УДК 581.5

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКИХ ЛЕТНИХ ТЕМПЕРАТУР НА СКОРОСТЬ АККУМУЛЯЦИИ ПЫЛЬЦЫ В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

М.Б. Носова, Е.Э. Северова, О.А. Волкова

Сделан анализ четырехлетней динамики количественных показателей (скорость аккумуляции пыльцы – PAR) современных спорово-пыльцевых спектров в зависимости от температурных особенностей вегетационного сезона. Данные спорово-пыльцевого анализа и фенологические наблюдения показывают, что пыльцевая продуктивность основных лесообразующих пород европейской части России (*Betula, Pinus, Picea, Alnus, Ulmus, Fraxinus, Quercus, Acer*) положительно связана со средними температурами июля вегетационного сезона, предшествующего цветению, что наиболее наглядно проявилось в условиях экстремально жаркого лета 2010 г. Пыльцевая продуктивность травянистых анемофилов определяется летними температурами либо текущего сезона (*Artemisia,* Chenopodiaceae и *Ambrosia*), либо предыдущего (*Poaceae* и *Urtica*).

Ключевые слова: палинология, пыльца, мониторинг, скорость аккумуляции пыльцы, сезонное развитие, климат.

Проблема связи состава пыльцевого дождя с составом окружающей растительности остается одной из наиболее важных в современном спорово-пыльцевом анализе. Этой теме посвящено много публикаций как за рубежом (Kabailene, 1981; Hicks, 1997; Seppa et al., 2004; Short et al., 1985; Sugita, 1994), так и в России (Язвенко, 1992; Филимонова, 2005; Nosova et al., 2010; Новенко и др., 2011).

Адекватной интерпретации данных спорово-пыльцевого анализа во многом способствует изучение современных (рецентных и субрецентных) спорово-пыльцевых спектров в разных типах растительности известного состава, при этом особое внимание следует уделять естественным границам растительных зон и границам ареалов основных лесообразующих пород (Hicks, 2001; Seppä, Hicks, 2006). Для европейской части России одним из таких значимых экотонов является граница хвойно-широколиственных лесов и тайги.

По данным литературы, на границах природных зон и соответственно вблизи границ распространения приуроченных к этим зонам таксонов, пыльцевая продуктивность в большей степени подвержена влиянию погодных условий, чем в центре ареала. Эта закономерность убедительно показана М. Куопаммаа с соавторами (Kuoppamaa et al., 2009) для сосны и березы в Финской Лапландии. Влияние экстремальных погодных условий на состав спорово-пыльцевых спектров изучено Э. Квавадзе (Kvavadze, 2011) на примере горных лесов Грузии, где экстремальная засуха 2010 г. негативно отразилась на пыльцевой продуктивности практически всех основных таксонов.

Настоящая работа посвящена изучению связи пыльцевой продуктивности основных таксонов современного спектра европейской части России и температурных особенностей вегетационного периода. Мы проводили отбор образцов в двух точках, формально расположенных в пределах одной зоны хвойно-широколиственных лесов (Растительность европейской…., 1980). Первая точка (Тверская обл., Центральнолесной государственный природный биосферный заповедник – ЦЛГПБЗ) расположена на северной границе зоны, вторая (Московская обл., территория Звенигородской биостанции МГУ – ЗБС) – примерно в 300 км на юго-восток, в зоне оптимальных климатических условий для данного типа зональной растительности (рис. 1).

Объекты и методы

Отбор проб пыльцы проводили с помощью пыльцевых ловушек Таубера (Tauber, 1965). Пыльцевые ловушки были установлены впервые осенью 2007 г. в каждом регионе в трех разных точках: на открытом олиготрофном болоте, в олиготрофном сосняке и в лесу (таблица). Наблюдения охватывали период с 2007 по 2011 г. Для проведения итоговых расчетов и построения гистограмм данные по точкам усреднялись.

Рис. 1. Местоположение ловушек Таубера в пределах зоны хвойно-широколиственных лесов (границы зоны даны обобщенно по: Растительность европейской части…, 1980).

Местоположение ловушек Таубера и характер окружающей растительности

Номер ловушки	Местоположение	Характеристика биотопа	с.ш.	в.д.
SIMA-1	Московская обл., ЗБС МГУ	смешанный лес на суходоле	55.40.00,1	36.42.51,3
SIMA-2	там же	граница открытого болота и мезотрофного сосняка	55.40.02,1	36.42.47,1
SIMA-3	там же	открытая олиготрофная сплавина	55.40.04,1	36.42.50,1
CFNR-1	Тверская обл., ЦЛГПБЗ	смешанный лес по окрайке болота	56.28.03,4	33.02.57,3
CFNR-2	там же	сосняк пушицево-сфагновый	56.28.08,5	33.02.57,3
CFNR-3	там же	открытое олиготрофное болото	56.28.20,2	33.02.33.0

Полевые и лабораторные исследования были проведены в соответствии с рекомендациями Европейской программы мониторинга пыльцы (Hicks et al., 1996; www.pollentrapping.net). Лабораторная обработка образцов включала удаление жидкости путем центрифугирования, кипячение в 10%-м растворе KOH и ацетолизный метод (Erdtman, 1960). Для оценки изменений количественных характеристик пыльцевого дождя был использован метод определения скорости аккумуляции пыльцы (pollen accumulation rate – PAR), характеризующий число пыльцевых зерен, попадающих на единицу улавливающей поверхности за один год. Такой подход позволяет получать строго количественные данные и оценивать пыльцевую продуктивность как современных, так и ископаемых спектров не только в относительных, но и в абсолютных показателях (Seppä, Hicks, 2006). Определение PAR базируется на расчете концентрации пыльцы каждого таксона спектра. Для этого использован метод введения экзотической пыльцы: в каждый образец были добавлены таблетки *Lycopodium* (Stockmarr, 1971). Подсчет пыльцевых зерен (пз) проводился как минимум до 500 пз деревьев и кустарников с учетом того, что число зарегистрированных спор *Lycopodium* должно быть не менее 20. Для вычисления и построения диаграмм использовали программы TILIA и TGView (Grimm, 1991).

Метеорологические данные любезно предоставлены администрацией ЦЛГПБЗ (метеостанция Лесной заповедник) и метерологической обсерваторией географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Использование данных МГУ связано с существенными пробелами в данных метеостанции Звенигородской биостанции. Сравнение метеоданных для ЦЛГПБЗ и МГУ показало, что при разнице среднемесячных температур 1–2 градуса тренды летних температур для этих двух метеостанций схожи (рис. 2).

Корреляционный анализ, проведенный с использованием непараметрических коэффициентов корреляции Спирмена, не выявил значимых связей между значениями PAR и среднемесячными температурами текущего и предшествующего вегетационных сезонов. Таким образом, пришлось опираться на качественные закономерности, которые, впрочем, оказались достаточно наглядными (рис. 3). Для иллюстрации закономерностей изменения PAR по годам мы выбрали температуру июля (самого жаркого месяца года), поскольку это стандартный климатический показатель.

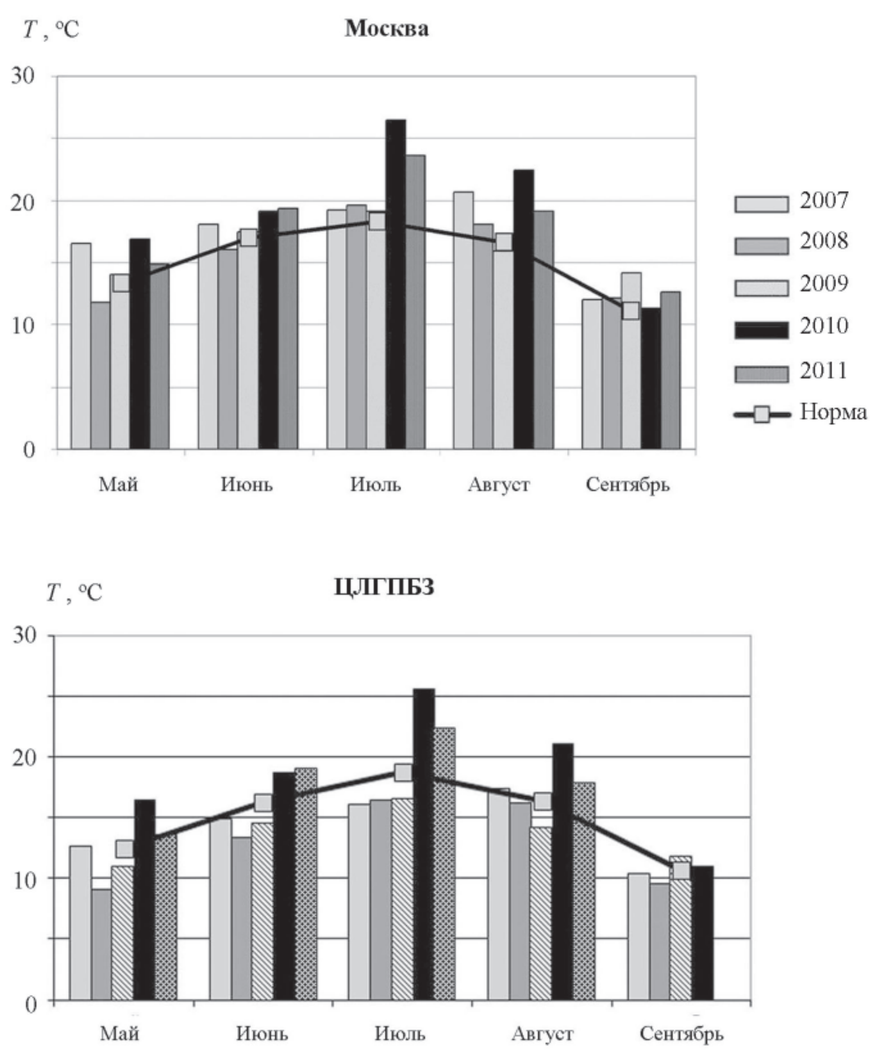


Рис. 2. Среднемесячные температуры и климатическая норма вегетационных периодов 2007–2011 гг. для метеостанций в Москве (МГУ) и в ЦЛГПБЗ (Лесной заповедник)

Природные условия точек отбора проб

Территория Звенигородской биологической станции МГУ, имеющая статус заказника, расположена в западной части Московской обл. примерно в 70 км от Москвы в западном геоморфологическом районе моренных равнин, границей которого на севере является р. Москва, на западе – холмистый район окрестностей городов Вереи и Можайска, а на востоке – западный склон Теплостанской возвышенности. Территория ЗБС находится вне пределов распространения последнего оледенения. Здесь отчетливо выделяются водораздельное плато, древние террасы и современная пойма р. Москва. ЗБС МГУ находится в центральной части зоны хвойно-широколиственных лесов. Климатические условия этого района предполагают широкое развитие широколиственно-еловых лесов с участками ельников, елово-сосновых лесов, сосняков и дубрав, однако из-за интенсивного антропогенного вмешательства как в прошлом, так и в настоящее время, на территории региона преобладают производные мелколиственные и сосновые леса, в последние годы активно сменяющиеся на водоразделах елью. Близкие к коренным типы леса занимают склоны водораздела, прежде всего надпойменные террасы р. Москва (Руководство по летней…, 2004).

Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник (ЦЛГПБЗ) расположен в юго-западной части Валдайской возвышенности, в пределах главного Каспийско-Балтийского водораздела Восточно-Европейской равнины.

В структуре растительного покрова ЦЛГПБЗ доминирующее положение занимают еловые леса, представленные целостным, относительно ненарушенным массивом (40%). Кроме еловых лесов, коренными формациями являются сосновые леса сфагновой классификационной группы (10%), а также черноольховые леса (1%), приуроченные к логам, долинам ручьев и рек. Болотная растительность олиготрофного и мезотрофного типов занимает около 4%. Очень небольшую роль в структуре растительного покрова играет луговая растительность (1%), а также прибрежная и водная растительность. Производные леса из березы пушистой, осины и, реже, ольхи серой, возникшие в результате зарастания ветровалов, отчасти распада перестойных древостоев, пожаров и залежей занимают около 43% всей территории (Шапошников, 1988). В схеме ботанико-географического районирования леса заповедника принадлежат к Валдайско-Онежской подпровинции Североевропейской таежной провинции (Растительность европейской части…, 1980) и расположены в пределах зоны хвойно-широколиственных лесов, однако переувлажненность водораздельных равнин, возникающая из-за слабой дренированности в сочетании с обилием осадков, предопределяет здесь доминирование лесов бореального облика и состава (Карпов, Шапошников, 1983).

Заложение и развитие генеративных почек. Влияние погодных условий на цветение древесных растений (по данным литературы)

Н.Е. Булыгин (1964) разделяет древесные растения на 4 группы по времени формирования цветков в генеративных почках. Генеративные органы закладываются: 1) во время окончания роста годичных побегов в год, предшествующий цветению; 2) в год цветения; 3) в конце предыдущего вегетационного сезона или в начале текущего (*Tilia*); 4) мужские цветки закладываются в сезон, предшествующий цветению, женские – либо так же, как и мужские, либо в год цветения (*Quercus robur*). Таким образом, на интенсивность пыления должны в числе прочих факторов оказывать влияние погодные условия либо сезона, предшествующего пылению, либо начала сезона пыления. Рассмотрим время заложения генеративных структур у основных лесообразующих пород средней полосы европейской части России.

Picea abies (ель европейская). Заложение генеративных почек происходит весной, в период набухания вегетативных почек (Киселева, 1976). Активное развитие генеративных структур приурочено ко второй половине лета, что косвенно подтверждают данные о взаимосвязи скорости аккумуляции пыльцы (PAR) со средними температурами июля и (меньше) августа (Huusko, Hicks, 2009).

***Pinus sylv*estris** (сосна обыкновенная). Заложение генеративных почек происходит, видимо, в первой половине лета. Так же, как и у ели, наилучшая корреляция PAR отмечена со средними температурами июля и (меньше) августа сезона, предшествующего пылению (Huusko, Hicks, 2009).

Betula pendula, B. pubescens (береза повислая, береза пушистая). В начале июля в мужских почках (бывают смешанные генеративные почки) появляются зачатки мужских соцветий (Новикова, 1976). По данным М. Куоппамаа с соавторами (Kuoppamaa et al., 2009), PAR березы в Финской Лапландии тесно коррелирует с температурой июля сезона, предшествующего цветению.

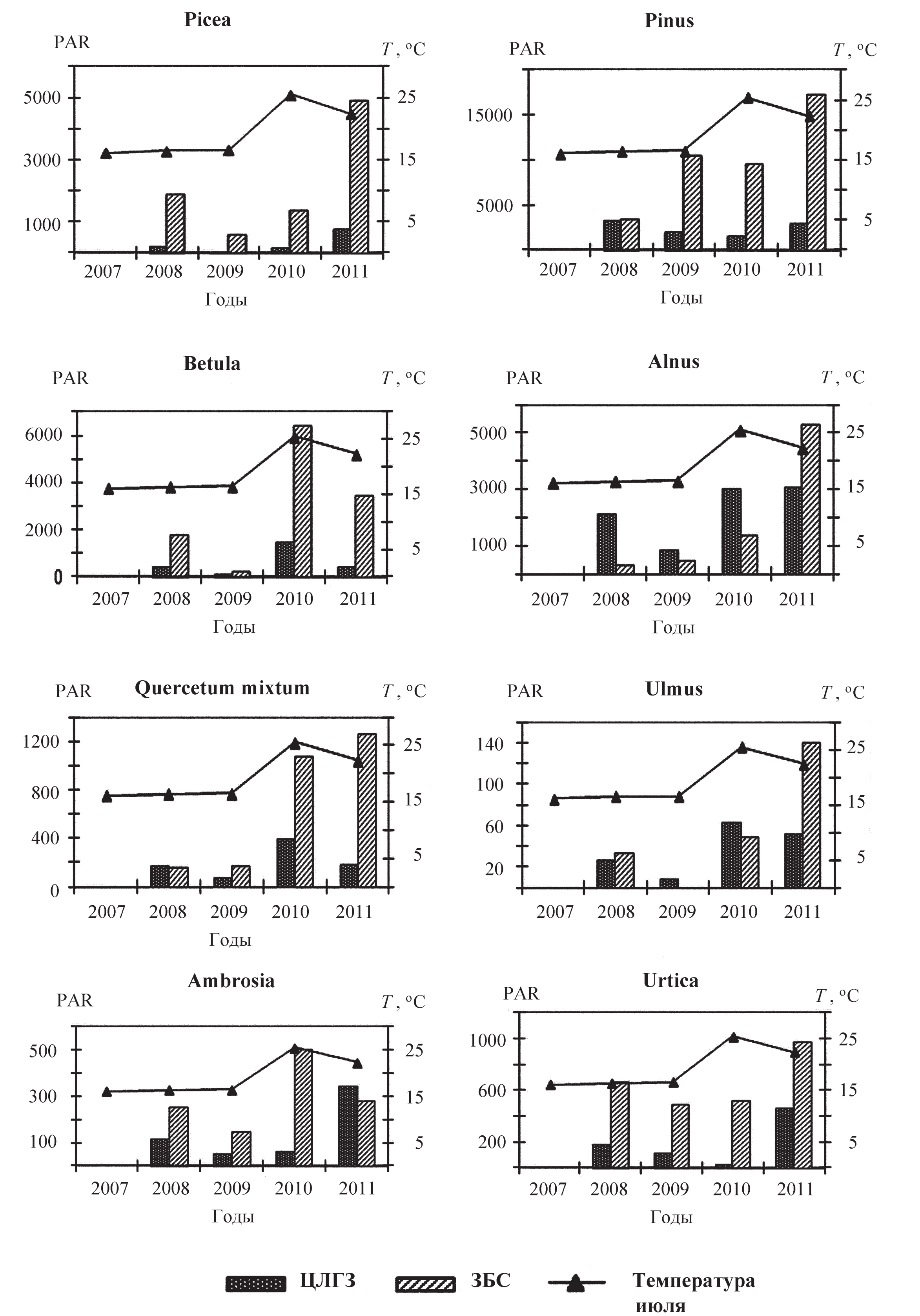
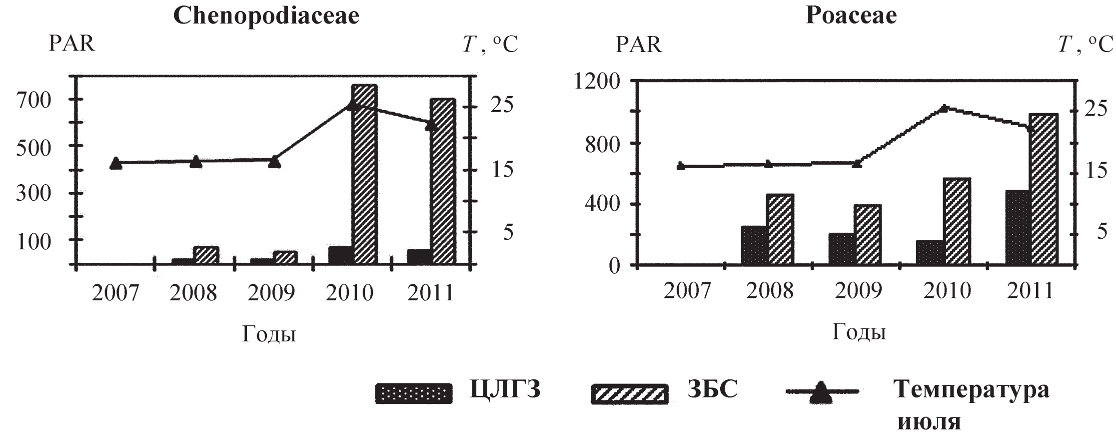


Рис. 3. Значения PAR вегетационных сезонов 2008–2011 гг. и средние температуры июля (метеостанция Лесной заповедник) за 2007–2011 гг.



Продолжение рис. 3. Значения PAR вегетационных сезонов 2008–2011 гг. и средние температуры июля (метеостанция Лесной заповедник) за 2007–2011 гг.

Tilia cordata (липа сердцевидная). Цветочные почки закладываются в апреле–начале мая сезона цветения (Рысин, 1983; Новикова, 1976).

Alnus incana (ольха серая) и ***Alnus glutinisa*** (ольха черная). По сообщению Т.И. Киселевой (2007), в Новосибирской обл. у *A. incana* мужские сережки становятся заметны в июне, а у *A. glutinosa* – в начале июля. Заложение генеративных структур в почках происходит, по-видимому, после окончания цветения, в середине-конце весны.

У ***Ulmus glabra*** (вяз голый) и ***Ulmus laevis*** (вяз гладкий) генеративные почки закладываются в предшествующий цветению вегетационный сезон. По данным И.А. Грудзинской (1966), в степной зоне Европейской России основные процессы дифференциации генеративных органов приходятся на конец мая–начало июня. В лесной зоне эти процессы, видимо, сдвигаются на летние месяцы.

Fraxinus excelsior (ясень обыкновенный). Генеративные почки закладываются летом в пазухах листьев (Заугольнова, 1974). А.А. Новикова (1976) уточняет, что в июле происходит дифференциация зачатков тычинок в почках с обоеполыми цветками, активное развитие генеративных структур отмечается в конце июля–начале августа.

Quercus robur (дуб черешчатый). В первой половине июля в пазухах чешуй начинается заложение меристематических бугорков – зачатков мужских соцветий, в конце июля происходит их активный рост. Зачатки женских соцветий формируются весной текущего сезона цветения (Новикова, 1976). Для плодоношения дуба благоприятна сухая жаркая погода в июле сезона, предшествующего цветению (Крючков, 1982 по: Рысин, Рысина, 1990).

Acer platanoides (клен остролистный). Заложение генеративных структур происходит после цветения, начиная с середины мая и до середины июля (Прозина, 1953 по: Вахрамеева, 1974).

Таким образом, основные лесообразующие породы средней полосы России относятся в основном к группе 1 по классификации Н.Е. Булыгина (1964). Интенсивность их цветения определяется в основном температурным режимом лета сезона, предшествующего цветению. Лишь липа (группа 3) и дуб (группа 4) являются исключением из этого ряда.

У многолетних злаков и многих луговых трав переход в генеративное состояние происходит осенью, либо весной, однако осенью происходит лишь дифференциация, а окончательное формирование генеративных структур идет весной текущего сезона (Душечкин, 1951; Бузунова, 1987).

Результаты и обсуждение

Температурные условия вегетационного сезона 2011 и особенно 2010 г. значительно отличались от таковых трех предыдущих лет (рис. 2). В 2010 г. были зарегистрированы экстремально высокие летние температуры (средняя температура июля на 6–8° выше нормы) и продолжительная засуха, что не могло не отразиться на характере пыления основных «игроков» пыльцевых спектров. Сезон 2011 г. характеризовался поздним наступлением климатической весны (по аэробиологическим наблюдениям цветение ольхи началось 15 апреля) и сухим жарким летом.

Анализ данных о PAR выявил закономерные изменения характеристик пыльцевого дождя в течение четырех вегетационных сезонов, особенно заметные в 2010 и 2011 гг.

Значения PAR как отдельных таксонов, так и общее на северной границе зоны хвойно-широколиственных лесов в Тверской обл. (ЦЛГЗ) ниже, чем в более благоприятных условиях Подмосковья (ЗБС). При этом следует отметить, что межсезонные изменения PAR происходят синхронно для большинства таксонов, что подтверждает роль климатических параметров как основного фактора, определяющего интенсивность пыления.

Флуктуации PAR основных древесных таксонов наглядно синхронизированы друг с другом и с летними температурами предыдущего вегетационного сезона. Наиболее высокие значения PAR для *Picea, Pinus* и *Alnus* наблюдались в 2011 г., что подтверждает данные литературы о достоверной корреляции интенсивности пыления со средней температурой июля предыдущего вегетационного сезона (Huusko, Hicks, 2009), рассчитанные на более длинных временных рядах для ели и сосны. На рис. 3 показано, что за исключением березы все рассмотренные таксоны давали ответ на экстремальные температуры в соответствии с особенностями сезонного развития генеративных структур.

Значение PAR для березы в 2010 г. было выше, чем в 2011. Береза – один из немногих древесных таксонов, для которых показана отчетливая эндогенная ритмика пыления с двух- или трехлетним циклом в зависимости от географического региона (Северова и др., 2001; Emberlin et al., 1993; Latalowa M.et al., 2002; Severova, 2006). По аэробиологическим данным пыление березы в Москве характеризуется трехлетним циклом. За период с 1993 г. максимумы пыления были зафиксированы в 1996, 1999, 2003, 2007 и 2010 гг. (Северова и др., 2001), поэтому высокая скорость аккумуляции пыльцы, отмеченная в 2010 г. в ловушках Таубера может рассматриваться как отражение этого ритма.

Скорость аккумуляции пыльцы широколиственных пород в ЦЛГПБЗ и ЗБС достаточно низкая: для пыльцы суммы широколиственных пород (Quercetum mixtum) максимальное значение составляло 1200 п.з.$\cdot$см$^{-2}\cdot$год$^{-1}$, а для пыльцы *Ulmu*s, наиболее регулярно встречающейся в спектрах – 140 п.з.$\cdot$см$^{-2}\cdot$год$^{-1}$. Флуктуации PAR в 2010–2011 гг. несинхронны в ЦЛГПБЗ и на ЗБС. Низкие значения скорости аккумуляции пыльцы широколиственных пород не позволяют обсуждать причины такой несинхронности, которая может определяться в том числе и случайными факторами.

Chenopodiaceae, *Ambrosia* и *Artemisia* демонстрируют наибольшие значения PAR пыльцы в экстремально жарком 2010 г. Видимо, для этих таксонов, представляющих южный элемент флоры, экстремальные температуры создали благоприятные для цветения условия. В следующем сезоне скорость аккумуляции пыльцы этих таксонов немного уменьшилась, возможно, вследствие обильного пыления и значительной семенной продуктивности в предшествующем году. Пыльцу *Ambrosia* можно рассматривать как дальнезаносную на территории ЦЛГЗ и частично дальнезаносную для ЗБС. В Московской обл. *Ambrosia artemisiifolia* L. в последнее время упрочила свое положение, и находки плодоносящих экземпляров перестали носить единичный характер (Виноградова и др., 2009). Таким образом, высокая скорость аккумуляции пыльцы амброзии в 2010 г. отражает не только местную ситуацию, но и реакцию этого вида на температурные условия данного сезона в экстрарегиональном масштабе. Значения PAR для злаков и крапивы существенно выросли в 2011 г. по сравнению с предыдущими сезонами. Колебания PAR для этих таксонов синхронны, и можно предположить, что экстремально жаркий сезон 2010 г., ослабив цветение, позволил, после возобновления вегетации в сентябре, создать благоприятные условия для цветения следующего года.

Корреляционный анализ не показал существенной связи между значениями PAR и среднемесячными температурами, возможно, в связи с коротким (4 года) периодом наблюдений. Дальнейшие исследования дадут возможность получить математическое обоснование выявленных закономерностей.

Итак, анализ результатов исследования содержимого ловушек Таубера в течение 2008–2011 гг. показал, что экстремальные температуры в течение вегетационного сезона влияют на пыление древесных пород опосредованно через воздействие на развитие генеративных структур. У большинства древесных пород европейской части России процесс закладки и развития цветочных почек происходит в период с июня по август года, предшествующего пылению. В результате наибольшее воздействие на интенсивность пыления оказывают температуры летних месяцев и июля как наиболее жаркого месяца года. Ожидаемого негативного воздействия экстремальной жары 2010 г. на PAR древесных пород в спектрах 2011 г. не наблюдалось.

Травянистые таксоны по-разному реагировали на экстремальные летние температуры. Для рудеральных южных элементов (*Artemisia* и Chenopodiaceae) было отмечено существенное увеличение пыльцевой продуктивности сразу в 2010 г. Скорость аккумуляции пыльцы крапивы и злаков существенно возросла в следующий за аномальным летом сезон.

Короткий период наблюдений не позволил провести корреляционный анализ и математически подтвердить зависимость PAR от температурных условий сезона пыления. Дальнейшие наблюдения дадут возможность получить математическое обоснование выявленных закономерностей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 11-04-01467-а)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бузунова С.А. Морфогенез и развитие генеративных побегов мятлика лугового в первый и второй год вегетации // Рост, развитие и семенная продуктивность травянистых кормовых растений. Свердловск, УрГУ. 1987. С. 61–69.

Булыгин Н.Е. Периоды образования цветков в почках древесных растений и влияние погоды на обилие их цветения в Ленинграде // Тр. Всесоюз. заочного лесотехнического института. 1964. № 8. С. 193–223.

Вахрамеева М.Г. Клен остролистный // Биологическая флора Московской области. Вып. 1. М., 1974. С. 103–119.

Виноградова Ю.К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России. М., 2009. 494 с.

Грудзинская И.А. Соцветия рода *Ulmus* L. (формирование, строение и некоторые вопросы эволюции) // Бот. журн. Т. 51. № 5. 1966. С. 15–27.

Душечкин В.И. В каком состоянии зимуют побеги многолетних трав // ДАН СССР. 1951. Т. LXXVI. № 6. С. 921–924.

Заугольнова Л.Б. Ясень обыкновенный // Биологическая флора Московской области. Вып. 1. М., 1974. С. 142–159.

Карпов В.Г., Шапошников Е.С. Еловые леса территории // Факторы регуляции экосистем еловых лесов. Л., 1983. С. 7–34.

Киселева К.В. Ель европейская // Биологическая флора Московской области. Вып. 3. М., 1976. С. 2–26

Киселева Т.И. Биологические основы размножения сибирских видов рода *Alnus* Mill. // Автореф. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2007. 15 с.

Новикова А.А. Рост и развитие почек у некоторых древесных растений. Минск, 1976. 120 с.

Новенко Е.Ю, Носова М.Б., Красноруцкая К.В. Особенности поверхностных спорово-пыльцевых спектров южной тайги восточно-европейской равнины // Известия ТулГУ. Естественные науки. 2011. Вып. 2. С. 345–354.

Растительность европейской части СССР (Под ред. С.А.Грибовой, Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко). Л., 1980. 426 с.

Руководство по летней учебной практике студентов-биологов на Звенигородской биологической станции им. С.Н. Скадовского. М., 2004. 352 с.

Рысин Л.П. Сосна обыкновенная // Биологическая флора Московской области. Вып. 5. М., 1980. С. 5–45.

Рысин Л.П. Липа сердцелистная // Биологическая флора Московской области. Вып. 7. М., 1983. С. 128–152.

Рысин Л.П., Рысина Г.П. Дуб обыкновенный // Биологическая флора Московской области. Вып. 8. М., 1990. С. 102–130.

Северова Е.Э., Кувыкина О.В., Полевова С.В. Анализ особенностей пыления некоторых таксонов аэропалинологического спектра // Мат-лы I междунар. семинар «Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические конструкции». СПб., 2001. С. 177–181.

Факторы регуляции экосистем еловых лесов. Под ред. В.Г. Карпова. Л., 1983. 318 с.

Филимонова Л.В. Динамика растительности среднетаежной подзоны Карелии в позднеледниковье и голоцене: Палеоэкологические аспекты // Дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2005. 200 с.

Шапошников Е.С. Ассоциации еловых лесов Центрально-лесного заповедника // Дис. ... канд. биол. наук. Л., 1988. 216 с.

Язвенко С.Б. Современная пыльцевая продукция и голоценовая история горных лесов Закавказья // Дис. … канд. биол. наук. М., 1992. 245 с.

Emberlin J., Savage M., Woodman R. Annual variations in *Betula* pollen seasons in London 1961–1990 // Grana. 1993. Vol. 32. P. 359–363.

Erdtman G. The acetolysis method // Svensk. Bot. Tidskr. 1960. Vol. 54. P.561–564.

Grimm E.C. TILIA and *Tilia* graph: Springfield, U.S.A., Software available from Illinois State Museum. 1991.

Hicks S. Pollen analogues and pollen influx values as tools for interpreting the history of a settlement centre and its hinterland. PACT. 1997. 52. P. 137–150.

Hicks S. The use of annual arboreal pollen deposition values for delimiting tree-lines in the landscape and exploring models of pollen dispersal // Rev. Palaeobot. Palynol. 2001. Vol. 117. N 1–3. P. 1–29.

Hicks S., Latałowa M., Ammann B., Pardoe H., Tinsley H. (Eds.) European Pollen Monitoring Programme – Project Description and Guidelines, University of Oulu. 1996. 28 p.

Huusko A., Hicks S. Conifer pollen abundance provides a proxy for summer temperature: evidence from the latitudinal forest limit in Finland // J. Quaternary Sci. 2009. Vol. 24. Is. 5. P. 522–528.

Kabailiene M.V. On tree pollen dispersion and pollen productivity determination. IV Int. Palynol. Conf., Lucknow (1976–1977) 3. 1981. P. 314–318.

Kuoppamaa M., Huusko A., Hicks S. Pinus and *Betula* pollen accumulation rates from the northern boreal forest as a record of interannual variation in July temperature // Journal of Quaternary Science. 2009. Vol. 24. Is. 5. P. 513–521.

*Kvavadze E., Connor S., Van Der Knaap P., Chichinadze M., Martkoplishvili I., Mchedlishvili N. T*he big drought of 2010 reflected in pollen trap material from Lagodekhi // Pollen monitoring Programme. VIII InternationalMeeting (20–22 May 2011, Tartu, Estonia). Tartu, 2011. P. 36–42.

Latalowa M., Mietus M., Uruska A. Seasonal variations in the atmospheric Betula pollen count in Gdansk (southern Baltic coast) in relation to meteorological parameters // Aerobiologia. 2002. Vol. 18. P. 33–43.

Nosova M., Severova E., Kosenko Ja. Pollen monitoring in Russia: First results and perspectives // 8-th European Palaeobotany-Palynology Conference (Budapest, Hungary, 5–11 July 2010). Budapest, 2010. P. 177–178.

Seppä H., Birks H.J.B., Odland A., Poska A., Veski S. A modern pollen-climate calibration set from northern Europe: developing and testing a tool for palaeoclimatological reconstructions // Journal of Biogeography. 2004. Vol. 31. N 2. 2004. P. 251–267.

Seppä H., Hicks S. Integration of modern pollen and past pollen accumulation rate (PAR) records across the arctic tree line: a method for more precise vegetation reconstructions // Quaternary Science Reviews. 2006. Vol. 25. P. 1501–1516;

Severova E. Statistical analysis of Betula season in Moscow // The 8th International Congress on Aerobiology «Towards a comprehensive vision» (Neuchatel, Switzerland 21–25 August 2006). P. 247.

Short S.K., Mode W.N., Davis P.T. The Holocene record from Baffin Island: Modern and fossil pollen studies. In: J.T. Andrews (Editor), Quaternary Environments: Eastern Canadian Arctic, Baffin Bay and Western Greenland. 1985. Allen and Unwin, Boston. P. 608–642.

Stockmarr J. Tablets with spores used in absolute pollen analysis // Pollen Spores. 1971. Vol. 13. P. 615–621.

Sugita S. Pollen representation of vegetation in Quaternary sediments: theory and method in patchy vegetation”. Journal of Ecology. 1994. Vol. 82. P. 157–164.

Tauber H. Differential pollen dispersion and the interpretation of pollen diagrams // Danmarks Geol. Unders. IIR. 1965. Vol. 89. P. 1–69.

Поступила в редакцию 19.04.12

INFLUENCE OF EXTREMELY HIGH SUMMER TEMPERATURES ON POLLEN ACCUMULATION RATES IN MODERATE CLIMATE ZONE OF CENTRAL EUROPEAN RUSSIA

M.B. Nosova, E.E. Severova, O.A. Volkova

Pollen accumulation rates (PAR) were monitored with 6 Tauber traps in Moscow and Tver regions during 4 years. Pollen data was analyzed in connections with meteorological parameters and data on development of reproductive structures. Pollen productivity and pollen accumulation rates of dominant arboreal taxa (*Betula, Pinus, Picea, Alnus, Ulmus*) have a positive correlation with average summer temperature of previous season, especially July. It becomes apparent after extremely hot summer of 2010. PARs of anemophilous herbs have a positive correlation with summer temperatures of current season (*Artemisia,* Chenopodiaceae and *Ambrosia*) or previous season (*Poaceae* and *Urtica*).

Key words: palynology, pollen monitoring, pollen accumulation rate, PAR, seasonal development, climate.

Сведения об авторах: *Носова Мария Борисовна* – науч. сотр. Главного ботанического сада РАН, канд. биол. наук (mashanosova@mail.ru); *Северова Елена Эрастовна* – вед. науч. сотр. биологического факультета МГУ, канд. биол. наук (elena.severova@mail.ru); *Волкова Ольга Александровна* – аспирант биологического факультета МГУ (centaurea57@yandex.ru).