

Olga Ritenberga Latvijas Universitāte, Latvija
Laimdota Kalniņa Latvijas Universitāte, Latvija

PUTEKŠŅU KONCENTRĀCIJAS ATMOSFĒRĀ NOVĒROJUMI RĪGĀ 2003.-2010. GADĀ

Abstract

Airborne pollen concentration in Riga (Latvia) 2003-2010

Biological aerosol is a part of air pollution, which includes bacteria, viruses and bigger biological particles such as fungal spores and airborne plant pollen. Approximately 15-20% of the population in the capital city of Latvia – Riga suffers from different types allergy caused by pollen and fungi spores.

Pollen related processes fall into four main parts: production, release, distribution and deposition. All mentioned processes are influenced by different meteorological parameters such as air temperature, sum and intensity of precipitation, relative humidity, wind velocity and direction, atmospheric pressure and stability.

Pollen samples for aerobiological studies have been collected using 7-day Burkard trap since 2003. Volumetric trap was situated on the roof of University of Latvia in the central part of capital city of Latvia. Collected pollen grains were counted with a biological light microscope. 34 different pollen and fungi spore types were fixed. Aerobiological and meteorological data sets were analyzed and compared by using statistical tools.

Four main pollination periods were defined. First consists of pollen types of spring flowered tree species like *Betula*, *Alnus*, *Corylus*. Second is closely related to coniferous tree pollen (*Pinus*, *Picea*), third - grass pollen in the period of summer months, last is connected to weed flowering which takes place in later summer – early autumn.

Keywords: *airborne pollen, Burkard trap, pollen concentration, Riga, Latvia*

Kopš 2003. gada Rīgas tiek veikti putekšņu koncentrācijas atmosfērā pētījumi, izmantojot Burkard 7-dienu putekšņu – sporu uztvērēju. Aerobioloģiskā monitoringa uzsākšana ir saistīta ar pieaugošo negatīvās putekšņu ietekmes uz cilvēku veselību gadījumu skaitu. Aptuveni 15-20% no Rīgas iedzīvotājiem putekšņi izraisa alerģiju jeb polinozi (Puriņa 2004: 46). Polinozes simptomi ir acu un deguma neizēšana, asarošana, bieži vien klepus un/vai šķaudīšana. Minētus procesus izraisa un gļotādas nonākuši un pārsprāguši putekšņu graudi. Putekšņu graudu izmērs mainās no 10µm līdz 200µm. Vidējais putekšņu izmērs ir 25-40 µm.

Procesu, kurā ir iesaistīti putekšņu graudi var iedalīt vairākos posmos: pirmais - putekšņu nogatavināšanās, kas lielā mērā ir atkarīgs no auga produktivitātes; putekšņu emisija jeb putekšņu izklūšana no putekšņīcas, kas ir cieši saistīta ar meteoroloģiskajiem parametriem; trešais – putekšņu dispersija, pārvietošanas gaisa plūsmās, putekšņu pārnese, kas ir pakļauta vairākiem meteoroloģiskiem parametriem; ceturtais - putekšņu akumulēšanās jeb nogulsņēšanās.

Pamatojoties uz Somijas pētnieku darbiem (Mahura 2009: 203) putekšņu emisijas apjomi $E(t)$ ir atkarīgi un var tikt aprēķināti no vairākām radītāju funkcijām: F_{start} – ziedēšanas sezonas sākuma funkcija, F_{end} – ziedēšanas sezonas beigu funkcija, F_{temp} – temperatūras atkarības funkcija, F_{wind} – vēja atkarības funkcija, F_{precip} – nokrišņu atkarības funkcija, F_{humid} – relatīvā mitruma atkarības funkcija un F_{dc} – diennakts cikla atkarības funkcija:

$$E(t) = F_{start} * F_{end} * F_{temp} * F_{wind} * F_{precip} * F_{humid} * F_{dc} \quad (1)$$

Tātad arī šajā formulā (1), kas tiek izmantota datorprogrammu rakstīšanai kā putekšņu daudzumu ietekmējošie pamata faktori tika minēti gaisa temperatūra, vējš, nokrišņi, relatīvais mitrums un diennakts laiks. Tieši šādus faktoros visbiežāk izmanto likumsakarību meklēšanai daudzi aerobiologi (Ribero 2003: 21; Norris-Hill 1998: 165; Frei 2008: 667).

Tāpat atsevišķos rakstos kā putekšņu koncentrāciju ietekmējošie sekundārie faktori tika minēti: saules spīdēšanas ilgums (Latalowa 2002: 33), mākoņainība (Corden 2000: 227) putekšņu tālā pārnese (*long-range transport*) (Hjelmroos 1992: 231), gaisa termālā konvekcija (Kasprzyk 2001: 327). Nozīmīgā korelācija tika novērota starp putekšņu koncentrāciju un iepriekšējā gada temperatūras summām (Hicks 1994: 183), savukārt Lielbritānijā veiktais pētījums apliecina, ka bērsa putekšņu koncentrācija ir lielā mērā atkarīga no pavasara maksimālās gaisa temperatūras.

Rodriges – Raho (*Rodriguez-Raho*) par bērsa putekšņu koncentrācijas noteicošiem sekundāriem faktoriem, kas ietekmē putekšņīcas atvēršanu un putekšņu emisijas ātrumu nosauca saules gaismu, nokrišņu daudzumu un gaisa relatīvo mitrumu. Terciārais faktors – vējš. Nokrišņiem ir liela nozīme bērsa putekšņu atrašanas gaisa plūsmās, jo lietus pilieni var mehāniski izvadīt putekšņus no gaisa pūsmām, absorbējot tos. Līdz ar to sausākais laiks bērsa putekšņu sezonas laikā ir saistīts ar maksimāliem bērsa putekšņu koncentrācijas rādītājiem (Rodriguez-Raho 2003:117).

Metodes

Putekšņu monitorings tika veikts no 2003. līdz 2010. gadam 6-7 mēnešus gadā no marta līdz septembra beigām. Aerobioloģisko datu iegūšanai tika izmantots viens no diviem Latvijā esošiem *7-dienu Burkard* sporu putekšņu uztvērējiem. Putekšņu novērojumi tika veikti Rīgas centrā un putekšņu uztvērējs tika uzstādīts uz Latvijas Universitātes galvenās ēkas jumta. Novērojumu vietas relatīvais augstums ir aptuveni 24m, kas atbilst putekšņu uztvērēju uzstādīšanas standartiem, kas paredz uztvērēju izvietošanu virs ēku jumtiem, lai nodrošinātu brīvu gaisa plūsmu un iespēju tālās pārnesei putekšņiem būt iesūkti uztvērējā. Viens *Burkard* uztvērējs pilnībā reprezentē putekšņu koncentrācijas ainu 30km rādiusā ap uzstādīšanas vietu, bet tajā pat laikā, piemēram, bērsa putekšņi var būt pārnesti uz attālumu līdz 1000km no emisijas vietas (Sofiev 2006: 451), respektīvi, Latvijā var būt atrodami putekšņi vismaz no 7 apkārt esošām valstīm.

Burkard uztvērēja gaisa iesūkšanas ātrums ir pielīdzināts cilvēka elpošanas ātrumam (~10 l/min). Uztvērējā iemontēts rotējošs disks, kas aplūkts ar caurspīdīgu, ar vazelīnu pārklātu lentu. Iesūktie putekšņi akumulējās uz minētās lentas un vienu reizi nedēļā lentu tiek sagriezta sekcijās, kas, savukārt ievietoti starp priekšmetstikliņu un segstikliņu, iekrāsoti ar gelvatolu (polivinīla alkoholu). Aerobioloģiskā monitoringa veikšanas laikā tika izmantoti vairāki mikroskopi ar dažādiem parametriem, bet ar vienu palielinājumu - 400x un putekšņu koncentrācija tika aprēķināta pēc formulas (2)

$$K=SUM*0,68 \text{ vai } K=SUM*0,58 \quad (2)$$

kur K-bērza putekšņu koncentrācija 1m^3 gaisā, SUM – saskaitīto uz viena slaida putekšņu summa, 0,68 vai 0,58 faktora lielums, kas ir atkarīgs no vairākiem mikroskopa parametriem, galvenais no kuriem ir mikroskopa redzes lauka diametrs.

2003.-2008. gadu koku ziedēšanas sākuma noteikšanai tika izmantoti septiņu staciju brīvprātīgo fenologu novērojumi. Fenoloģiskie novērojumi tika veikti dažādās Latvijas vietās (Ukros, Bukaišos, Lazdonā, Salaspilī, Penkulē, Rankā, Varakļānos, Nirzā, Snēpelē, Matīšos) un kas apvienoti vienā fenoloģiskajā datu bāzē. Fenoloģiskās datu bāzes trūkums par pētāmo periodu ir tāds, ka katrā no gadiem (sākot ar 2003. gadu) par visu pētāmo periodu katrā no stacijām novērojumi netika veikti, līdz ar to grūti ir noteikt fenofāžu iestāšanās atšķirības. Pēdējo 2 gadu dati vēl nav publicēti.

Visi nepieciešamie meteoroloģiskie rādītāji tika atlasīti no Latvijas Universitātes meteoroloģiskās datu bāzes, kā arī daļēji ņemti no Latvijas Vides Ģeoloģijas un Meteoroloģijas Centra datu bāzes. Latvijas Universitātes meteoroloģiskā datu bāze tiek veidota no Rīgas LU meteoroloģiskās stacijas datiem. Darbā izmantotie dati meteoroloģiskajā stacijā tiek reģistrēti automātiski (gaisa un augsnes temperatūra, gaisa relatīvais mitrums, gaisa spiediens, vēja ātrums un virziens, nokrišņu daudzums. Rīgas meteoroloģiskās stacijas novērojumi tiek veikti 2 vietās. Stacija atrodas Latvijas Universitātes jumta 28,5 metri virs jūras līmeņa, 23 m no zemes virsas, bet lielākā daļā darbā izmantoto meteoroloģisko rādītāju tiek nolasīta Kronvalda parkā, kur ir ierīkots LU meteoroloģiskās stacijas laukums. Meteoroloģiskās stacijas sadalījums divās daļās ir nepieciešams tāpēc, ka gaisa temperatūru, gaisa spiedienu, gaisa relatīvo mitrumu un gaisa spiedienu jāmēra 2 m augstumā. Tādi rādītāji kā mākoņu daudzums, vēja stiprums un virziens tiek fiksēti, 28 m virs jūras līmeņa.

Aerobioloģiskajos pētījumos ļoti nozīmīgs jautājums ir saistīts ar putekšņu sezonas sākuma noteikšanu un garuma aprēķināšanu. Nepareiza sezonas sākuma vai garuma noteikšana var nozīmīgi ietekmēt pētījuma rezultātus. Šajā gadījumā tika pielietota "5%-95%" metode -

putekšņu sezonas laiks - kad putekšņu daudzums no kopējā sezonā novērotā daudzuma sasniedz 5% līdz brīdim, kad sasniedz 95%, t.i. periods, kad tiek konstatēti 90% no visiem vienā sezonā novērotiem putekšņiem (Jato 2006: 23).

Pētījumā analizēti novērojumos visbiežāk sastopami putekšņu tipi, kas tika identificēti līdz dzimtai vai ģintij. Kopumā tika konstatēti 34 dažādu augu putekšņi, īpašu uzmanību veltot cilvēka veselībai bīstamākajiem alergēnus saturošajiem putekšņiem.

Rezultāti un diskusija

Daudzos zinātniskajos rakstos, it sevišķi angļu valodā, tiek lietoti termini, kas apzīmē bērza putekšņu klātbūtni gaisā konkrētā laika posmā. Šajā rakstā tiek piedāvāti un lietoti divi pamata jēdzieni - bērza putekšņu sezona un bērza putekšņu emisijas sezona.

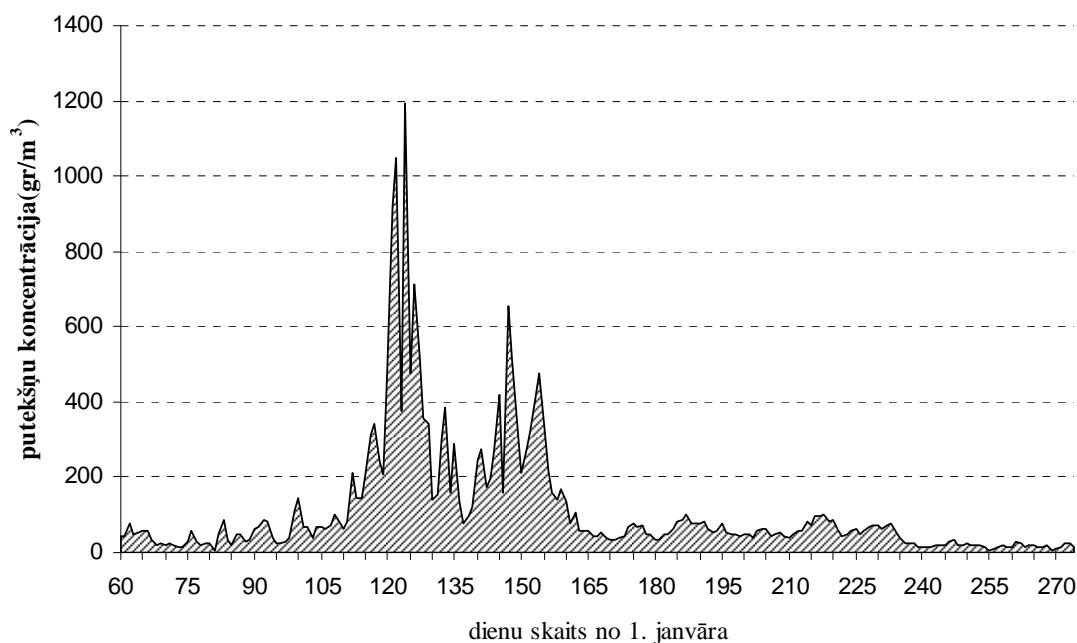
Putekšņu sezona (vai putekšņu sezona) – konkrētā gada laika posms, kad Latvijas aerobiologu novērojumos tiek konstatēti putekšņi. Šajā gadījumā putekšņu esamība gaisā varētu būt saistīta gan ar putekšņu pārnesei no citām valstīm gan ar ziedēšanu Latvijas teritorijā (1.attēls).

Putekšņu emisijas sezona (vai emisijas sezona) – noteiktā gada laika posms, kas saistīts pārsvarā ar ziedēšanu Latvijas teritorijā un vietējo putekšņu emisiju gaisā. Tajā pat laikā, līdz ar attiecīgā virziena vēju, iespējama putekšņu pārnese no citu valstu teritorijām. Tas ir periods ar maksimālo putekšņu koncentrāciju gaisā.

Pētījumā tika konstatēts, ka putekšņu sezona Latvijā, kas sastāv no vietējiem un pārnestiem putekšņiem, ir iespējams iedalīt četros posmos.

Pirmo raksturo maksimālā putekšņu koncentrāciju summa un tas ir saistīts ar koku– alksni, lazdu, bērzu un vītoli, ziedēšanu pavasarī. Minēto koku ziedēšana sākas martā un ilgst līdz maija vidum. Otrais, kas parasti sākas maija otrā dekādē un turpinās līdz jūnija vidum ir saistīts ar priedes un egles jeb skujkoku ziedēšanu. Pēc koku ziedēšanas, maksimālo putekšņu koncentrāciju gaisā veido vietējo graudzāļu putekšņi. Trešo posmu veido, galvenokārt, graudzāļu putekšņi, kuru apjomi liekas nebūtiski uz kopējā putekšņu daudzuma fona putekšņu sezonas laikā, bet jāņem vērā putekšņu koncentrācijas gradācija, kas nosaka augstās koncentrācijas robežu – sākot ar 30 putekšņu graudiem vienā kubikmetrā gaisa (Kalniņa 2008: 116). Ņemot vērā koku putekšņu produktivitātes apjomus un to ietekmi uz cilvēka veselību, to augstās koncentrācijas robeža ir noteikta sasniedzot 100 graudu vienā kubikmetrā gaisa. Ceturtais posms sastāv, pārsvarā no vasaras beigās – rudens sākumā ziedošiem augiem (1. attēls).

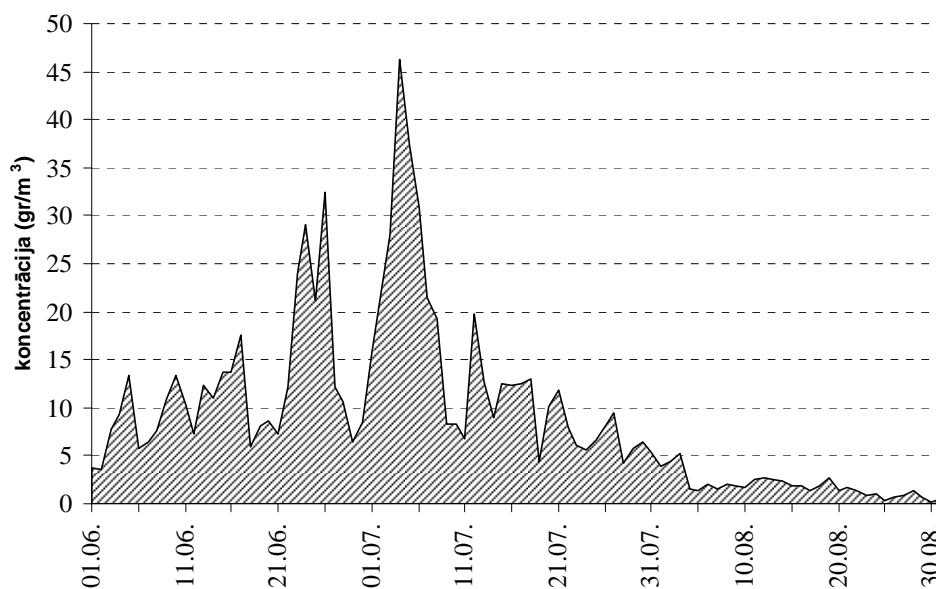
Ikdienas vidējo putekšņu koncentrāciju summa Rīgā, 2003.-2010. gadā



Visaktīvākie Latvijas teritorijā polinozes izraisīšanā ir pavasarī ziedošie koki – alksnis, lazda, bērzs, tāpat vasarā un rudenī ziedošie – graudzāles, ceļmallapa, skābene, vībotne. Par bīstamāko polinozes izraisīšana ir atzīts tieši bērzs. Visu minēto anemofīlo augu putekšņi ir iesaistīti atmosfēras procesos un pakļauti daudziem meteoroloģiskiem rādītājiem, kas nosaka to koncentrāciju Rīgas gaisā.

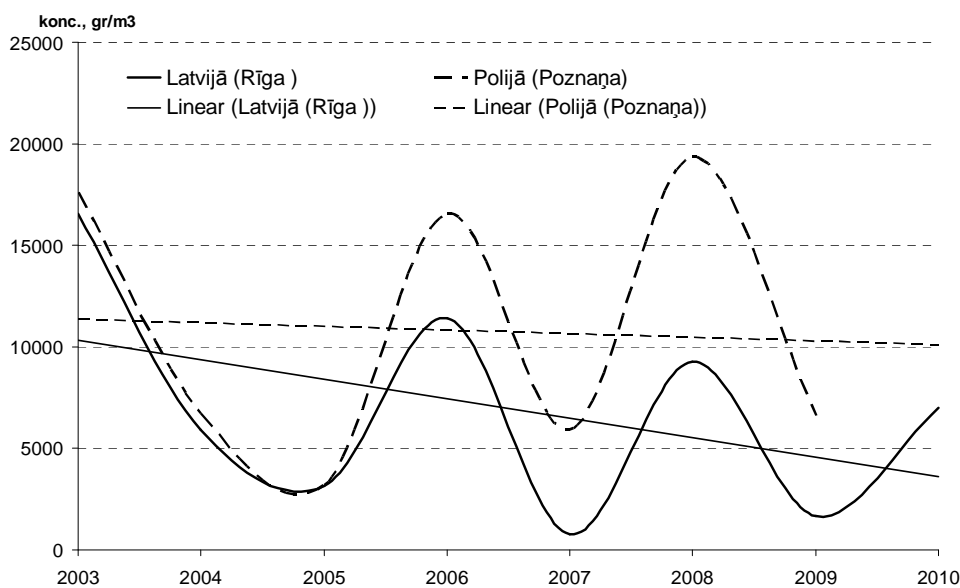
Atsevišķi tika analizēta graudzāļu un bērza putekšņu koncentrācijas izmaiņas pēdējo 8 gadu garumā. Graudzāļu posms ir visilgākais un tas ir saistīts ar ļoti lielu graudzāļu sugu dažādību Latvijas teritorijā. Graudzāles zied gandrīz visu vasaru, tomēr augsta koncentrācija pēc 8 gadu vidējiem datiem ir jūlija pirmajā dekādē (2. attēls). Tieši jūlija sākumā Latvijā ir optimālākie laika apstākļi graudzāļu putekšņu emisijai un izkliedei. To emisiju ietekmē rādītāji kā saules spīdēšanas ilgums, gaisa relatīvais mitrums un nokrišņi. Vislielākie rādītāji tika konstatēti sausā saulainā laikā pie vidēja vēja ātruma, kas sekmē putekšņu izkļūšanu no putekšņīcas un pārvietošanās gaisa plūsmās

Graudzāļu vidējā putekšņu koncentrācija Rīgā 2003.-2010



Atsevišķi tika aplūkots visbīstamākais polinozes izraisītājs Latvijā - bērzs. Ņemot vērā hipotēzi par bērza produktivitātes periodiskumu, ko savos pētījumos apraksta Beļģijas zinātnieki (Detandt and Nolard, 2000), tika pētītas bērza putekšņu koncentrācijas summu izmaiņas 8 gadu garumā.

Bērza putekšņu koncentrācijas summu ikgadējās izmaiņas 2003.-2010. gadā



Ja minētais, 3-gadīgais bērza produktivitātes periodiskums pastāvētu arī Latvijā, tad 2009. gadam, bērza putekšņu produktivitātes ziņā, bija jābūt daudz raženākam par diviem iepriekšējiem gadiem. Tomēr, 2009. gadā, putekšņu koncentrācijas summa bija 5 reizes mazākā par 2008. gadu. Tātad, 3 gadīgais bērza putekšņu periodiskums Latvijā nepastāv. Ņemot vērā 2005.-2010. gadu novērojumus daļēji apstiprinās hipotēze par produktivitātes periodiskumu. Tajā pat laikā, 8 gadu aerobioloģisko novērojumu ir par maz, lai viennozīmīgi secinātu par bērza putekšņu produktivitātes periodiskumu. Grafiskais attēls (3.attēls) parāda ikgadējo bērza putekšņu koncentrācijas summu divās valstīs. Ja pieļaut, ka bērza putekšņu koncentrācijas maksimālie gadi varētu atkārtoties ik pēc 2 gadiem, pie šādas hipotēzes izvirzīšanas jāņem vērā ļoti daudz bērza putekšņu produktivitāti ietekmējošie faktori un ļoti labi jāizprot bērza ekoloģija, kas ir iespējams tikai pie ilgu gadu novērojumiem un to analīzes.

Vidējais intervāls starp pirmajiem novērotiem putekšņiem un bērza ziedēšanu Latvijā sastāda 7 dienas, savukārt starp bērza ziedēšanas laiku un maksimālajiem putekšņu koncentrācijas rādītājiem 10 dienas. Statistiski nozīmīga tiešā lineārā sakarība, ar korelācijas koeficientu $r=0,85$ tika novērota starp bērza ziedēšanas sākuma datumiem un putekšņu koncentrācijas maksimālo rādītāju datumiem. Iespējams tas ir saistīts ar noteiktu, samērā konstantu laika posmu, kas ir eksistē starp ziedēšanas sākumu un ziedēšanas kulmināciju. Nevelti viena bērza ziedēšanas laiks vidēji sastāda 10 dienas un tāds pats vidējais intervāls starp bērza ziedēšanas sākumu un bērza putekšņu koncentrācijas maksimāliem rādītājiem.

Vidējais aprēķinātais bērza putekšņu emisijas sezonas garums ir 33 dienas, kas par 29 dienām mazāks par vidējo novēroto putekšņu sezonu un gandrīz tikpat garš kā bērza ziedēšanas periods (34 dienas) Latvijas teritorijā. Ņemot vērā, ka bērza ziedēšanas sezona un bērza emisijas sezona pēc būtības ir viens un tas pats laika periods un izplatītākās bērza sugas Latvijā ir āra un purva bērzs, kuru ziedēšanas laika starpība svārstās līdz pat divām nedēļām, vienāds minēto sezonu garums šķiet loģisks un apstiprina izvēlēto metožu piemērotību.

Bibliogrāfija

1. **Corden, J.**, Millington, W., Bailey, J., Brookes, M., Caulton, E., Emberlin, J., Mullins, J., Simpson, C., Wood, A. (2000) UK regional variations in Betula pollen (1993–1997). In: *Aerobiologia*, no 16. pp 227–232
2. **Dedandt, M.**, Nolard, N. (2000) The fluctuations of the allergenic pollen content of the air in Brussels (1982 to 1997) In: *Aerobiologia* no 16, pp 55-61.
3. **Frei, T.**, Gassner, E. (2008) Climate change and its impact on birch pollen quantities and the start of the pollen season an example from Switzerland for the period 1969–2006. In: *Biometeorology*, no 52, pp 667–674

4. **Hicks, S.**, Helander, M., Heino, S. (1994) Birch pollen production, transport and deposition for the period 1984-1993 at Kevo, northernmost Finland. In: *Aerobiologia*, no 10, pp183-191.
5. **Hjelmroos, M.** (1992) Long-distance transport of *Betula* pollen grains and allergic symptoms. In: *Aerobiologia*, no 8, pp 231 -236
6. **Jato, V.**, Rodriguez-Rajo,F., Alcazar, P., DeNunziis, P., Galan, C., Mandrioli, P. (2006) May the definition of pollen season influence aerobiological results? In: *Aerobiologia*, no 22, pp 13-25
7. **Kalniņa, L.**, Grišule, G. (2008) Ziedputekšņu noteikšana atmosfērā In: Praktiskā alergoloģija V.Lošovska redakcijā: LU Akadēmiskais apgāds pp106-119
8. **Kasprzyk, I.**, Harmata, K., Myszkowska, D., Stach, A., Stepalska, D. (2001) Diurnal variation of chosen airborne pollen at five sites in Poland. In: *Aerobiologia* , no 17, pp 327-345
9. **Latalowa, M.**, Miletus, M., Uruska, A. (2002) Seasonal variations in the atmospheric *Betula* pollen count in Gdansk (southern Baltic coast) in relation to meteorological parameters. In: *Aerobiologia*, no 18, pp 33–43
10. **Mahura, A.**, Baklanov A., Korsholm, U. (2009) Parameterization of the birch pollen diurnal cycle. In: *Aerobiologia*, no 25. pp 203-208.
11. **Norris-Hill, J.** (1998) A method to forecast the start of the *Betula*, *Platanus* and *Quercus* pollen seasons in North London. In: *Aerobiologia*, no 14, pp 165-170
12. **Puriņa, S.**, Lošovskis, V., Kalniņa L., Ģērmanis, A., (2004) Pirmie aerobioloģiskās monitorēšanas dati Rīgā. Polinozes ārstēšanas galvenie principi. In: Latvijas ārsts. Rīga. Latvija. 46-51 lpp.
13. **Ribeiro, H.**, Cunha, M., Abre, I. (2003) Airborne pollen concentration in the region of Braga, Portugal, and its relationship with meteorological parameters. In: *Aerobiologia*, no 19, pp 21–27
14. **Rodriguez - Rajo, F.J.**, Frenguelli, G., Jato, M.V. (2003) Effect of air temperature on forecasting the start of the *Betula* pollen season at two contrasting sites in the south of Europe (1995-2001). In: *International Journal of Biometeorology*, no 47, pp 117-125
15. **Sofiev, M.**, Siljamo, P., Ranta, H. & Rantio – Lehtimaki, A. (2006) Towards numerical forecasting of long- range air transport of birch pollen: theoretical considerations and a feasibility study. In: *International Journal of Biometeorology*, no 79, pp 451- 462
16. **Spieksma, F.**, Corden, J.M., Detandt, M., Millington, W. M., Nikkels, H., Nolard, N., Schoenmakers, C. H.H., Wachter, R., de Weger, L.A., Willems, R., J.Emberlin. (2003) Quantitative trends in annual totals of five common airborne pollen types (*Betula*, *Quercus*, *Poaceae*, *Urtica*, and *Artemisia*), at five pollen-monitoring stations in western Europe. In: *Aerobiologia*, no 19, pp 171–184