

УДК 581

МНОГОЛЕТНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИХ СПЕКТРОВ В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

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

Рассмотрены результаты шестилетнего изучения пыльцевого дождя, проводимого в рамках Программы мониторинга пыльцы (Pollen Monitoring Program – PMP, Hicks et al., 1996) в пределах средней полосы европейской части России. Основное внимание посвящено индикационному значению скорости аккумуляции пыльцы основных лесобразующих пород, хлебных злаков и некоторых других пыльцевых таксонов для определения зональной принадлежности палинологического спектра. Обоснована необходимость изучения современных палинологических спектров для более точной интерпретации результатов анализа ископаемых отложений голоценового возраста.

Ключевые слова: палинология, современная пыльца, мониторинг, скорость аккумуляции пыльцы, PAR, европейская часть России.

Палинологический анализ был и остается одним из основных методов реконструкции растительности и климата прошлого. Методу уже более 100 лет (von Post, 1967), и с течением времени появились новые вопросы, для решения которых созданы новые методы исследования ископаемых и современных палинологических спектров (далее СПС). Одним из актуальных вопросов современной палинологии является проблема связи качественного и количественного состава пыльцевого дождя (совокупности пыльцы, осаждающейся на воспринимающую поверхность) с составом и пространственным распределением растительности. От понимания того, какие условия влияют на состав палинологического спектра, зависит точность интерпретации ископаемых данных.

Для изучения этой проблемы в течение уже более полувека ведутся исследования современных (годовых) и поверхностных палинологических спектров (Федорова, 1952; Язвенко, 1991; Филимонова, 2005; Andersen, 1970; Birks, 1973; Bradshaw, 1981; Hicks, Birks, 1996; Giesecke et al., 2010). Накоплены данные о путях трансформации современных палинологических спектров в ископаемые и возможном соотношении последних с растительностью прошлого. Методы количественной интерпретации ископаемых спектров прошли путь от простой пропорции (чем выше процентное содержание, тем выше участие таксона в растительности) через введение поправочных коэффициентов (Кабайлене, 1969; Davis, 1963) до сложных моделей, описывающих удаленность источника, перемещение и аккумуляцию пыльцы (Birks & Gordon,

1985; Prentice, 1988; Sugita, 2007a, 2007b). Европейская часть России расположена в нескольких природных зонах, границы которых в течение голоцена мигрировали (Нейштадт, 1957) в зависимости от изменений климатической обстановки и воздействия антропогенных факторов. Поэтому важно получить данные о современных годовых пыльцевых спектрах разного географического происхождения.

Для оценки количественных характеристик пыльцевого дождя в настоящее время используется метод определения скорости аккумуляции пыльцы (pollen accumulation rate – PAR), характеризующий число пыльцевых зерен, попадающих на единицу площади улавливающей поверхности за один год. Такой подход позволяет получать количественные данные и оценивать пыльцевую продуктивность как современных, так и ископаемых спектров не только в относительных, но и в абсолютных показателях (Seppä, Hicks, 2006), к которым можно применять более мощный математический аппарат. При этом компоненты спектра не зависят друг от друга, как это происходит при определении процентного содержания (когда таксон, обладающий значительной пыльцевой продуктивностью, искажает показатели прочих таксонов). Например, в Мещёре процентное содержание пыльцы ели (в пределах ареала ели) составляет около 1%, так как здесь преобладают сосновые леса, и высокая пыльцевая продуктивность сосны влияет на содержание пыльцы ели (Мальгина, 1950), снижая его.

Исследования СПС ведутся в течение последних 20 лет в странах Центральной, Северной и Восточной Европы в рамках Программы монито-

ринга пыльцы (Pollen Monitoring Program – PMP). Для получения данных о притоке пыльцы на восприимчивую поверхность в абсолютном исчислении используют модифицированные ловушки Таубера (Hicks et al., 1996) в сочетании с методом определения концентрации пыльцы с помощью экзотического маркера (Stockmarr, 1971).

В России данные по СПС до сих пор ограничивались лишь результатами анализа поверхностных образцов почвы и мхов, которые аккумулируют пыльцу за неопределенный период (для мхов, по разным данным, от 2 до 5 лет). В силу этого поверхностные образцы не могут служить достоверным источником информации о СПС. Их нельзя использовать для оценки скорости поступления пыльцы в отложения и корректного сравнения различных ископаемых последовательностей с использованием математических методов.

В настоящее время в нашей стране накоплены и продолжают появляться подробно датированные последовательности (Andreev et al., 2004; Dolukhanov et al., 2010; Borisova et al., 2011; Novenko et al., 2012, 2014), интерпретация которых выигрывает от наличия референсных данных в виде

поверхностных спектров почвы, опада и моховых подушек, а также данных многолетнего мониторинга современного пылевого дождя.

Мы полагаем, что полученную информацию можно будет использовать при интерпретации фоссильных данных в зоне умеренного климата Восточной Европы, в частности, при обсуждении изменения границ природных зон и палеоареалов отдельных таксонов в голоцене.

Материалы и методы

Исследования современных спектров в средней полосе европейской части России (ЕЧР) были начаты в 2007 г. Первые ловушки Таубера были установлены в Московской, Тверской и Псковской областях, затем (в 2009 г.) исследования были распространены на юг, в окрестности Тулы и на Куликово Поле, а также добавлена одна точка в Тверской обл. Таким образом, в настоящее время получены палинологические данные за 4–6 лет из 23 ловушек Таубера, расположенных в 6 точках (рис. 1, таблица): в четырех вариантах хвойно-широколиственных лесов (точки 1–4), в зоне широколиственных лесов (точка 5) и в зоне лесостепи (точка 6).



Рис. 1. Расположение мест установки ловушек Таубера в пределах европейской части России (1 – RU-PL; 2 – RU-TR; 3 – RU-CF; 4 – RU-ZV; 5 – RU-TU; 6 – RU-KP)

Расположение ловушек Таубера и характер растительности

Номер и код точки	Местоположение	Координаты	Растительная зона и современное состояние растительности окружающей территории	Число ловушек Таубера и особенности их расположения
1. RU-PL	Псковская обл., Бежаницкий р-н, заповедник Полистовский	N 57°04' E 30°40'	зона хвойно-широколиственных лесов (ХШЛ), мезо- и олиготрофные болота Полистово-Ловатской болотной системы, окруженные мелколиственными и смешанными лесами с преобладанием ольхи и березы	1 – мезотрофная окрайка 2 – минеральный остров 3 – мезотрофная тростниковая окрайка 4 – олиготрофная сплавина
2. RU-TR	Тверская обл., Торопецкий р-н, биостанция Чистый лес	N 56°44' E 31°31'	зона ХШЛ; вторичные сосновые и елово-мелколиственные леса с широколиственными породами на песчаных и суглинистых почвах	1 – граница леса и болота 2 – олиготрофная сплавина 3 – центр небольшого болота
3. RU-CF	Тверская обл., Нелидовский р-н, Центрально-Лесной заповедник	N 55°40' E 36°42'	зона ХШЛ, малонарушенные еловые (до 44%), вторичные смешанные и лиственные леса на суглинках	1 – окно в смешанном лесу 2 – сосняк по болоту 3 – центр болота 4 – мезотрофная окрайка
4. RU-ZV	Московская обл., Одинцовский р-н, Звенигородская биостанция МГУ	N 57°04' E 30°40'	южная часть зоны ХШЛ; вторичные еловые, сосново-еловые и елово-березовые леса на водоразделе и широколиственно-еловые по склонам долин; ельники нарушены в 2012 г. короедом-типографом; густонаселенный пригородный пояс	1 – смешанный лес 2 – граница болотного сосняка 3 – олиготрофная сплавина 4 – ельник 5 – вырубка 6 – березняк
5. RU-TU	Тульская обл., Ленинский р-н, Тульские засеки	N 54°03' E 37°35'	зона широколиственных лесов; вторичные широколиственные леса и сельскохозяйственные угодья на месте Засечной черты	карстовые болота: 1 – мезотрофное в открытом ландшафте 2 – мезотрофное в лесу 3 – эвтрофное в лесу
6. RU-KP	Тульская обл., Елифанский и Кимовский районы, Куликово Поле	N 53°40' E 38°35'	северная лесостепь; сочетание обрабатываемых и заброшенных сельхозугодий, остепненных лугов, балочных лесов и участков естественных степей	1 – степной склон 2 – эвтрофное болото в пойме 3 – молодая залежь 4 – остепненный луг

Методы работы в поле и лаборатории соответствуют стандарту Программы мониторинга пыльцы (Hicks et al., 1996; www.pollentrapping.net). Модифицированные ловушки Таубера (от 3 до 6) были установлены в октябре в каждой из модельных точек в разных местообитаниях (окно в лесу, граница леса и открытого фитоценоза, открытый фитоценоз) и заменялись новыми через год после окончания сезона пыления. Лабораторную обработку содержимого проводили методом ацетализации (Erdtman, 1960). В каждый образец из ловушек были добавлены таблетки *Lycopodium* (Stockmarr, 1971) для определения ежегодного притока пыльцы (pollen influx, п.з.·см⁻²·год⁻¹). Подсчет вели до 500 пыльцевых зерен (п.з.) деревьев и кустарников в лесной зоне и до 600 п.з. в лесостепи. В любом случае количество подсчитанных спор *Lycopodium* должно быть не менее 20.

Для вычисления и построения диаграмм использовали программы TILIA и TGView (Grimm, 1991). Для определения скорости аккумуляции пыльцы (PAR) использовали соответствующую формулу (Hicks et al., 1999).

В данной статье мы не рассматриваем межгодовые колебания характеристик пыльцевого дождя, останавливаясь лишь на его зональных особенностях и диагностическом значении PAR при его использовании для интерпретации ископаемых спектров. В этой связи на рис. 2, представляющем собой упрощенную палинологическую диаграмму, присутствуют лишь буквенные обозначения точки с номером ловушки, а год отсутствует.

Результаты и обсуждение

Данные о скорости аккумуляции пыльцы (PAR) за последние 6 лет представлены на рис. 2. Наиболее высокие средние значения суммарной скорости аккумуляции пыльцы (PAR_{total}), главным образом, за счет хвойных и мелколиственных древесных таксонов наблюдаются в южной части зоны хвойно-широколиственных лесов (RU-ZV) и в зоне широколиственных лесов (RU-TU), южнее и севернее – при значительных (на порядки) колебаниях PAR, средние значения ниже.

Picea. Количественные характеристики для пыльцы ели в составе годового пыльцевого дождя представляют интерес, поскольку ель в средней полосе ЕЧР является одной из основных лесообразующих пород и эдификатором. В течение голоцена в пределах средней полосы ЕЧР многие диаграммы показывают высокое (до 50–60%) содержание пыльцы *Picea* (Носова, 2009; Davydova et al., 2001), а скорость аккумуляции достигает 47 000 п.з.·см⁻²·год⁻¹. В настоящее время карти-

на иная: процентное содержание пыльцы ели колеблется в пределах от 0 до 14%, а PAR – от 0 до 4880 п.з.·см⁻²·год⁻¹ с максимальными значениями на юге зоны хвойно-широколиственных лесов (RU-ZV). Изменение скорости аккумуляции пыльцы на 1–2 порядка в течение голоцена невозможно однозначно объяснить какой-либо одной причиной. Мы полагаем, что помимо смены условий произрастания (изменения климата и гидрологических условий, а также сведение климаксных еловых лесов человеком), одним из возможных объяснений этого феномена может являться концепция генетической дифференциации ели в пределах ее ареала (Latałowa, Van der Knaap, 2006). Можно предположить, что более южный фенотип *Picea abies* s.l. при произрастании в менее благоприятных микроклиматических и гидрологических условиях производит меньше пыльцы, чем во время оптимума голоцена или южнее (см. рис. 2 – различия PAR в точках RU-CF и RU-ZV). Эта гипотеза, однако, требует проверки и более глубоких изысканий с применением методов, выходящих за рамки палеопалинологии как таковой.

На основании полученных данных можно принять, что значимые уровни (значения процентного содержания и PAR, при которых можно говорить о произрастании таксона на данной территории) для ели на территории ЕЧР составляют 0,5–1,0% и несколько десятков п.з.·см⁻²·год⁻¹. Результаты подробного рассмотрения участия *Picea* в СПС и растительности, полученные в результате обработки данных мониторинга пыльцы, а также Российской палинологической базы данных (www.pollendata.org) представлены в недавно опубликованной нами статье (Nosova et al., 2015).

Скорость аккумуляции пыльцы сосны и ели высока в хвойно-лесных зонах и снижается в зоне широколиственных лесов и в лесостепи. Величины PAR, которые наблюдаются южнее Оки, обеспечиваются в основном дальним и региональным транспортом пыльцы.

Pinus. В четырех первых точках (RU-ZV, RU-CF, RU-TR, RU-PL) есть сосновые древостои (болотные или суходольные). В Тульской обл. сосновые леса поблизости от исследованных точек отсутствуют, поэтому наблюдающиеся здесь невысокие значения PAR (PAR_{макс} = 2100 п.з.·см⁻²·год⁻¹) можно считать характерными для нелесных зон. Пыльца сосны является здесь региональным, а возможно, частично дальнезаносным компонентом спектра (дальний занос, в англоязычной литературе LDT (long distance transport) – перенос пыльцы на дальние расстояния, в сотни и тысячи километров).

Betula. Пыльца березы демонстрирует высокие показатели PAR в пределах всей лесной зоны, включая широколиственные леса. Максимальное значение показывает ловушка в березняке (RU-ZV-6, 297 000 п.з.·см⁻²·год⁻¹), однако средние значения достаточно высоки во всех точках лесного пояса – десятки тысяч п.з.·см⁻²·год⁻¹.

Значительное уменьшение происходит в зоне лесостепи (PAR_{макс} = 37 000 п.з.·см⁻²·год⁻¹, PAR_{мин} = 1467 п.з.·см⁻²·год⁻¹), хотя березовые леса здесь присутствуют по балкам и в посадках. Таким образом, за значимый уровень можно принять 1500 п.з.·см⁻²·год⁻¹.

Alnus. PAR для ольхи достигает максимальных значений (14521 п.з.·см⁻²·год⁻¹) в новой точке расположения ловушек в Полистовском заповеднике, где данные есть только за один 2013 г. Это явление объясняется расположением ловушек на участках верхового и мезотрофного болот, окруженных обширными черноольховыми топями. Прочие образцы из этого местонахождения (RU-PL) также показывают колебания PAR ольхи вокруг больших значений. Остальные точки демонстрируют несколько более низкие значения скорости аккумуляции с явно выраженными пиками в открытых местообитаниях (RU-CF3), в лесу рядом с ольховой окрайкой болота (RU-ZV3, RU-TU3) и в близких к реке местообитаниях в лесостепи (RU-KP1 и RU-KP2). Поскольку пыльца ольхи в значительной мере маркирует растительность болот и приречные древостои (азональную растительность), обсуждать ее значимые уровни в контексте зональной принадлежности спектра мы сочли нецелесообразным.

Широколиственные породы деревьев и орешник ожидаемо демонстрируют максимальные значения PAR (от сотен до нескольких тысяч п.з.·см⁻²·год⁻¹) в зоне широколиственных лесов (RU-TU). Значительно меньшее, но постоянное участие пыльцы этих пород наблюдается в спектрах южной части зоны хвойно-широколиственных лесов (RU-ZV). В лесостепи (RU-KP) их участие более спорадичное. В трех наиболее северных точках (RU-CF, RU-TR, RU-PL) лишь дуб и вяз (анемофильные таксоны) присутствуют регулярно и в большом количестве. Пыльца орешника встречается немного меньше, что связано, вероятно, с его произрастанием под пологом леса. Минимальные значения PAR широколиственных пород могут служить как свидетельством произрастания таксона в пределах микрорегиона, так и результатом дальнего заноса пыльцы.

Tilia. Максимальное значение PAR в ловушке RU-TU1–5926 п.з.·см⁻²·год⁻¹. Вне зоны широколиственных лесов, где липа произрастает спорадически, пыльца ее встречается единично.

Ulmus. В современных спектрах встречается регулярно и в заметных количествах во всех изученных зонах (PAR_{макс} = 948 п.з.·см⁻²·год⁻¹ в RU-TU). Сходная картина наблюдается в голоцене, например, на территории Центрально-Лесного заповедника (Носова, 2008), где вяз является немногочисленным, но стабильным элементом растительности, раньше всех появляясь в бореальном периоде и сохраняя устойчивые позиции в субатлантическом. Вероятно, он занимал устойчивые ниши, например долины рек с неудобными для земледелия склонами, а также способен произрастать на низинных болотах.

Fraxinus. Пыльца ясеня полностью отсутствует в Полистовском заповеднике (RU-PL). Во всех остальных точках она встречается в небольших количествах регулярно, достигая максимума в зоне широколиственных лесов и снижая участие в лесостепи. PAR_{макс} = 1185 п.з.·см⁻²·год⁻¹, в зоне хвойно-широколиственных лесов и в лесостепи PAR колеблется в пределах от десятков до сотен п.з.·см⁻²·год⁻¹ (пыльца может и вовсе отсутствовать).

Acer. Максимальная скорость аккумуляции для пыльцы клена составляет 1659 п.з.·см⁻²·год⁻¹ в широколиственных лесах. В прочих точках клен встречается спорадически в небольших количествах.

Quercus. В значительных количествах, помимо широколиственных лесов, встречается в зоне хвойно-широколиственных лесов и в лесостепи (PAR = 2400 п.з.·см⁻²·год⁻¹), однако возможно и отсутствие пыльцы дуба. Для точки в зоне широколиственных лесов (RU-TU) характерны значения PAR в несколько сотен п.з.·см⁻²·год⁻¹, однако минимальные значения PAR исчисляются десятками, а максимум достигает 3318 п.з.·см⁻²·год⁻¹.

Corylus. Скорость аккумуляции пыльцы орешника в хвойно-лесных районах не выходит за пределы нескольких сотен п.з.·см⁻²·год⁻¹. Максимальные значения PAR наблюдаются в зоне широколиственных лесов. (PAR_{макс} = 2167 п.з.·см⁻²·год⁻¹).

Cerealia. Индикационные признаки развития сельского хозяйства на окружающей территории, в частности присутствие пыльцы хлебных злаков (Cerealia), требуют пристального внимания и изучения, поскольку в этом случае история растительности голоцена соприкасается с историей землепользования и антропогенного воздействия на растительность, т.е. это сфера

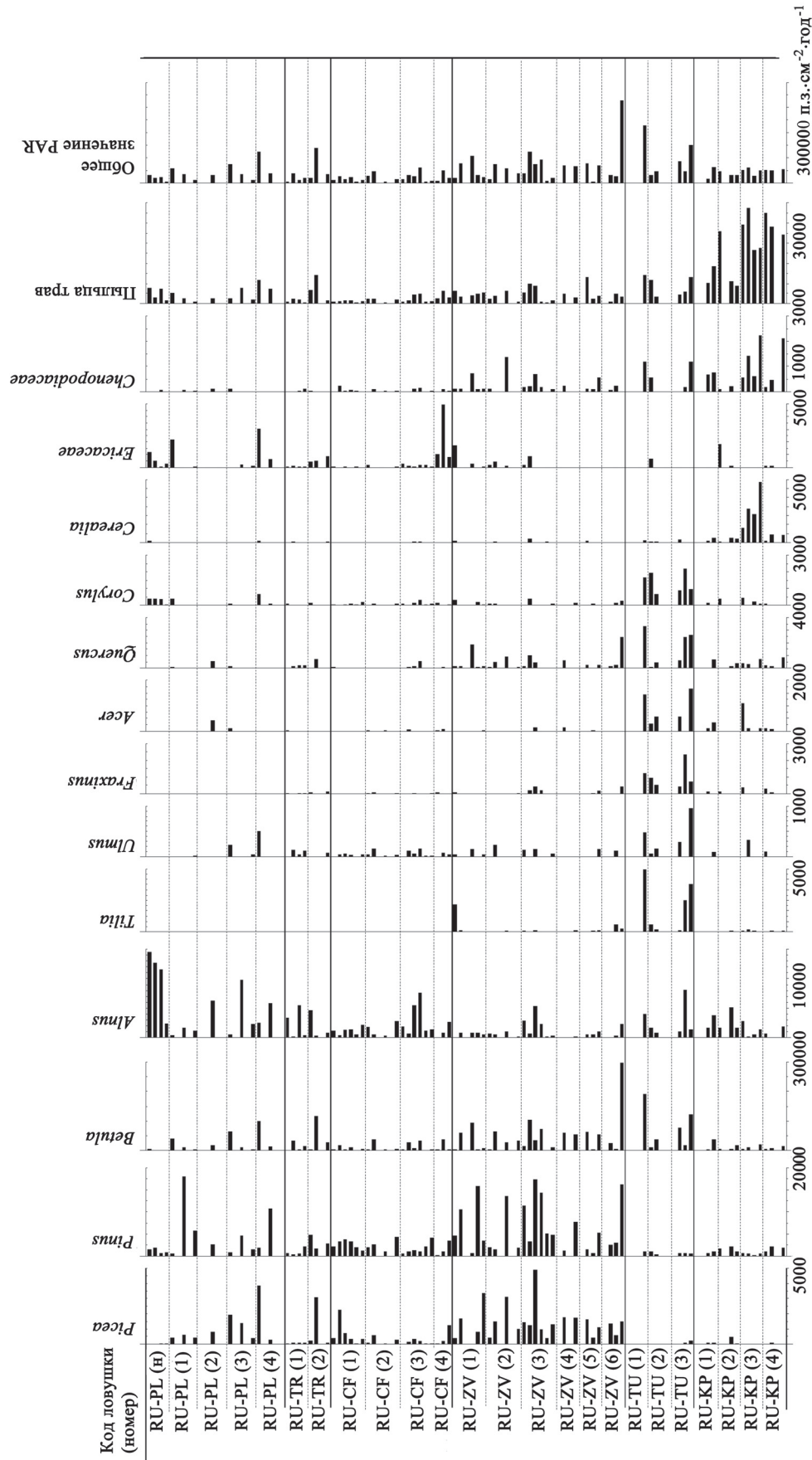


Рис. 2. Диаграмма скорости аккумуляции пыльцы (PAR), полученная по результатам шестилетних наблюдений за пылевым дождем в пределах средней полосы европейской части России

пересечения палинологии с археологией и исторической географией.

Несмотря на то, что культурные злаки анемофильны, и пыльца, очевидно, выносится за пределы микрорегиона, PAR в лесной зоне не достигает больших значений (< 500) даже в открытых местообитаниях. На всех пяти точках лесной зоны ближайшие поля отделены от мест расположения ловушек расстоянием и/или лесной растительностью, которая является естественным фильтром при распространении пыльцы (Vuorela, 1973). Единственным регионом, в котором значения PAR Cerealia велики ($PAR = 1568$, $PAR_{\text{макс}} = 6708$ п.з.·см⁻²·год⁻¹), является Куликово Поле, где сельское хозяйство более развито, и посевы культурных злаков занимают значительные площади. Таким образом, высокая скорость аккумуляции пыльцы культурных злаков уверенно указывает на степень развития сельского хозяйства в регионе.

Ericaceae. Пыльца вересковых встречается в лесной зоне почти во всех образцах, увеличивая участие в ловушках с верховых болот. В лесных образцах (RU-PL3, RU-CF1-2, RU-ZV4-6) PAR вересковых минимальна (< 200 п.з.·см⁻²·год⁻¹), либо пыльца может вовсе отсутствовать.

Chenopodiaceae. Пыльца маревых, которая также разносится ветром, является индикатором сельскохозяйственных угодий и нарушенных местообитаний. В нашей диаграмме максимальные значения PAR можно видеть в пригородах Московской обл. (RU-ZV) и в широколиственных лесах, поблизости от г. Тула (RU-TU). В лесостепи высокая PAR маревых ($PAR_{\text{макс}} = 2263$ п.з.·см⁻²·год⁻¹) также указывает на высокую степень антропогенной нагрузки на территорию.

Пыльца трав. PAR трав максимальна в лесостепи, причем выше на порядок, чем в остальных зонах. В лесном поясе скорость аккумуляции компонентов, связанных с травяными сообществами, выше на открытых участках.

Дальнезаношенный компонент спектров представлен грабом (*Carpinus*) и буком (*Fagus*). Пыльца граба встречается почти на всех точках, но в заметных количествах только на RU-CF и RU-KP, пыльца бука встречается исключительно в Тульской обл. (на территории, наиболее близкой к естественному ареалу бука). В Псковской обл. (RU-PL) вся пыльца *Ambrosia*, вероятно, является результатом дальнего транспорта, а в прочих точках лесной зоны, где она произрастает, значительная ее часть переносится потоками воздуха из более южных регионов. Подобный занос, согласно аэропалинологическим данным (Polevova et al., 2007), происходит постоянно.

Подробно участие дальнезаношенной пыльцы в современных и ископаемых спектрах рассмотрено нами в опубликованной ранее статье (Носова и др., 2012). Возможность дальнего транспорта пыльцы необходимо учитывать при интерпретации фоссильных данных, так как процесс переноса пыльцы воздушными массами на дальние расстояния происходит постоянно сейчас и, очевидно, происходил в голоцене.

Можно выделить определенные сочетания пыльцевых типов, высокие значения PAR для которых маркируют зональную растительность и ее актуальное состояние. Точки RU-PL, RU-TR и RU-CF, находящиеся в северной части зоны хвойно-широколиственных лесов, показывают высокие концентрации пыльцы *Alnus*, *Ericaceae*, *Pinus* при низких значениях PARtotal. Олигомезотрофный болотный массив Полистовского заповедника, окруженный вторичными лесами и залежами (RU-PL), маркируется пыльцой ольхи и вересковых, а также высокими значениями антропогенных индикаторов. Вторичные сосновые и мелколиственные леса на легких почвах биостанции Чистый лес (RU-TR) характеризуется низкими значениями PAR для древесных пород и высокими – для вересковых. Центрально-Лесной заповедник (RU-CF), представляющий собой малонарушенный массив хвойных лесов южнотаежного облика, характеризуется низким общим значением PAR, значением PAR ели и высокими значениями PAR для болотных таксонов. Южнее, в Московской обл. (RU-ZV), в южной части зоны хвойно-широколиственных лесов общий приток пыльцы на воспринимающую поверхность возрастает, причем он равномерно увеличивается для всех лесообразующих пород, кроме ольхи, а также для таксонов, являющихся антропогенными индикаторами. В зоне широколиственных лесов, в окрестностях г. Тула (RU-TU), наблюдаются пиковые значения PAR для широколиственных пород и березы, а также для таксонов, являющихся антропогенными индикаторами, и особенно для *Urtica*, максимум PAR которой приурочен к хвойно-широколиственным и широколиственным лесам. Музей-заповедник Куликово Поле (RU-KP) имеет наиболее яркие отличия от прочих точек ввиду открытого характера ландшафта и значительных площадей сельскохозяйственных угодий. Лесостепной экотон маркируется максимальными значениями PAR для Poaceae, Cerealia, сложноцветных и недревесной пыльцы в целом.

Выводы

По результатам шести лет наблюдений за современным пыльцевым дождем сделаны выводы.

Абсолютный показатель, характеризующий пылевогой дождь (скорость аккумуляции пыли – PAR), позволяет оценивать отдельные компоненты спектра независимо друг от друга и определять значимые уровни, соответствующие разному участию таксона в составе растительности.

В средней полосе европейской части России можно выделить ряд таксонов, различные сочетания (и значения PAR) которых индицируют зональную растительность, ее сукцессионный статус и локальные особенности.

Вариации растительности в пределах одной зоны (различный масштаб и стадии вторичной сукцессии, различные варианты почвенных условий, влияющие на состав растительности) воздействуют на состав спектров менее существенно, чем экстралокальная (в пределах от нескольких

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 11-04-01467-а и № 14-04-01405-а). Анализ образцов из Московской области выполнен при финансовой поддержке гранта РНФ 14-50-00029.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Кабайлене М.В.* Формирование пылевых спектров и методы восстановления палеорастительности. Л., 1969. 148 с.
- Нейштадт М.И.* История лесов и палеогеография СССР в голоцене. М., 1957. 404 с.
- Носова М.Б.* Спорово-пыльцевые диаграммы голоценовых отложений как источник информации об антропогенном воздействии на растительность в доисторический период (на примере Центрально-Лесного заповедника) // Бюл. МОИП. Сер. биол. Т. 114. Вып. 3. 2009. С. 30–36.
- Носова М.Б., Северова Е.Э., Косенко Я.В., Волкова О.А.* Реконструкция динамики растительности голоцена: дальний транспорт пыли и его значение для интерпретации спектров // Конференция с международным участием «Биогеография: методология, региональный и исторические аспекты» (30 января – 3 февраля 2012 г., Москва). М., 2012.
- Федорова Р.В.* Количественные закономерности распространения пыли древесных пород воздушным путем // Тр. ИГ АН СССР. 1952. Т. 52. С. 91–103.
- Филимонова Л.В.* Динамика растительности среднетаежной подзоны Карелии в позднеледниковье и голоцене: Палеоэкологические аспекты. Дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2005. 200 с.
- Язвенко С.Б.* Современная пылевая продукция и голоценовая история горных лесов Закавказья. Дис. ... канд. биол. наук. М., 1992. 245 с.
- Andersen S.Th.* The relative pollen productivity and pollen representation of north European trees, and correction factors for tree pollen spectra determined by surface pollen analysis from forest // Dan. Geol. Unders. 1970. Vol. 2. N 96. P. 1–99.
- Andreev A.A., Tarasov P.E., Klimanov V.A., Melles M., Lisitsyna O.M., Hubberten H.-W.* Vegetation and climate changes around the Lama Lake, Taymyr Peninsula, Russia during the Late Pleistocene and Holocene // Quat. Intern. 2004. Vol. 122. Is. 1. P. 69–84.
- Birks, H.J.B.* Modern pollen studies in some arctic and alpine environments / H.J.B. Birks and R.G. West (Ed.) Quaternary Plant Ecology. Blackwell, Oxford, 1973. P. 143–168.
- Borisova O.K., Novenko E.Yu., Zelikson E.M., Kremetski K.V.* Lateglacial and Holocene vegetational and climatic changes in the southern taiga zone of West Siberia according to pollen records from Zhukovskoye peat mire // Quat. Intern. 2011. Vol. 237. P. 65–73.
- Bradshaw, R.H.W.* Modern pollen representation factors for woods in south-eastern England // J. Ecol. 1981. Vol. 69. P. 45–70.
- Cundill P.R.* Comparisons of moss polster and pollen trap data: a pilot study // Grana. 1991. Vol. 30. P. 301–308.
- Davis M.B.* On the theory of pollen analysis // Am. J. Sci. 1963. Vol. 261. P. 897–912.
- Davydova N.N., Subetto D.A., Khomutova V.I., Sapelko T.V.* Late Pleistocene–Holocene paleolimnology of three northwestern Russian lakes // Journ. Paleolimnol. 2001. Vol. 26. P. 37–51.
- Dolukhanov P.M., Subetto D.A., Arslanov Kh.A., Davydova N.N., Zaitseva G.I., Kuznetsov D.D., Ludikova A.V., Sapelko T.V., Savelieva L.A.* Holocene oscillations of the Baltic Sea and Lake Ladoga levels and early human movements // Quat. Intern. 2010. Vol. 220. Is. 1–2. P. 102–111.
- Erdtman G.* The acetolysis method // Svensk. Bot. Tidskr. 1960. Vol. 54. P. 561–564.
- Giesecke T., Fontana S.L., van der Knaap W.O., Pardoe H.S., Pidek I.A.* From early pollen trapping experiments to the Pollen Monitoring Programme. Veg. Hist. Archaeobot. 2010. Vol. 19. P. 247–258.
- Grimm E.C.* TILIA and Tilia graph: Springfield, U.S.A., Software available from Illinois State Museum. 1991.
- Hicks S., Latalowa M., Ammann B., Pardoe H., Tinsley H.* European Pollen Monitoring Programme – Project Description and Guidelines, 1996.

десятков до сотен метров) растительность места отбора пробы.

Скорость аккумуляции пыли таксонов, являющихся антропогенными индикаторами, и особенно хлебных злаков, отражает уровень сельскохозяйственной активности в разных природных зонах.

Дальний транспорт пыли – распространенное явление, и этот фактор обязательно должен учитываться при интерпретации фоссильных данных.

Исследователям, работающим с ископаемой пылью голоценового возраста, изучение современного пылевого дождя дает возможность выработать подходящие для макрорегиона критерии и значимые уровни для более уверенной интерпретации ископаемых данных.

- Hicks S., Tinsley H., Pardoe H., Cundill P. European Pollen Monitoring Programme, supplement to the guidelines. Oulu, 1999.
- Latalowa M., Van der Knaap W.O. Late quaternary expansion of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. in Europe according to pollen data // Quat. Sci. Rev. 2006. Vol. 25. P. 2780–2805.
- Nosova M.B., Severova E.E., Volkova O.A., Kosenko Ya.V. Representation of *Picea* pollen in modern and surface samples from Central European Russia // Veget. Hist. Archaeobot. 2015. Vol. 24. Is. 2. P. 319–330.
- Novenko E.Yu., Volkova E.M., Glasko M.P., Zyuganova I.S. Palaeoecological evidence for the middle and late Holocene vegetation, climate and land use in the upper Don River basin (Russia) // Veget. Hist. Archaeobot. 2012. Vol. 21. N 4–5. P. 337–352.
- Novenko E.Yu., Ereemeeva A.P., Chepurnaya A.A. Reconstruction of Holocene vegetation, tree cover dynamics and human disturbances in central European Russia, using pollen and satellite data sets // Veget. Hist. Archaeobot. Vol. 23. P. 109–119.
- Polevova S., Skjoth C., Severova E., Kosenko Y. Ragweed in aeropalynological spectrum of Moscow: long-distance transport or local flowering? // Proc. 6PMP Conference, 3–9 June 2007, Jurmala. Jurmala, 2007. P. 67–69.
- 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 // Quat. Sci. Rev. 2006. Vol. 25. P. 1501–1516
- Stockmarr J. Tablets with spores used in absolute pollen analysis // Pollen Spores. 1971. Vol. 13. P. 615–621.
- Sugita S. Theory of quantitative reconstruction of vegetation. I: pollen from large sites REVEALS regional vegetation // Holocene. 2007a. Vol. 17. P. 229–241.
- Sugita S. Theory of quantitative reconstruction of vegetation. II: all you need is LOVE // Holocene. 2007b. Vol. 17. P. 243–257.
- Post von L. Forest tree pollen in south Swedish peat bog deposits (Translation by M.B. Davis, K. Faegri). // Pollen et Spores. 1967. Vol. 9. P. 375–401.
- Vuorela I. Relative pollen rain around cultivated fields // Acta Bot. Fennica. 1973. Vol. 102. P. 1–27.

Поступила в редакцию 06.03.15

LONG TERM STUDY OF MODERN POLLEN SPECTRA IN TEMPERATE ZONE OF EUROPEAN RUSSIA

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

The authors analyze the results of 6-years monitoring of modern pollen rain in the European part of central Russia conducted according to the Pollen Monitoring Program standards (PMP, Hicks et al., 1996). The main attention was paid to the pollen accumulation rates of main forest taxa, Cerealia and some other pollen types for identification of vegetation zones. The importance of modern spectra investigation for interpretation of Holocene fossil data is demonstrated.

Key words: palynology, modern pollen, pollen monitoring, pollen accumulation rate, PAR, Central European Russia.

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