергенных растений, сроки и длительность их цветения, количественный и качественный состав пыльцы в возду-

хе, вариации содержания пыльцы в зависимости от сезона и условий погоды. Для каждого региона необходимо сформировать представление об аллергенных растениях и их пыльцевых комплексах.

Для развития заболевания человеку достаточно вдохнуть 500 зерен пыльцы (п. з), т.е. ее концентрация должна быть не менее 25 п. з./м³ воздуха. Чтобы определить концентрацию пыльцы в воздухе, Российской ассоциацией аллергологов и клинических иммунологов, Московским государственным университетом и компанией «Никомед» организованы аэропалинологические исследования в Барнауле, Иркутске, Нижнем Новгороде, Москве, Перми, Пятигорске, Санкт-Петербурге и Смоленске.

Для специалистов, а также людей, страдающих поллинозом, ежедневно в период пыления и спорообразования (с апреля по август) обновляется информация о содержании пыльцы аллергенных растений и спор грибов в воздухе крупных городов (см. сайты: www.kestine.ru и www.allergology.ru).

В предлагаемой работе автор приводит материалы собственных исследований за весенне-летний период с 2004 по 2012 г. [Ненашева, 2004, 2006–2012]. Пыльцевой мониторинг проводился по методике современных аэропалинологических исследований [Принципы..., 1999].

Полученные автором результаты содержат информативный материал о пылении аллергенных растений в условиях лесостепной зоны (г. Барнаул). Аэропалинологические исследования наряду с фенологическими и метеорологическими наблюдениями необходимы при ландшафтном обустройстве города, при проведении медико-географических, эколого-географических, рекреационных изысканий.

Глава 1

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА г. БАРНАУЛА

Город Барнаул расположен в восточной части Приобского плато на границе с долиной р. Обь. *Рельеф* территории города определяется основными геоморфологическими структурами – Приобским плато, на котором расположен город, и долинами рек Оби и Барнаулки [Энциклопедия..., 2000].

Долины этих рек асимметричны. Левый берег Оби и правый Барнаулки крутые и высокие, противоположные склоны рек пологие или с небольшими уступами. Река Барнаулка течет в ложбине древнего стока, пересекающей южную часть города с юго-запада на северо-восток. Ее террасированная долина – типичная аккумулятивная форма рельефа – прослеживается в центре города от ул. Молодежной до ул. Льва Толстого. Сама пойма не широкая (50–200 м), приурочена к ложбине древнего стока, а в северо-западном направлении простираются три надпойменные террасы с высотами от 137 до 185 м над ур. м. В районе Барнаула отмечается шесть террас, первые четыре из них аккумулятивные, пятая и шестая – структурные. Абсолютные отметки высот – от 132–135 м вблизи устья Барнаулки до 230–250 м в северной части города; а общий наклон поверхности – с северо-запада на юго-восток к долине Барнаулки. Пойменная терраса Оби расположена в районе пристани, к северо-западу от железнодорожного моста.

В южной части Барнаула находится так называемая нагорная часть города – водораздел между долинами Оби и Барнаулки. Рельеф осложнен эрозионными структурами средних и мелких форм: долиной р. Пивоварки (12 км), мелкими понижениями, оврагами. Склоны в долине Оби довольно крутые (25–60°), местами обрывистые, высотой 50–110 м; они подвержены суффозионным процессам, плоскостному смыву и оврагообразованию. Пойменная терраса Оби прослеживается в районе пристани к северо-западу от железнодорожного моста. Абсолютные отметки ее поверхности изменяются от 131 до 137 м [Атлас Барнаула..., 2006].

Глава 2

ПЫЛЬЦА КАК ПРИЧИНА ПОЛЛИНОЗА

Пыльца различных растений вызывает поллиноз. *Пыльца* (*pollen*) представляет собой совокупность пыльцевых зерен (*pollen grain*) – сильно редуцированных мужских гаметофитов. Основная функция пыльцевого зерна (п.з.) – рассеяние мужских гамет. Каждое пыльцевое зерно является одним из партнеров в процессе оплодотворения, приводящим к образованию семени и, в конечном счете, – нового растения (спорофита). Форма п. з., структура и скульптура его оболочки детерминированы генетически и несут специфические признаки, т.е. пыльцевые зерна растений, принадлежащих к разным таксонам, имеют свои характерные особенности строения. В каждом отдельно взятом п. з. содержится вся генетическая информация, необходимая для развития гаплоидного растения, или эмбриоида (цит. по: [Дзюба, 2005; Клох, 1984]). При оплодотворении эта информация передается женской гамете, что в результате приводит к формированию диплоидной стадии существования растения или спорофита (сначала семени, а затем растения). Пыльцевое зерно – 2–3-клеточное образование, формирующееся, как правило, из материнских клеток внутри пыльников, по четыре (в тетрадах), служащее для размножения растений [Дзюба, 2005].

Каждое п. з. содержит внутри своей многослойной, сложно устроенной оболочки (спородермы) вегетативную клетку и погруженную в ее цитоплазму генеративную клетку. Поверхность спородермы имеет характерный для каждого вида пыльцы рисунок (скульптуру), который используется для ее идентификации. Морфологические характеристики пыльцевых зерен при микроскопических исследованиях рассматривают основные их признаки, а именно: полярность, симметрия, форма, размер, апертуры и др. Словарь основных палинологических терминов приводится в Прил. 6.

Размеры пыльцы различны: 2–5 мкм, например, у незабудки, 250 мкм – у тыквы. Ветроопыляемые (анемофильные) растения, доминирующие в растительном покрове внетропической суши, имеют пыльцу средних размеров – 10–30 (60) мкм [Сладков, 1962; Фебри,

Глава 3

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА

Изучение морфологии пыльцы началось в конце XVII в. – со времени изобретения микроскопа. Палинология – это наука о пыльце и спорах растений [Эрдтман, 1936]. Спорово-пыльцевой анализ в настоящее время применяется весьма широко во многих областях науки: в стратиграфии, палеонтологии, палеогеографии, палеоклиматологии, истории развития и формирования растительности, систематике растений, археологии и экологии, медицине, криминалистике и т.д. Метод пыльцевого анализа занял свое место в различных областях.

Преимущества палинологического метода:

1. Каждое пыльцевое зерно (п. з.) и спору можно идентифицировать до семейства, рода, а иногда и вида, благодаря их морфологическим особенностям.

2. Высшие растения продуцируют огромное количество пыльцевых зерен и спор, оболочки которых, попадая на поверхность, фоссилизуются, становясь компонентами осадочных отложений, сохраняя при этом свои морфологические особенности.

3. Оболочка как п. з., так и споры (спородерма) состоит из химического вещества, в том числе из спорополленина, который устойчив к различным физическим и химическим воздействиям; пыльцевые зерна и споры благодаря характерному морфологическому строению легко переносятся ветром, водами, птицами, насекомыми.

Палинологическая наука объединяет множество научных направлений. *Мелиссопалинапогия* (или апипалинология) изучает пыльцу, извлеченную из меда и других пчелопродуктов. *Криминалистическая палинология* призвана помогать экспертам-криминалистам. *Палеопалинология* – наука о древней пыльце и современных ей палинофлорах, а значит, и о современных ей периодах в развитии Земли. Широко известно применение палинологического метода для решения проблем стратиграфии и палеогеографии. *Археологическая палинология* – наука, тесно связанная с археологией. Пыльца

способствует установлению истины о том, как и чем жил человек много веков назад. *Экологическая палинология* – молодая наука, которая развивается как самостоятельное звено в цепи экологического мониторинга состояния окружающей среды в настоящем и в далеком прошлом нашей планеты. *Аэропалинология* (или медицинская палинология) занимается преимущественно изучением микрочастиц (в первую очередь пыльцы), находящихся в воздухе и способных вызывать у людей аллергические реакции [Дзюба О.Ф. Палинология. – [Электронный ресурс]. –URL: <http://www.russika.ru>].

Аэропалинология – область современной биологии, изучающая пассивно циркулирующие в атмосфере п. з. и споры растений. Термин «аэробиология» был предложен в 1930-х гг. для описания микроорганизмов верхних слоев атмосферы. Позднее этот термин был расширен. В настоящее время к аэробиологическим объектам относят все биологические частицы, циркулирующие в атмосфере: вирусы, бактерии, водоросли, грибы, споры, пыльцевые зерна, фрагменты лишайников, растений, насекомых, простейшие и т.д. Абиотические частицы и газы (дым, смог, пыль и др.), влияющие на живые организмы, рассматриваются сегодня в рамках аэробиологических исследований [Принципы..., 1999].

Особое значение аэропалинологические исследования приобрели в последние годы в связи с повсеместным ростом числа заболеваний, вызванных аэроаллергенами.

Изучение пыльцевого дождя – совокупности пыльцы и спор, циркулирующих в атмосфере, – проблема, привлекающая в последние десятилетия внимание специалистов самого разного профиля. Контроль качественного и количественного состава пыльцевого дождя, закономерности его формирования, особенности сезонной и суточной динамики пыления отдельных таксонов, роль пыльцевых зерен в формировании и развитии поллинозов, изменение свойств и структуры пыльцевых зерен под влиянием меняющейся среды – перечень проблем, активно дискутируемых в настоящее время в научной литературе. Решение этих вопросов в той или иной степени связано с проблемой мониторинга аэропалинологического состояния атмосферы, с развитием постоянно действующей сети станций слежения за качественным и количественным составом пыльцевого дождя [Принципы..., 1999].

В целях диагностики и прогнозирования особый интерес для исследователей представляют долговременные наблюдения, организованные по стандартной методике на обширных территориях. Начало созданию такой сети станций в Западной Европе было положено в 1970-х гг., а в конце 1980-х гг. аэропалинологи большин-

ства европейских стран объединились для разработки единой программы исследований, создания международной службы и единого банка аэропаленологических данных, в который вошли сведения о динамике содержания в воздухе пылицы наиболее распространенных и аллергенных таксонов. Решение о создании европейской аэропаленологической службы (European Aeroallergen Network, EAN) под эгидой Международной ассоциации аэрибиологов (International Association of Aerobiologists, IAA) было принято на III Международном съезде аэрибиологов в Базеле (Швейцария, 1986). С 1988 г. начал функционировать Общеввропейский банк аэропаленологических данных, объединивший информацию более 100 национальных станций аэропаленологического мониторинга из большинства европейских стран. Начиная с 1993 г. банк данных представляет информацию о пылении разных растений на территории Европы и разрабатывает прогнозы пыления на основе текущих и многолетних аэропаленологических наблюдений и метеорологических данных. На основе базы данных разработаны карты распространения «волн пыления» и, соответственно, поллинозов в Европе, что послужило основой для составления прогнозов пыления наиболее аллергенных таксонов. Наблюдения проводятся в весенне-летний период при помощи волюметрического пылеуловителя Буркарда, позволяющего с большой точностью определять концентрации циркулирующих в воздухе частиц.

В окружающей человека атмосфере постоянно циркулирует огромное количество частиц разного происхождения. Эти частицы можно квалифицировать по происхождению, размерам и форме, по эффекту, который они вызывают, оседая на поверхности. Среди частиц биологического происхождения наиболее распространенными являются пыльца и споры растений – основной объект аэрибиологических исследований.

Современные аэрибиологические исследования изучают таксономический состав аэроспектра в различных регионах, оценивается доля пылицы различных таксонов, в том числе и аллергенной, устанавливаются сроки начала и продолжительности пыления таксонов; рассматривается влияние различных метеопараметров на концентрацию пылицы в атмосфере; аэрибиологические данные совмещают с данными аллергологических проб для установления следственно-причинных связей между присутствием в воздухе пылицы определенных растений и возникновением аллергических реакций, что помогает установить таксономическую принадлежность аэроаллергенов, характерных для регионов исследования, время их появления в воздушном спектре [Принципы..., 1999].

Для Европы было предложено проводить наблюдения за 15 таксонами, которые обладают явными аллергенными свойствами [Принципы..., 1999]:

- *Alnus* (*A. glutinosa*, *A. incana*, *A. viridis*),
- *Corylaceae* (*Carpinus*, *Corylus*, *Ostrya*),
- *Cupressaceae* (*Chamaecyparis*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Taxus*),
- *Oleaceae* (*Fraxinus*, *Olea*, *Jasminum*, *Syringa*),
- *Betula* (*B. pendula*, *B. pubescens*),
- *Pinaceae* (*Cedrus*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*),
- *Quercus* (*Q. ilex*, *Q. cerris*, *Q. robur*, *Q. rubra*),
- *Poaceae*,
- *Rumex* (*R. acetosa*, *R. crispus*, *R. obtusifolius*),
- *Plantago* (*P. coronopus*, *P. lanceolata*, *P. major*, *P. media*),
- *Castanea* (*C. sativa*),
- *Urticaceae* (*Parietaria judaica*, *P. officinalis*, *Urtica dioica*),
- *Chenopodiaceae*,
- *Artemisia* (*A. annua*, *A. verlatorum*, *A. vulgaris*),
- *Ambrosia* (*A. artemisiifolia*, *A. elatior*).

При региональных наблюдениях этот список могут дополнять другие растения, пыльца которых вызывает вспышки поллиноза именно в данной местности, некоторые же таксоны могут исключаться (т.е. не встречаются в данной местности).

Автором аэропалинологические исследования в г. Барнауле проводились в весенне-летний период с 2004 г. по этапам, описанным ниже.

ОТБОР ОБРАЗЦОВ НА ПЫЛЬЦЕВОЙ АНАЛИЗ

В нашей работе применялась одна из представленных модификаций пылевой ловушки Хирста; Impact-волюметрическая ловушка (пыльцеуловитель Буркарда – Burkarg Manufacturing Co., Ltd, UK), который специально сконструирован для определения концентрации пылевых зерен и спор как функции времени (рис. 3.1).

В основе ее действия лежит принцип столкновения (Impaction): взвешенные в воздухе частицы движутся вместе с потоками воздуха – естественными (ветер) или искусственно созданными – и осаждаются на поверхности различных типов и ориентации. Большинство Impact-ловушек относятся к волюметрическому типу, в них искусственные потоки воздуха создаются при помощи вакуумного насоса. Скорость ветра в Impact-ловушке во много раз превышает силу тяжести, поэтому большинство мелких частиц в атмосферном аэрозоле движется почти параллельно поверхности земли.

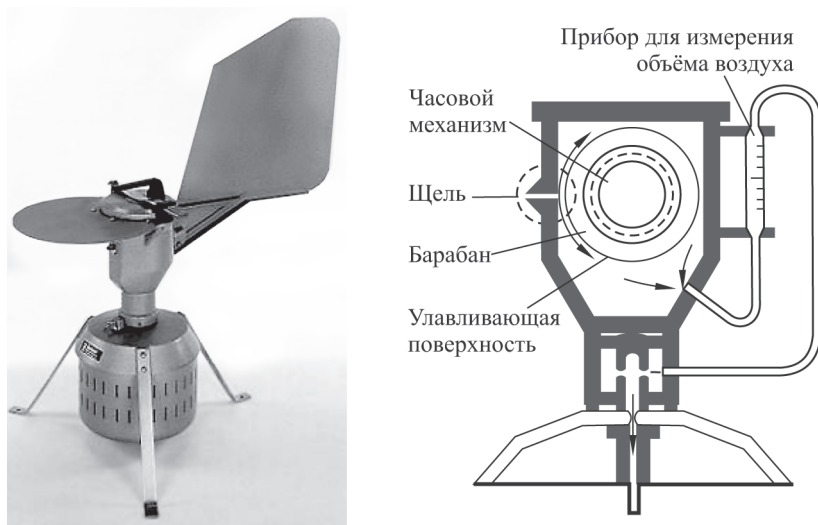


Рис. 3.1. Импорт-волюметрическая ловушка (пыльцеуловитель Буркарда) [Принципы..., 1999]

В Impact-ловушках улавливающая поверхность устанавливается вертикально или под некоторым углом к горизонту. Принудительное всасывание аэрозольных частиц сочетается с последующей фильтрацией, осаждением на липкой поверхности, электростатическим и термическим осаждением. Улавливающая поверхность (прозрачная лента – Melinex tape) в пыльцеуловителе покрывается смесью, после окончания цикла работы ловушки и смены барабана вся лента разрезается на участки, каждый из которых соответствует одним суткам работы пыльцеуловителя.

Высота установки пыльцеуловителя имеет первостепенное значение для выявления состава пыльцевого спектра. В стандартных аэропалинологических исследованиях пыльцевые ловушки устанавливают на высоте 10–20 м над уровнем земли. Состав спектра на уровне земли или на уровне человеческого роста отличается от состава спектра на больших высотах, в первую очередь, повышенным содержанием пыльцы травянистых растений.

Специфика метода отбора образцов связана не только с принципом улавливания частиц, но и с методами последующей обработки и идентификации материала [Принципы..., 1999].

ЛАБОРАТОРНАЯ ОБРАБОТКА ОБРАЗЦОВ ДЛЯ АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Аэропалинологические образцы исследовались ежедневно в течение всего весенне-летнего периода. Каждая проба на предметном стекле была препарирована с применением глицерин-желатина с сафранином и накрыта покровным стеклом [Принципы..., 1999]. Каждый препарат просматривался при помощи микроскопа Аxiostar plus (для работы по методу проходящего света и флуоресценции при увеличении в 400, 600 раз). Для оценки содержания пылевых зерен в воздухе проанализировано не менее 20 % от общей площади препарата непрерывными транссектами, перпендикулярными продольной оси препарата и расположенными регулярно, что дало нам возможность оценить суммарное содержание пыльцы и суточную ритмику пыления растений. Пыльца аллергенных растений определялась с использованием эталонных препаратов рецентной пыльцы, а также атласов-определителей и монографий современных форм. Пыльцевые зерна дифференцированы по возможности до рода.

Объем материала. За восемь лет наблюдений было исследовано более 1 тыс. аэропалинологических проб. Собрана и препарирована пыльца растений – представителей всех таксонов, за которыми велось наблюдение.

Объектом исследования являлась пыльца растений, список аллергенных таксонов составлялся исходя из рекомендаций, опубликованных в соответствующей литературе [Принципы..., 1999; Allergy service..., 1994].

Методическая литература. Для идентификации пылевых зерен были использованы палинологические пособия, атласы и материалы международных палинологических баз данных [Эрдтман, 1956; Сладков, 1967; Куприянова, Алешина, 1972, 1978; Бурмистров, Никитина, 1990; Принципы..., 1999; Дзюба, 2005; и др.].

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Аэропалинологические результаты исследования представлены в виде:

- 1) характеристики групп и таксонов аллергенных растений Алтайского края и г. Барнаула;
- 2) анализа качественного и количественного состава пылевого дождя;

- 3) анализа особенностей сезонной и суточной динамики пыления аллергенных растений и взаимосвязи с метеорологическими компонентами;
- 4) календарей пыления по г. Барнаулу;
- 5) волн пыления аллергенных растений г. Барнаула;
- 6) периодов основного периода пыления аллергенных таксонов за 2004–2012 гг.;
- 7) анализа фенологических и палинологических сезонов и их индикаторов;
- 8) картографического материала;
- 9) разработки прогнозов пыления аллергенных групп растений для территории Алтайского края.

Глава 4

БОТАНИКО-ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУПП И ТАКСОНОВ АЛЛЕРГЕННЫХ РАСТЕНИЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И г. БАРНАУЛА

Этиология поллиноза во многом зависит от климатогеографических условий местности и характера растительности.

Известны три группы растений, пыльца которых вызывает развитие поллиноза: I группа – деревья: хвойные – (*Abies* – пихта, *Larix* – лиственница, *Pinus* – сосна, *Picea* – ель); лиственные – (*Acer* – клен, *Betula* – береза, *Populus* – тополь, *Salix* – ива, *Quercus* – дуб, *Tilia* – липа, *Ulmus* – вяз); II группа – злаковые травы (Poaceae (Gramineae) – злаки) и III группа – сорняки (*Artemisia* – полынь, Chenopodiaceae – маревые, *Plantago* – подорожник, *Rumex* – щавель, *Urtica* – крапива). Описания их основных представителей, произрастающих на территории исследования, составлены на основе работ ботаников [Терехина, 2000; Определитель растений Алтайского края, 2003; Силантьева, 2006; Золотов, 2009] и приводятся ниже по тексту.

I ГРУППА – ДЕРЕВЬЯ

ХВОЙНЫЕ ДЕРЕВЬЯ

Семейство Сосновые – Pinaceae Lindl. Представлено во всех ботанико-географических районах Алтайского края и насчитывает здесь шесть видов (прил. 1, 2).

Род Пихта – *Abies sibirica* Ledeb. Одна из основных лесообразующих пород в Салаире и Предсалаирье, в предгорье и горах Северо-Западного Алтая; образует черневые леса, где выступает как эдификатор или субэдификатор или как примесь в горных темнохвойных лесах. Единичные экземпляры встречаются в приобских частях ленточных боров по окраинам болот в правобережье Оби [Силантьева, 2006].

Дерево высотой до 30 м и диаметром ствола до 0,5 м, крона узкоконическая. Хвоя плоская длиной 2–2,5 см, мягкая. Шишки длиной 5–10 см, толщиной 2–4 см. Кора темно-серая, гладкая, тонкая. Пора семеношения наступает в 40–70 лет. Живет 100–150 лет.

Характеристика типичного пыльцевого зерна: п. з. 1-лептомные, мешковые, широкоэллипсоидальные; очертание тела с полюса широкоэллиптическое до округлого, иногда угловатого, с экватора трапециевидное, иногда до треугольного. В полярном положении ширина п. з. 140,4–153,9 (156,6) мкм, ширина тела 81,0–90,1 (100,9 мкм), длина тела 72,9–95,5 (100,9) мкм, ширина в.м. 59,4 (100,9) мкм, длина в.м. 75,6–92,8 (100,9) мкм. В экваториальном положении высота п. з. 95,5–100,9 (108,0) мкм, высота тела 72,9–81,0 (86,4) мкм, высота щита над линией прикрепления в.м. 21,6–27,0 (37,8) мкм, высота в.м. 37,8–45,9 (56,7) мкм, ширина в.м. 59,4–75,6 (81,0 мкм). Щит неравномерно утолщенный. Ячеи щита крупные. Лептома широкая. Экзина мешков крупносетчатая. Цвет п. з. желтовато-бурый [Куприянова, 1978] (прил. 6).

В пыльцевом спектре города пыльца пихты не играет основной роли. Пылит пихта в мае – начале июня. В период пыления встречаются ее единичные пыльцевые зерна.

Род Лиственница – *Larix sibirica* Ledeb. Одна из основных лесобразующих пород. В степных и лесостепных районах края использовалась для создания защитных лесополос и озеленения населенных пунктов. Распространена *L. sibirica* в СП, СА, СЗ обычно, часто и как эдификатор, в приобских борах (ПБ), отдельные местонахождения в северо-восточных частях ленточных боров (ЛО), в МП (редко) (прил. 1); [Силантьева, 2006].

Высота лиственницы достигает 45–50 м при диаметре около 1,5–2,5 м, ствол гладкий, ровный с низкой сучковатостью, крона имеет коническую форму. Средняя продолжительность жизни 500–700 лет. Морозоустойчивое дерево. Лиственница – однодомное растение. Мужские колоски округло-яйцевидные, желтоватые, длиной от 5 до 10 мм. Тычинки с двумя пыльниками. Женские шишки красновато-розовые или зеленые. Пыльца без воздушных мешков.

Характеристика типичного пыльцевого зерна: п. з. 1-лептомные, безмешковые, шаровидные или эллипсоидальные, в очертании округлые, эллиптические, яйцевидные, иногда при деформации многоугольные. Диаметр п. з. 75–96 мкм. Лептома слабо заметная. Экзина неравномерно утолщенная. Цвет п. з. бледно-желтый [Куприянова, 1978].

Опыление наступает одновременно с распусканием хвои или сразу за ее распусканием. Время цветения в мае. В период пыления встречаются единичные пыльцевые зерна.

Род Ель – *Picea A. Dietr.* Произрастает в шести ботанико-географических районах края (прил. 1, 2):

Глава 5

РЕЗУЛЬТАТЫ АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

5.1. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫХ СПЕКТРОВ КАК ОСНОВА ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

В литературе, посвященной палинологическим исследованиям, накопился огромный материал, который свидетельствует о сложности процесса формирования спорово-пыльцевых спектров. В.П. Гричук и Е.Д. Заклинская [1948], а также А.Н. Сладков [1967] выделяют рецентный и субрецентный спорово-пыльцевой спектры. Рецентный спорово-пыльцевой спектр – своего рода «пыльцевой дождь» в течение вегетационного периода на фоне погодных условий; субрецентный спорово-пыльцевой спектр отражает многолетний «пыльцевой дождь», аккумулирующийся в поверхностном слое почвы, в верхнем слое аллювия рек или донных отложений. Под «пыльцевым дождем» понимается совокупность пыльцы и спор, выпадающих из атмосферы на определенную поверхность современной суши или водоемов в течение определенного времени, выраженную в виде процентного соотношения составляющих ее компонентов.

Каждой растительной зоне соответствует определенный (зональный) тип спектра. Это позволяет проводить параллель между типами спектра и наиболее крупными таксономическими единицами, выделенными в фитоценологии, – типами растительности [Гричук, 1950].

При исследовании аэроспектров может быть вскрыт сам механизм образования спектров (процесс смешивания, переноса и осаждения пыльцы и спор, количественного и качественного содержания в воздухе разных видов под влиянием метеорологических условий, которые включают следующие показатели: распределение среднемесячных температур, суточные скорости ветра и его направлений, сумму суточных осадков и динамику влажности воздуха). С.А. Сафарова [1968, 1973] установила, что спорово-пыль-

цевые спектры начинают формироваться в воздухе вследствие перемешивания пыльцы и спор не только цветущих, но и отцветших видов (вторичный подъем в воздух осевшей ранее на кроны деревьев пыльцы). Эти сезонные спорово-пыльцевые спектры парящего в воздухе цветения отражают определенный аспект растительного покрова [Безрукова, 2000].

По Е.Э. Северовой [2009], **пыльцевой спектр** – это региональная характеристика, отражающая именно содержание пыльцы в атмосфере, а не цветение отдельных экземпляров. Он учитывает особенности цветения растений разного возраста, их разное расположение в ландшафте, разный физиологический статус, вторичный подъем пыльцы в атмосферу после окончания основного сезона пыления. Период пыления, определяющийся на основе аэропалинологических данных, всегда превышает период цветения по фенологическим наблюдениям.

При интерпретации аэропалинологического материала необходимо учитывать дальность рассеивания пыльцы в воздухе, поскольку единичные пыльцевые зерна в спектре (например, березы, сосны) присутствуют практически весь весенне-летний период.

Важным фактором при интерпретации является дальность рассеивания пыльцы в воздухе. Установлено, что перенос пыльцы и спор проявляется у растений по-разному в различных природных зонах.

В безлесных районах (тундра, степь, пустыня), где ничто не препятствует ветровому потоку, пыльца и споры переносятся на более значительные расстояния, чем в лесу. Известно, например, что в лесостепной и пограничной с ней полосе степной зоны современные спорово-пыльцевые спектры содержат очень много пыльцы различных берез и сосен, растущих значительно севернее – в зоне лесов.

Е.А. Мальгиной [1950] на территории Европейской равнины среди древесных были выделены отдельные группы хвойных и лиственных пород, отличающихся по степени переноса ветром их пыльцы. За пределы ареала распространения в большом количестве переносится пыльца сосны, в очень небольшом количестве – пыльца ели, березы и ольхи, в ничтожных количествах – пыльца дуба, липы, вяза, граба и лиственницы, хотя известны факты переноса единичных зерен пыльцы дуба, граба, бука, вяза из зоны смешанных и широколиственных лесов в пустыни Средней Азии. Улавливание пыльцы из воздуха в среднеазиатской пустыне показало, что имеет место занос пыльцы древесных пород до 20 %, а во время цветения ряда древесных при наличии западных ветров – занос

Календарь пыления составляется на основе анализа пыльцевого спектра и отражает текущее состояние атмосферы: суммарная концентрация пыльцы каждого растения за сутки, суточная ритмика пыления, периоды высокой и низкой концентрации в течение суток. Недостаток аэропалинологических календарей в том, что не всегда возможно до вида определить пыльцу растений, например как для *Poaceae*, *Chenopodiaceae*. Поэтому необходимо учитывать региональные особенности растительного покрова [Там же].

Основной период пыления растений хорошо прослеживается на аэропалинологическом календаре по концентрации пыльцы. Усредненный календарь пыления за 2004–2012 гг. приводится на рис. 5.1. На календаре пыления показаны 12 таксонов, которые представлены в растительности г. Барнаула и Алтайского края. Их пыльца ежегодно встречается в атмосфере города.

Многолетние результаты исследований различных авторов выявили три волны пыления для территории г. Витебска [1994], средней полосы России [Северова, Полевова и др., 1999, 2000], г. Петрозаводска [Елькина, 2008].

В фазах весенне-летнего периода автором выявлено также три волны пыления для лесостепной зоны (рис. 5.2–5.5) [Ненашева, 2007].

Первая волна пыления приходится на апрель-май (2004–2012 гг.). Содержание пыльцы в воздухе в это время максимальное за весь период наблюдений. Таксономический состав спектра в весенний период обусловлен пылением сережкоцветных: ива, бере-

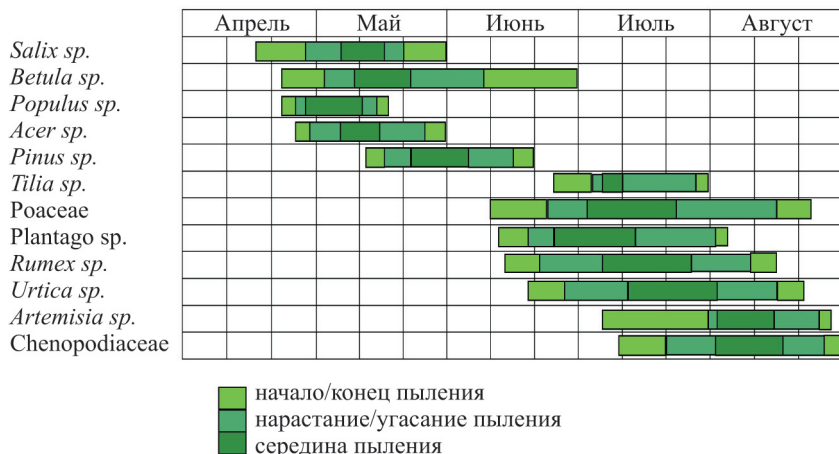


Рис. 5.1. Календарь пыления г. Барнаула

тений, получен прогноз сроков начала пыления аллергенных растений на территории Алтайского края.

Пыление аллергенных растений на территории края начинается в различные сроки. Оно нарастает вслед за увеличением суммы эффективных температур с запада на восток края, а также с севера на юг. Сроки пыления таксонов отличаются приблизительно на 2–3 дня относительно г. Барнаула.

Принимая к сведению сроки наступления пыления и выделенные автором волны пыления растений, можно спрогнозировать периоды пыления лиственных, хвойных, злаков и некоторых сорных групп растений. С учетом ботанико-географического районирования Алтайского края (прил. 1) и ботанико-палинологической характеристики автором выявлено распространение аллергенных таксонов на территории Алтайского края: КУ – 57 (таксонов), ЛО – 70, ПБ – 66, СП – 60, МП – 58, СА – 72, СЗ – 67, ПО – 54.

В ботанико-географических районах края аэроаллергенно-комфортная ситуация отмечается на I–II волнах пыления – Кулунда [КУ], мелкосопочки Приалейского района – от Рубцовска и Колыванского хребта к югу [МП]; на II–III волнах пыления – пойма Оби, включая поймы р. Бия и Катунь [ПО]; на III волне пыления –

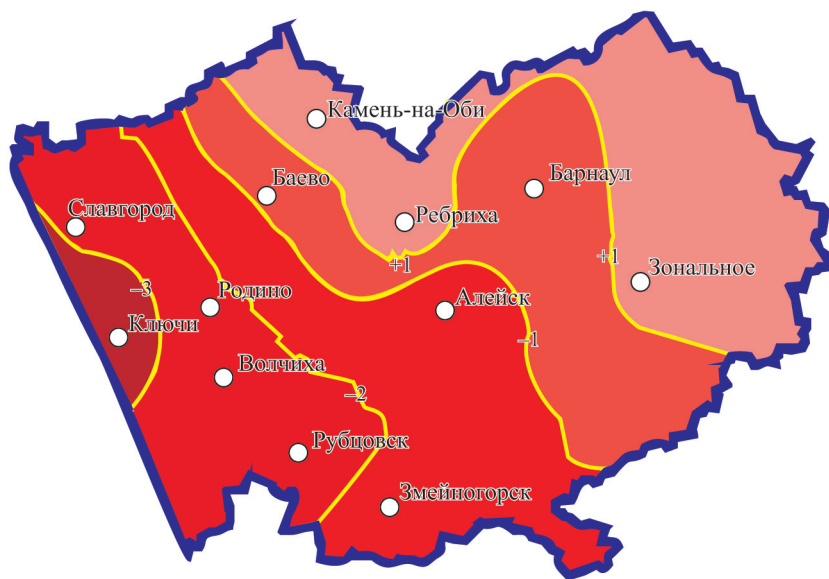


Рис. 5.33. Карта-схема сроков начала пыления аллергенных растений Алтайского края [Ненашева и др., 2011]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе впервые установлены качественные и количественные характеристики пыльцевого спектра воздушной среды г. Барнаула, расположенного в лесостепной зоне юга Западной Сибири, показано изменение количественного содержания аллергенной пыльцы растений в воздухе. Эти исследования позволили подойти к моделированию аэропалинологической составляющей воздушной среды в течение весенне-летнего периода для всей территории края. По аэропалинологическим наблюдениям, проводимым автором в Барнауле с 2004 г., получены следующие результаты:

- составлен усредненный календарь пыления, отражающий текущее состояние атмосферы: суммарную концентрацию пыльцы каждого растения за сутки, суточную ритмику пыления, периоды высокой и низкой концентрации в течение суток;

- выделены основные периоды пыления (ОПП) у таксонов, которые отличаются по продолжительности, интенсивности и по суммарной концентрации пыльцы одного и того же таксона в разные годы. Начало основного периода пыления приходится на первые дни ОПП. В эти дни концентрация пыльцы в воздухе стремительно нарастает и носит «взрывной» характер, что характерно для березы, тополя, клена. Продолжительность ОПП значительно изменяется в разные сезоны и зависит от погодных условий весеннего сезона, которые не постоянны;

- в фазах весенне-летнего периода выявлены палиноиндикаторы волн пыления аллергенных растений;

- прослежены три волны пыления для лесостепной зоны. В аэропалинологическом спектре Барнаула первая волна характеризуется преобладанием в спектре древесных таксонов, вторая волна – наличием древесных и травянистых, третья – преобладанием травянистых таксонов;

- наступление фаз развития растений в значительной степени зависит от метеорологических компонентов. Изучался механизм воздействия метеорологических компонентов на жизнедеятель-

ность растений, в частности на процесс пыления. Метеорологические компоненты влияют на интенсивность пыления и концентрацию пыльцы в воздухе в течение всего весенне-летнего периода. Так, максимальное увеличение содержания пыльцы в воздухе происходит при температуре выше 20 °С, а с увеличением относительной влажности воздуха более 50 % отмечается снижение ее концентрации. Суточная концентрация пыльцы в воздухе, как и сезонная, подвержена воздействию метеорологических факторов;

– выявлена роль ветрового переноса пыльцы древесных растений на территории Барнаула: апрель – май – северо-восточное направление, июнь – восточное;

– спрогнозированы сроки начала пыления аллергенных растений на территории Алтайского края. Пыление нарастает вслед за увеличением суммы эффективных температур с запада на восток края, а также с севера на юг. Сроки пыления таксонов отличаются приблизительно на два-три дня относительно Барнаула;

– в ботанико-географических районах края выделены аллергенные таксоны и на основе картографического материала разработан прогноз аэроаллергенно-комфортной ситуации для исследуемой площади.

ЛИТЕРАТУРА

- Адо А.Д.* Проблема поллинозов в СССР // Поллинозы : тез. докл. Всесоюз. науч. совещ. – Краснодар, 1973. – С. 7–8.
- Адо А.Д.* Общая аллергология. – М.: Медицина, 1978.
- Адо В.А.* Аллергия. – М.: Знание, 1984.
- Адо В.А., Астафьева Н.Г.* Поллинозы. – М.: Знание, 1991.
- Александрова В.Д., Гуричева Н.П., Иванина Л.И.* Растительный покров и природные кормовые угодья Алтайского края // Природное районирование Алтайского края. – М., 1958.
- Алешина Р.М.* Поллиноз в Луганской области (экологические аспекты, клинико-аллергологическое исследование) // Укр. пульмонологичний журнал. – 1995. – № 2. – С. 52–55.
- Астафьева Н.Г., Адо В.А., Горячкина Т.А.* Растения и аллергия. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1986.
- Атлас-определитель растений окрестностей озера Красилово : учеб. пособие / сост. Н.В. Ревякина, Т.В. Антюфеева, Ю.В. Козырева; Федер. агентство по образованию РФ, Алт. гос. ун-т, геогр. фак. – Барнаул: Изд-во АГУ, 2005. – 95 с.
- Безрукова Е.В.* Растительность и климат юга Восточной Сибири в позднем неоплейстоцене и голоцене (по данным непрерывных байкальских разрезов) : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. – Иркутск, 2000. – 46 с.
- Беклемешев В.А., Ермакова Р.К.* Поллинозы. – М.: Медицина, 1985. – 240 с.
- Бурмистров А.Н., Никитина А.Н., Никитина В.А.* Медоносные растения и их пыльца : справочник. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 192 с.
- Бут Б.* Диагностика реакций немедленной гиперчувствительности // Аллергические болезни: диагностика и лечение; пер. с англ. – М., 2000. – С. 151–157.
- Вехов В.Н.* Особенности роста некоторых видов сосен в условиях лесостепи // Науч. докл. высшей школы. – 1958. – № 2.
- Волощенко Л.Г., Яковлев В.В., Скарнович М.О.* Аллергические заболевания в Алтайском крае // Клиническая медицина. – Барнаул, 2000. – С. 17–22.
- Галахов Н.Н.* Изучение структуры климатических сезонов года. – М.: АН СССР, 1959. – 183 с.
- Головко В.В.* Исследование пылевой компоненты атмосферного аэрозоля юга Западной Сибири : дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2001. – 127 с.
- Головко В.В.* Экологические аспекты аэропалинологии: аналитический обзор. – Новосибирск, 2004. – 107 с.
- Гандалипова Э.И.* Растения Республики Башкортостан, вызывающие поллиноз // Вестник Башкирского ун-та. – 2001. – № 3. – С. 42–44.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА г. БАРНАУЛА	5
Глава 2. ПЫЛЬЦА КАК ПРИЧИНА ПОЛЛИНОЗА	19
Глава 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЭРО-ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА	29
Глава 4. БОТАНИКО-ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУПП И ТАКСОНОВ АЛЛЕРГЕННЫХ РАСТЕНИЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И г. БАРНАУЛА	36
Глава 5. РЕЗУЛЬТАТЫ АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	54
5.1. Особенности формирования спорово-пыльцевых спектров как основа интерпретации палинологического материала	54
5.2. Сезонная и суточная динамика пыления некоторых аллергенных растений	58
5.3. Прогнозирование аэропалинологической обстановки	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	93
ЛИТЕРАТУРА	95
ПРИЛОЖЕНИЯ	106