

© Н.В. Минаева¹, Л.В. Новоселова², К.В. Плахина¹,
Е.Н. Новожилова², М.В. Ременникова²

¹ГБОУ ВПО «Пермская государственная медицинская академия имени академика
Е.А. Вагнера» Минздрава России

²ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет» Министерства образования и науки России

г. Пермь, Россия

АЭРОПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЫЛЕНИЯ БЕРЕЗЫ В Г. ПЕРМИ И ИХ МЕДИЦИНСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Аннотация. В Пермском крае береза (*Betula spp.*) принадлежит к наиболее распространенным видам, продуцирующим аллергенную пыльцу, поэтому информация о начале, интенсивности и продолжительности пыльцевого сезона важна для врачей аллергологов и их пациентов с поллинозом. Установлено, что пыльцевые зерна березы доминировали в пыльцевом спектре в течение 3 из 4 сезонов. Пыльцевой мониторинг проводился в г. Пермь с помощью волкуметрического пыльцеуловителя Буркарда за четыре сезона (2010–2013). Основной период пыления определялся тремя способами: 98 % суммарного годового количества пыльцевых зерен вида, 95 % и 90 %. Самым адекватным из них при изучении пыления березы являлся способ 98 %. В отличие от него при двух других способах исключалась слишком большая доля пыльцевых зерен. Выявлена значительная вариабельность начала, продолжительности и интенсивности пыления.

Ключевые слова: аэропалинология, поллинозы, береза, *Betula*spp., пыльцевой мониторинг.

© N.V. Minaeva¹, L.V. Novoselova², K.V. Plakhina¹,
E.N. Novozhilova², M.V. Remennikova²

¹Perm State Academy of Medicine named after ac. E.A. Vagner,

²Perm State National Research University,

Perm, Russia

AEROPALYNOLOGICAL FEATURES OF BIRCH POLLEN DISPERSION IN PERM AND THEIR MEDICAL IMPORTANCE

Abstract. In Perm region birch (*Betula spp.*) belongs to one of the most wide spread taxa producing allergenic pollen, therefore the data about the start, duration and intensity of a pollen season are very important for allergists and their patients with pollinosis. It is determined that birch pollen grains were dominating in the pollen spectrum during 3 seasons. The pollen monitoring was conducted in Perm using the Burkard volumetric trap during the period 2010–2013. The main period of pollen dispersion was determined in three ways: 98 %, 95 %, and 90 % of the annual quantity of pollen grains of one species. The most appropriate method to determine the birch pollen season was 98 % method, two other methods eliminated very large quantities of pollen grains. A considerable variability of the duration and intensity of birch pollen producing was revealed.

Keywords: Aeropalynology, pollinosis, birch, *Betula* spp, pollen monitoring.

Введение. Пыльца давно известна в качестве этиологического фактора поллиноза. Изучены наиболее аллергенные растения: область распространения, физические и антигенные свойства пыльцевых зерен, частота сенсibilизации к ним. Развитие аэробиологических исследований дало возможность прогнозировать сроки обострения и изучать особенности пыления как фактора, способного оказывать влияние на формирование сенсibilизации и/или выраженности отдельных клинических симптомов.

В Европе история плановых непрерывных аэробиологических наблюдений насчитывает десятки лет. Установлено, что среди деревьев одним из наиболее аллергенных растений для значительной части Европы является береза [9]. Ее основной период пыления в Западной Европе начинается в конце марта, в Центральной и Восточной Европе – в первую половину апреля, на северных ее территориях – с конца апреля до конца мая [16]. Пик пыления отмечается через 1–3 недели после начала. Продолжительность основного периода регистрации пыльцевых зерен варьирует от 1 до 8 недель. В европейском регионе в разные годы описано существенное разнообразие по продолжительности и интенсивности пыления березы [12].

Распространенность сенсibilизации к пыльце березы в Европе по данным аллергообследования также значительно варьирует: от 5 % в Нидерландах до 54 % в Швейцарии [9]. Даже в Северной Италии увеличилась доля положительных аллергопроб, что связывают с возросшей популярностью березы в качестве декоративного растения на этой территории [10]. Существуют доказательства значительно более сильной аллергенности пыльцы деревьев, выросших при повышенных температурах [8, 19].

Анализ многолетних аэропалинологических наблюдений в Европе показал, что по сравнению с началом 1960-х годов старт пыления начинается на 6 дней раньше, а его окончание – почти на 5 дней позже.

Продолжительность вегетационного периода увеличилась на 10–11 дней за 30 лет [20]. Параллельно с постепенным повышением температуры воздуха отмечается тенденция к увеличению количества пыльцы [12, 17, 22]. Нарастание концентрации пыльцы в последние 10 лет выше в городах – на 3 % в год, чем в сельской местности – на 1 % [13].

Нет единых критериев для установления минимального уровня концентрации пыльцевых зерен, способного вызывать аллергическую симптоматику, так как ответ пациентов очень индивидуален. Тем не менее, было установлено, что при концентрации более 30 зерен в м³ в сутки могут появляться первые симптомы у отдельных пациентов, а при значении больше 80 зерен в м³ воздуха в сутки уже 90 % страдающих поллинозом имеют клинические проявления [14].

В России в последние 10–15 лет постоянный пыльцевой мониторинг проводится эпизодически на отдельных территориях [3, 4, 6]. Для обобщения данных в масштабах страны информации недостаточно. В связи с этим каждое локальное исследование в отдельных регионах имеет существенное информационное значение с учетом регионального характера поллинозов. При дальнейшем развитии программ пыльцевого мониторинга возможно создание сети станций наблюдения для максимально полного охвата территории нашей страны и развития прогнозных систем наблюдения.

В Перми аэропалинологический мониторинг был начат в 2008 г. В течение двух лет применялся гравиметрический пыльцеуловитель Дюрама; был составлен календарь пыления 15 аллергенных видов растений Пермского региона, собрана коллекция препаратов пыльцевых зерен аллергенных растений [7]. В этиологической структуре поллинозов у детей г. Перми (n = 435), по данным кожного алерготестирования, в 2007–2008 гг. преобладала сенсibilизация к пыльце березы, которая наблюдалась у 25,6 % обследованных [7]. В связи с этим особенности пыления березы, как

ведущего регионального аллергена, стали предметом изучения в данной работе.

Цель работы – провести анализ аэропаленологических характеристик березы за 2010–2013 гг. с точки зрения риска формирования сезонных клинических симптомов поллиноза.

Материалы и методы исследования. С 2010 в г. Пермь аэропаленологические исследования проводятся с помощью волюметрического пыльцеуловителя Буркарда, принцип действия которого основан на принудительной подаче известного объема воздуха. Волюметрическая методика позволяет проводить количественный анализ данных, благодаря наличию часового механизма. Концентрация представлена в виде количества пыльцевых зерен в кубическом метре воздуха в сутки (пз/м³). Подсчет и идентификация пыльцевых зерен проводились при помощи светового микроскопа OLYMPUS BX51 с системой визуализации изображения (видеокамера OLYMPUS DP71, программа CELL V). В течение четырех сезонов наблюдения 2010–2013 гг. обработано 682 аэропаленологических проб воздуха.

Проведен анализ суммарного содержания (пыльцевой продуктивности) и пиковых концентраций пыльцевых зерен за сезон, сроков начала и окончания периода пыления, его интенсивности и продолжительности. Для определения основного периода пыления (ОПП) были использованы временные интервалы, в течение которых содержание пыльцевых зерен в атмосфере составляло 98 %, 95 %, 90 % (ОПП 98, ОПП 95, ОПП 90) от суммарного годового количества пыльцевых зерен этого вида. Дата начала сезона определялась, когда суммарное количество пыльцевых зерен березы составило 1 %, 2,5 % и 5 % соответственно. Дата окончания основного периода пыления была установлена при достижении 99 %, 97,5 %, 95 % суммарной годовой концентрации пыльцевых зерен, соответственно. Этот подход дает возможность исключить из обработки дни с низкой

концентрацией пыльцевых зерен в начале и в конце сезона, связанные с эффектами дальнего транспорта пыльцевых зерен или их вторичного подъема [21].

Проведено качественное сопоставление полученных результатов. Относительно короткий период наблюдений не позволил статистически оценить выявленные закономерности.

Результаты и их обсуждение. Пермь расположена на территории Пермского края, около 60 % площади которого занимают леса; наиболее распространены еловые и березовые, составляющие 66 % и 20 % всех древесных пород, соответственно [5]. Пыльцевые зерна березы занимают доминирующее положение в аэропалинологическом спектре – до 65 % (табл. 1). Они регистрируются массово в период цветения, и единично на протяжении всего сезона пыления. Это согласуется с полученными ранее данными о наиболее высоком распространении сенсibilизации к антигенам березы среди всех растительных аллергенов у детей г. Перми [7].

Таблица 1

Аэропалинологическая характеристика пыления березы

Показатели	Год наблюдения			
	2010	2011	2012	2013
Доля от общего числа всех зарегистрированных пыльцевых зерен за сезон, (%)	65	55	17,7	39,5
Суммарное количество пыльцевых зерен за сезон, (пз/м ³)	19473	19759	4483	10111
Дата первой регистрации пыльцевых зерен, (день, месяц)	09.04	13.04	09.04	05.04
Количество пыльцевых зерен при первой регистрации	4	2	1	1
Дата последней регистрации пыльцевых зерен, (день, месяц)	09.07	05.07	11.07	27.06
Продолжительность регистрации пыльцевых зерен, (количество дней)	91	83	93	83
Дата максимальной концентрации пыльцевых зерен, (день, месяц)	06.05	08.05	13.05	25.05
День максимальной концентрации от даты первой регистрации пыльцевых зерен	27	25	34	51
Максимальная суточная концентрация, (пз/м ³)	3613	3227	449	1036
Количество дней с концентрацией более 30 пз/м ³	25	26	31	32

За четыре года аэропалинологического наблюдения отмечалось существенное уменьшение доли пыльцевых зерен березы в 2012 г. (до 17,7 %), совпавшее с минимальной общей пыльцевой продуктивностью за сезон. В этот год было зарегистрировано значительное уменьшение пыльцевых зерен древесных и увеличение – травянистых растений в сезонном спектре, не типичное для трех других анализируемых сезонов. Однако среди древесных растений в 2012 г. пыльца березы сохранила лидирующую позицию, составив 49 %.

Анализ пыльцевой продуктивности в воздухе показал аналогичные результаты: наиболее высокие суммарные концентрации пыльцевых зерен березы за сезон были отмечены в 2010 и 2011 гг., наиболее низкое значение – в 2012 г., оно составило лишь 22,7 % от аналогичного показателя предыдущего года (рис. 1).

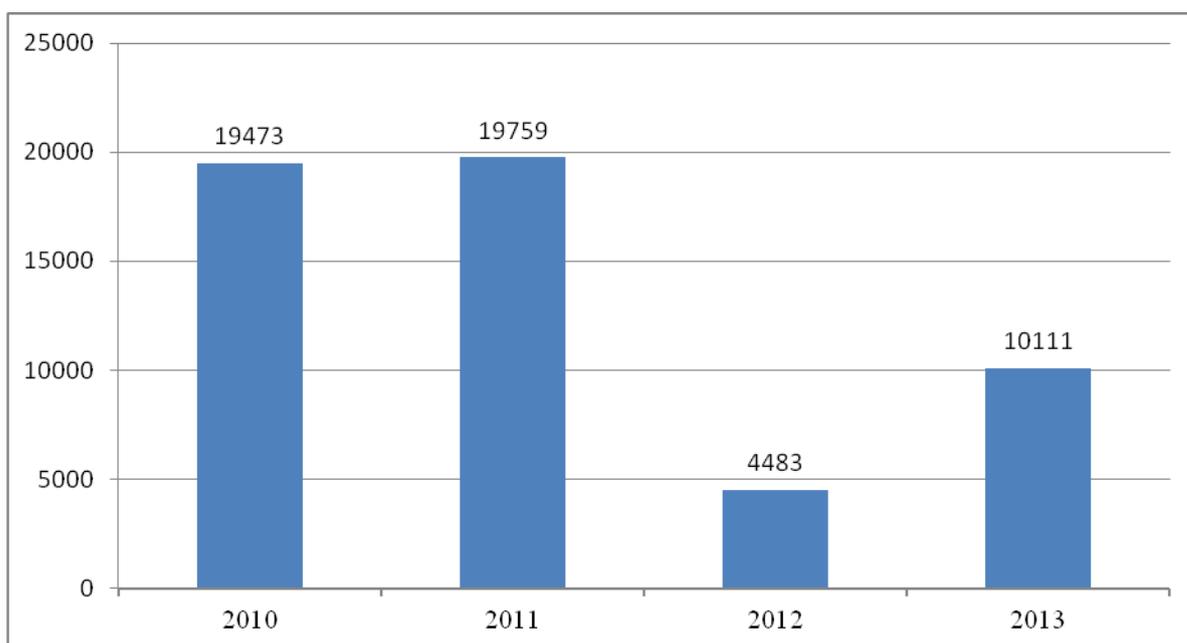


Рис. 1. Суммарное количество пыльцевых зерен березы в сезоны наблюдений.
По оси абсцисс – годы наблюдений;
по оси ординат – число пыльцевых зерен за сутки, пз/м³

Значительные различия пыльцевой продуктивности являются типичными для березы. По данным К. Piotrowska с соавт. (2011), в Польше за 2001–2010 гг. минимальная и максимальная продуктивности отличалась в

10,5 раз [21]. Еще более значительные различия были описаны в Финляндии за 31-летний период наблюдения: максимальная суммарная концентрация пыльцевых зерен за сезон в 119 раз превышала минимальную – 70445 против 590 пз/м³ в 1993 и 1994 гг., соответственно [11].

Даты первой и последней регистрации пыльцевых зерен березы в г. Пермь варьировали в пределах 1–2 недель, общая продолжительность их обнаружения – от 83 до 93 дней (табл. 1). Старт пыления отмечался на 95–99–103 дни календарного года. Последней датой регистрации были 178–186–190–192 дни.

В начале и в конце каждого сезона были дни с ничтожно малой концентрацией пыльцевых зерен, которая, в соответствии с данными R.Corsico с соавт. (1993), не могла иметь клинического значения [14]. Отсутствие конъюнктивальных и назальных клинических симптомов при концентрации пыльцы березы ниже 30 пз/м³ было описано в работе D.Caillaud с соавт. (2014) [15]. В нашем исследовании число дней с клинически значимой концентрацией за четыре года наблюдения составило от 25 в 2010 г., до 32 в 2012 г. (табл. 1). В связи с этим медицинское значение имеет не весь период регистрации пыльцевых зерен, а только его часть с концентрацией выше пороговой.

В аэропалинологии принято выделять основной период пыления (ОПП), исключая дни с низкой концентрацией пыльцевых зерен в начале и конце сезона пыления; были применены три способа расчета (табл. 2). Установлено, что в зависимости от способа расчета средняя дата начала ОПП различалась на 10 дней, окончания на 33 дня, продолжительности на 19 дней.

Сопоставление полученных данных с фактическими клинически значимыми суточными концентрациями (более 30 пз/м³) для березы показало, что наиболее адекватен способ ОПП 98, позволивший учесть максимальное количество дней с целевыми показателями. Так, в 2010 г. при

ОПП 98 не вошли в основной период пыления 1 день с высокой концентрацией пыльцевых зерен в начале и 2 дня в конце сезона; при ОПП 95 – 3 дня в начале и 6 дней в конце; при ОПП 90 эти показатели составили 5 и 7 дней, соответственно.

Таблица 2

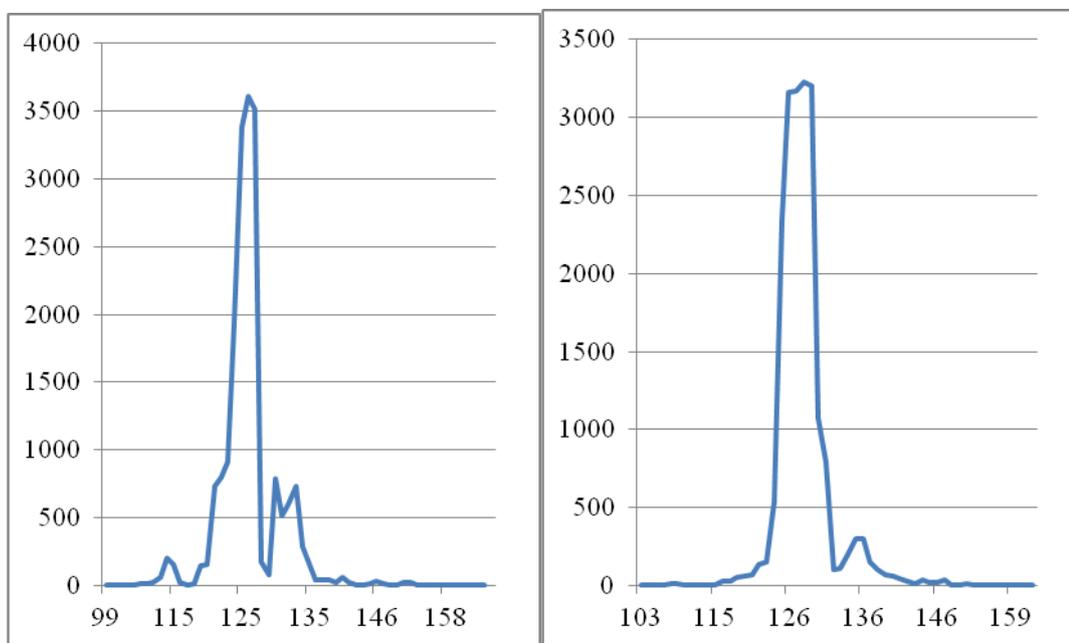
**Характеристика основного периода пыления березы за 2010–2013 гг.,
три способа определения**

Характеристика ОПП	Метод расчета	Показатель (день, месяц)		
		Средний	Минимум	Максимум
Старт (день, месяц)	98 %	23.04	16.04	30.04
	95 %	29.04	22.04	04.05
	90 %	03.05	23.04	13.05
Окончание (день, месяц)	98 %	30.06	19.05	06.07
	95 %	02.06	14.05	01.07
	90 %	28.05	13.05	19.06
Продолжительность (в днях)	98 %	45	21	82
	95 %	35	15	71
	90 %	26	11	58

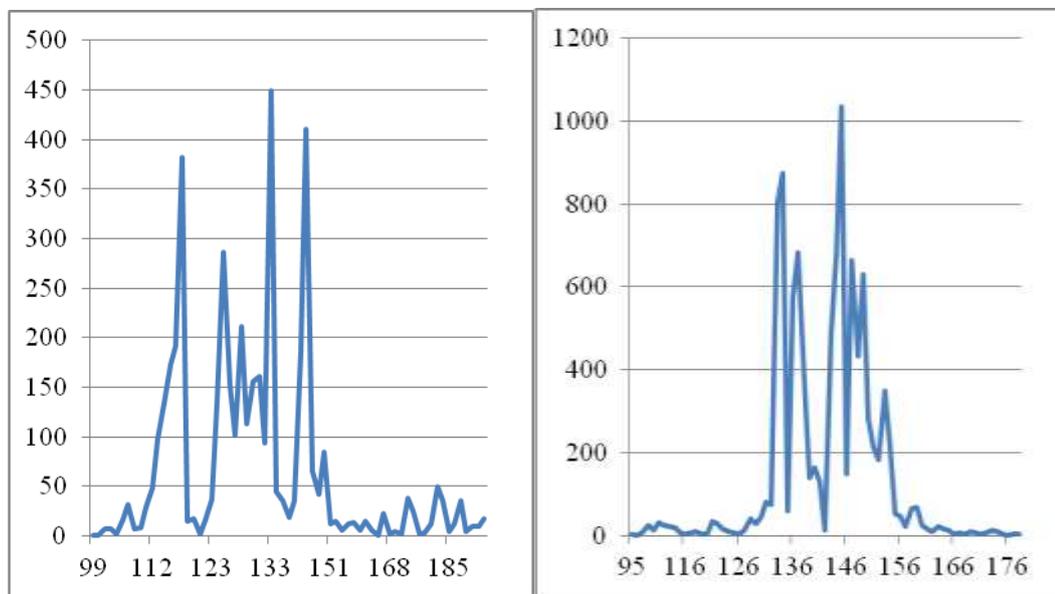
Колебания суточных концентраций пыльцевых зерен в сезонных спектрах довольно значительны (рис. 2) и зависят от метеорологических факторов, таких как осадки, температура, влажность, направление и скорость ветра [21]. Осадки резко сокращают содержание пыльцевых зерен, влажность воздуха оказывает аналогичное влияние, но в меньшей степени. При повышенной температуре растения пылят интенсивнее. Наиболее высокие концентрации отмечаются при умеренно ветреной погоде. Для березы возможен вторичный подъем ветром пыльцевых зерен в воздух после оседания на здания, асфальт и другие поверхности. Этим закономерностям соответствуют известные рекомендации для пациентов с поллинозом об ограничении пребывания на открытом воздухе в сухую, теплую, ветреную погоду [1].

Пиковые суточные концентрации пыльцевых зерен имели особенности, сходные с различиями общей пыльцевой продуктивности. Максимальная суточная концентрация составила 3613 пз/м³ в 2010 г., минимальная – 447 в

2012 г. (табл. 1, рис. 2). Все пики были зарегистрированы в мае с 6 по 25 число (126–145 дни года, при расчете с 1 января). По данным Н.И. Ильиной с соавт. (2014), установлена корреляция необычно высоких суточных концентраций пыльцы березы с дебютом бронхиальной астмы [2].



2010 г. 2011 г.



2012 г. 2013 г.

Рис. 2. Динамика пыления березы, 2010–2013 гг.
По оси абсцисс – дни года, начиная с 1 января;
по оси ординат – число пыльцевых зерен за сутки, пз/м³

Таким образом, аэропалинологические особенности пыления березы могут иметь сезонные различия, способные оказывать влияние на клинические признаки поллиноза. Продолжительность симптомов может зависеть от длительности основного периода пыления, а интенсивность – от концентрации пыльцы. Характер зависимостей разных сочетаний факторов между собой продолжает изучаться в настоящее время [18]. Эпидемиологические исследования требуют анализа более значительных временных рядов. В связи с этим, актуальным остается не только локальное однократное изучение регионального пыльцевого спектра с составлением региональных пыльцевых календарей, но и долговременный мониторинг с применением современных общепринятых методик сбора и обработки данных.

Заключение. За 4-летний период (2010–2013 гг.) наблюдения установлено:

1) пыльцевые зерна березы занимали доминирующее положение в аэропалинологическом спектре г. Перми в течение трех из четырех сезонов наблюдения, что соответствовало эпидемиологическим данным о наиболее высокой распространенности сенсibilизации к березе среди всех пыльцевых аллергенов у детей г. Перми;

2) сроки регистрации первых пыльцевых зерен березы варьировали в пределах 8 дней, окончания – 14 дней; основной период пыления, из расчета 98 % пыльцевого спектра, максимально полно включал дни с клинически значимой концентрацией пыльцевых зерен и варьировал от 21 до 82 дней; эти особенности могли обуславливать существенное изменение продолжительности сезонного периода обострения поллиноза;

3) минимальное и максимальное пиковое содержание пыльцевых зерен березы в воздухе отличалось в 8 раз (449 и 3613 пз/м³), сезонное суммарное количество пыльцевых зерен – в 4 раза (19759 и 4483 по м³); сезоны с

высокой пыльцевой продуктивностью могли отличаться наиболее яркой (тяжелой) клинической картиной раннего весеннего поллиноза.

Список литературы:

1. Балаболкин И.И., Корюкина И.П., Ксензова Л.Д. Поллинозы у детей. – М.: Медицинская книга, 2004. – 160 с.
2. Влияние климатических факторов на спектр и структуру аллергических заболеваний на примере Московского региона / Н.И. Ильина, Л.В. Лусс, О.М. Курбачева, Е.В. Назарова, К.С. Павлова // Российский аллергологический журнал. – 2014. – № 2. – С. 25–31.
3. Ненашева Г.И., Репин Н.В., Репина К.Н. Прикладные аспекты аэропаллинологических исследований на примере Алтайского края // Известия Алтайского государственного университета. – 2011. – № 1–3. – С. 84–87.
4. Посевина Ю.М., Северова Е.Э., Иванов Е.С. Межсезонная ритмика пыления раннецветущих древесных таксонов аэропаллинологического спектра г. Рязани // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2011. – № 4. – С. 48–54.
5. Региональный доклад о состоянии и использовании земель в Пермском крае по состоянию на 1 января 2013 года [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.permecology.ru> (дата обращения: 08.06.2014).
6. Северова Е.Э. Сезон пыления 2009: итоги мониторинга в г. Москва [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.allergology.ru/monitoring/results.aspx> (дата обращения: 13.06.2014).
7. Этиология поллинозов у детей г. Перми: медицинские и ботанические аспекты / Н.В. Минаева, Л.В. Новоселова, К.В. Плахина, М.В. Ременикова, Е.Н. Новожилова // Здоровье семьи XXI век: электронное периодическое издание. – 2012. – № 1. [Электронный ресурс]. – URL: <http://fh-21.perm.ru/download/2012-1-11.pdf> (дата обращения: 08.06.2014).
8. Ahlholm J.U., Helander M.L., Savolainen J. Genetic and environmental factors affecting the allergenicity of birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii* [Orl.] Hämet-Ahti) pollen // Clin Exp Allergy. – 1998. – Vol. 28. – P. 1384–1388.
9. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe / G.D'Amato, L. Cecchi, S. Bonini, C. Nunes, I. Annesi-Maesano, H. Behrendt, G. Liccardi, T. Popov, P. van Cauwenberge // Allergy. – 2007. – Vol. 62. – P. 976–990.
10. Allergy to pollens from Betulaceae and Corylaceae in a Mediterranean area (Genoa, Italy). A ten-year retrospective study / C. Troise, S. Voltolini, G. Del Buono, A.C. Negrini // J Investig Allergol Clin Immunol. – 1996. – Vol. 6. – P. 36–46.
11. Analysis of Airborne *Betula* Pollen in Finland; a 31-Year Perspective / E.Yli-Panula, D. B. Fekedulegn, B.J. Green, H. Ranta // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2009. – Vol. 6. – P. 1706–1723.

12. Atmospheric birch (*Betula*) pollen in Europe: trends and fluctuations in annual quantities and the starting dates of the seasons / *F.Th.M. Spieksma, J.C. Emberlin, M. Hjelmroos, S. Jäger, R.M. Leuschner* // *Grana*. – 1995. – Vol. 34. – P. 51–57.
13. Changes to Airborne Pollen Counts across Europe / *C. Ziello, T.H. Sparks, N. Estrella, J. Belmonte, K.C. Bergmann, E. Bucher, M.A. Brighetti, A. Damialis, M. Detandt, C.Galán, R. Gehrig, L. Grewling, A.M.G. Bustillo, M. Hallsdóttir, M.-C. Kockhans-Bieda, C. De Linares, D. Myszkowska, A. Páldy, A. Sánchez, M. Smith, M. Thibaudon, A. Travaglini, A. Uruska, R. M. Valencia-Barrera, D. Vokou, R. Wachter, L. A. de Weger, A. Menzel* // *PLoS ONE*. – 2012. – Vol. 7(4). – e34076.
14. *Corsico R.* L'asthme allergique en Europe. – In: *Pollens de l'air en Europe* / ed. *F.T.M. Spieksma, N. Nolard, G. Frenguelli & D. Van Moerbeke*. 1993. UCB Inst. Allergy, Braine l'Alleud.
15. Effects of airborne birch pollen levels on clinical symptoms of seasonal allergic rhinoconjunctivitis / *D. Caillaud, S. Martin, C. Segala, J.P. Besancenot, B. Clot, M. Thibaudon* // *Int Arch Allergy Immunol*. – 2014. – Vol. 163(1). – P. 43–50.
16. *Eriksson N.E., Holmen A.* Skin prick test with standardized extracts of inhalant allergens in 7099 adult patients with asthma or rhinitis cross-sensitizations and relationship to age, sex, month of birth and year of testing // *J Investig Allergol Clin Immunol*. – 1996. – Vol. 6. – P. 36–46.
17. *Fitter A.H., Fitter R.S.R.* Rapid changes in flowering time in British plants // *Science*. – 2002. – Vol. 296. – P. 1689–1691.
18. Health impact of exposure to pollens: A review of epidemiological studies / *D. Caillaud, Y. Toloba, R. Raobison, J.P. Besancenot, M. Thibaudon, S. Martin, C. Segala* // *Rev Mal Respir*. – 2014. – Vol. 31 (2). – P. 142–149.
19. *Hjelmroos M., Schumacher M.J., Van Hage-Hamsten M.* Heterogeneity of pollen proteins within individual *Betula pendula* trees // *Int Arch Allergy Immunol*. – 1995. – Vol. 108. – P. 368–376.
20. *Huynen M., Menne B.* Phenology and Human Health: Allergic Disorders. Report of a WHO Meeting, Rome, Italy, 16–17 January 2003. Health and Global Environmental Change, Series No. 1 (EUR/03/5036791 and EUR/02/5036813). – Geneva: World Health Organization, 2003.
21. *Piotrowska K., Kaszewski B.M.* Variations in birch pollen (*Betula* spp.) seasons in Lublin and correlations with meteorological factors in the period 2001–2010. A preliminary study // *Acta Agrobotanica*. – 2011. – Vol. 64. – P. 39–50.
22. Responses in the start of *Betula* (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe / *J. Emberlin, M. Detandt, R. Gehrig, S. Jaeger, N. Nolard, A. Rantio-Lehtimäki* // *Int J Biometeorol*. – 2002. – Vol. 46. – P. 159–170.

References

1. Balabolkin I.I., Koryukina I.P., Ksenzova L.D. Pollinozy u detey [Pollinosis in children]. Moscow: Meditsinskaya kniga, 2004. 160 p. (in Russian).
2. Vliyaniye klimaticheskikh faktorov na spektr i strukturu allergicheskikh zabolevaniy na primere Moskovskogo regiona N.I. Il'ina, L.V. Luss, O.M. Kurbacheva, E.V. Nazarova, K.S. Pavlova [Influence of climate factors on the spectrum and structure of allergic diseases on the example of Moscow region]. *Rossiyskiy allergologicheskiy zhurnal*, 2014, no. 2, pp. 25–31 (in Russian).
3. Nenasheva G.I., Repin N.V., Repina K.N. Prikladnye aspekty aeropalinologicheskikh issledovaniy na primere Altayskogo kraya [Applied aspects of aeropalinological investigations on the example of Altai region]. *Izvestiya Altayskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, no. 1–3, pp. 84–87 (in Russian).
4. Posevina Yu.M., Severova E.E., Ivanov E.S. Mezhsezonnaya ritmika pyleniya rannetsvetushchikh drevesnykh taksonov aeropalinologicheskogo spektra g. Ryazani [Interseasonal rhythmic of pollen dispersion of early flowering tree taxa of the aeropalinological spectrum in Ryazan]. *Byulleten' Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody*, 2011, no. 4, pp. 48–54 (in Russian).
5. Regional'nyy doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Permskom krae po sostoyaniyu na 1 yanvarya 2013 goda [Regional report about the condition and use of Perm region territories dated 1st January 2013]. Available at: <http://www.permecology.ru> (in Russian).
6. Severova E.E. Sezon pyleniya 2009: itogi monitoringa v g. Moskva [Pollen dispersion season: results of monitoring in Moscow city]. Available at: <http://www.allergology.ru/monitoring/results.aspx> (in Russian).
7. Etiologiya pollinozov u detey g. Permi: meditsinskie i botanicheskie aspekty [Etiology of pollinosis in Perm children: medical and botanic aspects]. N.V. Minaeva, L.V. Novoselova, K.V. Plakhina, M.V. Remenikova, E.N. Novozhilova. *Zdorov'e sem'i XXI vek: elektronnoe periodicheskoe izdanie*, 2012, no. 1. Available at: <http://fh-21.perm.ru/download/2012-1-11.pdf> (in Russian).
8. Ahlholm J.U., Helander M.L., Savolainen J. Genetic and environmental factors affecting the allergenicity of birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii* [Orl.] Hämet-Ahti) pollen. *Clin Exp Allergy*, 1998, vol. 28, pp. 1384–1388.
9. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. G.D'Amato, L. Cecchi, S. Bonini, C. Nunes, I. Annesi-Maesano, H. Behrendt, G. Liccardi, T. Popov, P. van Cauwenberge. *Allergy*, 2007, vol. 62, pp. 976–990.
10. Allergy to pollens from Betulaceae and Corylaceae in a Mediterranean area (Genoa, Italy). A ten-year retrospective study. C. Troise, S. Voltolini, G. Del Buono, A.C. Negrini. *J Invest Allergol Clin Immunol*, 1996, vol. 6, pp. 36–46.
11. Analysis of Airborne *Betula* Pollen in Finland; a 31-Year Perspective / E.Yli-Panula, D. B. Fekedulegn, B.J. Green, H. Ranta. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2009, vol. 6, pp. 1706–1723.

12. Atmospheric birch (*Betula*) pollen in Europe: trends and fluctuations in annual quantities and the starting dates of the seasons. F.Th.M. Spieksma, J.C. Emberlin, M. Hjelmroos, S. Jäger, R.M. Leuschner. *Grana*, 1995, vol. 34, pp. 51–57.
13. Changes to Airborne Pollen Counts across Europe. C. Ziello, T.H. Sparks, N. Estrella, J. Belmonte, K.C. Bergmann, E. Bucher, M.A. Brighetti, A. Damialis, M. Detandt, C.Galán, R. Gehrig, L. Grewling, A.M.G. Bustillo, M. Hallsdóttir, M.-C. Kockhans-Bieda, C. De Linares, D. Myszkowska, A. Páldy, A. Sánchez, M. Smith, M. Thibaudon, A. Travaglini, A. Uruska, R. M. Valencia-Barrera, D. Vokou, R. Wachter, L. A. de Weger, A. Menzel. *PLoS ONE*, 2012, vol. 7(4), p. 34076.
14. Corsico R. L'asthme allergique en Europe. – In: *Pollens de l'air en Europe*. Ed. by F.T.M. Spieksma, N. Nolard, G. Frenguelli & D. Van Moerbeke. 1993. UCB Inst. Allergy, Braine-la-Vallée.
15. Effects of airborne birch pollen levels on clinical symptoms of seasonal allergic rhinoconjunctivitis. D. Caillaud, S. Martin, C. Segala, J.P. Besancenot, B. Clot, M. Thibaudon. *Int Arch Allergy Immunol*, 2014, vol. 163(1), pp. 43–50.
16. Eriksson N.E., Holmen A. Skin prick test with standardized extracts of inhalant allergens in 7099 adult patients with asthma or rhinitis cross-sensitizations and relationship to age, sex, month of birth and year of testing. *J Invest Allergol Clin Immunol*, 1996, vol. 6, pp. 36–46.
17. Fitter A.H., Fitter R.S.R. Rapid changes in flowering time in British plants. *Science*, 2002, vol. 296, pp. 1689–1691.
18. Health impact of exposure to pollens: A review of epidemiological studies. D. Caillaud, Y. Toloba, R. Raobison, J.P. Besancenot, M. Thibaudon, S. Martin, C. Segala. *Rev Mal Respir*, 2014, vol. 31(2), pp. 142–149.
19. Hjelmroos M., Schumacher M.J., Van Hage-Hamsten M. Heterogeneity of pollen proteins within individual *Betula pendula* trees. *Int Arch Allergy Immunol*, 1995, vol. 108, pp. 368–376.
20. Huynen M., Menne B. Phenology and Human Health: Allergic Disorders. Report of a WHO Meeting, Rome, Italy, 16–17 January 2003. Health and Global Environmental Change, Series No. 1 (EUR/03/5036791 and EUR/02/5036813). Geneva: World Health Organization, 2003.
21. Piotrowska K., Kaszewski B.M. Variations in birch pollen (*Betula* spp.) seasons in Lublin and correlations with meteorological factors in the period 2001–2010. A preliminary study. *Acta Agrobotanica*, 2011, vol. 64, pp. 39–50.
22. Responses in the start of *Betula* (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe. J. Emberlin, M. Detandt, R. Gehrig, S. Jaeger, N. Nolard, A. Rantio-Lehtimäki. *Int J Biometeorol*, 2002, vol. 46, pp. 159–170.

Минаева Наталия Витальевна – доктор медицинских наук, профессор кафедры педиатрии ФПК и ППС, ГБОУ ВПО «Пермская государственная медицинская академия имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава России (тел.: 8 (342) 2127916, e-mail: docnvm@mail.ru).

Новоселова Лариса Викторовна – доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники и генетики растений ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» Министерства образования и науки России (тел.: 8 (342) 2396229, e-mail: Novoselova@psu.ru).

Плахина Кристина Витальевна – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры педиатрии ФПК и ППС ГБОУ ВПО «Пермская государственная медицинская академия имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения России (тел.: 8(342)2127916, e-mail: kris.plahina@yandex.ru).

Новожилова Елена Николаевна – магистрант биологического факультета ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» Министерства образования и науки России (тел.: 8 (342) 2396229, e-mail: Lena_novozhilova@mail.ru).

Ременникова Мария Владимировна – аспирант кафедры ботаники и генетики растений ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» Министерства образования и науки России (тел.: 8 (342) 2396229, e-mail: Maria_remennikova@mail.ru).

ГБОУ ВПО «Пермская государственная медицинская академия имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26.

ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» Министерства образования и науки России, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15.

Minaeva Nataliya Vitalyevna – Doctor of Medical Science, professor of the department of pediatrics of the faculty of advanced doctors` studies, Perm State Academy of Medicine named after E.A. Vagner (tel: 8 (342) 212-79-16, e-mail: docnvm@mail.ru).

Novoselova Larisa Viktorovna – Doctor of Biological Science, professor of the department of botany and genetics of plants, Perm State National Research University (tel. 8(342)2396229, e-mail: Novoselova@psu.ru).

Plakhina Kristina Vitalyevna – Candidate of Medical Science, assistant of the department of pediatrics of the faculty of advanced doctors` studies, Perm State Academy of Medicine named after E.A. Vagner (tel: 8 (342) 212-79-16, e-mail: docnvm@mail.ru).

Novozhilova Elena Nikolaevna – student of the department of botany and genetics of plants, Perm State National Research University (tel. 8(342)2396229, e-mail: Lena_novozhilova@mail.ru).

Remennikova Marya Vladimirovna – post-graduate student of the department of botany and genetics of plants, Perm State National Research University (tel. 8(342)2396229, e-mail: Maria_remennikova@mail.ru).

Perm State Academy of Medicine named after E.A. Vagner, 26, Petropavlovskaya str., Perm, 614990, Russia.

Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Professional Education «Perm State National Research University» of the Ministry of Education and Science, 15, Bukirev street, Perm, 614990, Russia.