Prisutnost peludnih zrnaca breze (Betula spp.) na području Osijeka

Majetić (Anočić), Dajana

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of biology / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za biologiju**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:181:671845

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Repository of Department of biology, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
ODJEL ZA BIOLOGIJU

Dajana Majetić

Prisutnost peludnih zrnaca breze (*Betula* spp.) na području Osijeka

Diplomski rad

Osijek, 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku **Diplomski rad**
Odjel za biologiju
Diplomski sveučilišni studij Biologija; smjer: znanstveni
Znanstveno područje: Prirodne znanosti
Znanstveno polje: Biologija

Prisutnost peludnih zrnaca breze (*Betula* spp.) na području Osijeka

Dajana Majetić

Rad je izrađen: Zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije Osijek; Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Odjel za biologiju, Zavod za ekologiju voda
Mentor: Dr. sc. Tanja Žuna Pfeiffer, docent

Kratak sažetak diplomskog rada: Istraživanje prisutnosti peludnih zrnaca breze (*Betula* spp.) u zraku na području Osijeka provedeno je u razdoblju od ožujka do lipnja 2016. godine. Koncentracije peludi mjerene su pomoću Burkardovog volumetrijskog aparata. Polinacija breze počela je u ožujku, dok su najviše koncentracije peludnih zrnaca breze zabilježene u travnju. Glavni čimbenik koji je utjecao na prisutnost peludnih zrnaca breze u zraku istraživanog područja bila je relativna vlažnost zraka. S obzirom da je pelud breze izrazito alergena, a primijećene su varijabilnosti u dužini trajanja i intenzitetu njene polinacije, nužno je provoditi sustavno mjerenje koncentracije peludi ove biljne vrste kako bi se pravovremeno informirala javnost i spriječile ili bar ublažile zdravstvene poteškoće uzrokovane njihovim alergenim djelovanjem.

Broj stranica: 37
Broj slika: 17
Broj tablica: 3
Broj literaturnih navoda: 66
Jezik izvornika: hrvatski
Ključne riječi: polinacija, peludna zrnca, relativna vlažnost zraka, javno zdravstvo.

Datum obrane: 28.09.2017.

Stručno povjerenstvo za obranu:
1. doc.dr. sc. Dubravka Špoljarić Maronić
2. izv.prof. dr.sc. Melita Mihaljević
3. doc**.** dr. sc. Tanja Žuna Pfeiffer
4. doc.dr. sc. Ivna Štolfa Čamagajevac

Rad je pohranjen u: knjižnici Odjela za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, te je objavljen na web stranici Odjela za biologiju.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek **MS thesis**
Department of Biology
Graduate university study programme in Biology
Scientific Area: Natural science
Scientific Field: Biology

The presence of birch (*Betula* spp.) pollen grains in the area of Osijek

Dajana Majetić

Thesis performed at: Institute of public health in Osijek-Baranja county**;** Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Department of Biology, Water Ecology Institute
Supervisor: Tanja Žuna Pfeiffer, PhD, Assistant professor

Short abstract: The investigation of airborne birch (*Betula* spp.) pollen grains in the area of Osijek was carried out from March to June 2016. Pollen grains were sampled with a Burkard volumetric spore trap. Birch pollination started in March while the highest concentration of pollen grains was recorded in April. Relative humidity was the most important factor for the occurrence of birch pollen grains in the atmosphere. Since the birch pollen grains has a high allergenic potential and significant variations in birch pollination duration and intensity were found, continuous monitoring of airborne birch pollen grains concentration is needed in order to inform people as well as to prevent allergic disorders associated with its allergenic effect.

Number of pages: 37
Number of figures: 17
Number of tables: 3
Number of references: 66
Original in: Croatian
Key words: pollination, pollen grains, relative humidity, public health.

Date of the thesis defence: 28.09.2017.

Reviewers:
1. Dubravka Špoljarić Maronić, PhD, Assistant Professor
2. Melita Mihaljević, PhD, Associate Professor
3. Tanja Žuna Pfeiffer, PhD, Assistant Professor
4. Ivna Štolfa Čamagajevac, PhD, Assistant Professor

Thesis deposited in:
Library of Department of Biology, University of J.J. Strossmayer Osijek. It is also disposable on the web site of Departmetnt of Biology, University of J.J. Strossmayer Osijek.

Zahvaljujem se svojoj mentorici doc.dr.sc. Tanji Žuni Pfeiffer na velikoj pomoći u realizaciji ovoga rada, korisnim savjetima, razumijevanju i strpljenju.

Zahvaljujem mr.sc. Zdenki Šušić, dipl. ing. biologije na učenju i nesebičnim savjetima.

Hvala mami Ružici i baki Slavi koje su mi bile podrška tijekom cijelog studija, koje su me hrabrile i podržavale.

Hvala suprugu Josipu na razumijevanju, strpljenju i ljubavi.

Najviše hvala mom petogodišnjem sinu Milanu, koji je strpljivo i s puno ljubavi podnosio mamin završetak studija.

SADRŽAJ

1. UVOD 5
1.1. Alergene biljke 5
1.2. Morfološke karakteristike breza (*Betula* spp.) 6
1.3. Morfologija peludnih zrnaca 9
1.4. Cilj istraživanja 12
2. MATERIJALI I METODE 13
2.1. Područje istraživanja 13
2.2. Uzorkovanje 14
2.3. Statistička obrada podataka 16
3. REZULTATI 17
3.1. Analiza klimatoloških parametara 17
3.2. Sezonska dinamika peludi u zraku istraživanog područja 19
4. RASPRAVA 24
5. ZAKLJUČAK 29
6. LITERATURA 30

1. UVOD

1.1. Alergene biljke

Anemofilne biljne vrste koje proizvode veliki broj peludnih zrnaca s različitim alergenim spojevima, nazivamo alergene biljke. Alergenski aktivne tvari peludnih zrnaca su proteini i glikoproteini molekularne mase od 5 do 70 kDa. Topivi su u vodi, a uneseni u organizam dovode do intenzivnih reakcija imunološkog sustava odnosno uzrokuju alergijske reakcije (Peternel, 2011). Alergije na pelud su jedne od najučestalijih alergijskih reakcija, a njihovi najčešći simptomi su svrbež, pečenje i suzenje očiju, kihanje, šmrcanje, osjećaj punoće i neprohodnosti nosa, svrbež vrška nosa, obilniji vodenasti iscjedak te smanjenje ili nedostatak njuha (web 1). Alergije na pelud javljaju se ovisno o sezonskim uvjetima, odnosno o vremenu cvatnje pojedinih biljnih vrsta, ali ovise i o geografsko-klimatskom području, njegovom vegetacijskom pokrovu i meteorološkim čimbenicima (Živković, 2015).

Do sada je poznato oko 100 biljnih vrsta koje proizvode alergenu pelud, a podijeljene su u šest grupa: porodicu breza (Betulaceae), porodicu trava (Poaceae), porodicu glavočika (Asteraceae), porodicu kopriva (Urticaceae), masline (Oleaceae) i četinjače (Cupressaceae) (D'Amato i sur., 1991; Matthiesen i sur., 1991). Posebno visok peludni alergeni potencijal imaju breze (*Betula* spp.), trave, te vrste iz porodice glavočika, ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L.) i pelin (*Artemisia* spp.) (Tablica 1).

Tablica 1. Alergenski potencijal peludnih zrnaca biljaka umjerenog klimatskog područja (prema D'Amato i sur., 1991).

Biljna svojta		Alergenski potencijal peluda
Latinski naziv	Hrvatski naziv	
Betula	breza	VRLO VISOK
Poaceae	trave	
Ambrosia	ambrozija	
Artemisia	pelin	
Parietaria	crkvina	VISOK
Corylus	lijeska	UMJEREN DO VISOK
Alnus	joha	
Fraxinus	jasen	
Platanus	platana	
Castanea	pitomi kesten	
Ligustrum	kalina	
Rumex	kiselica	

1.2. Morfološke karakteristike breza (*Betula* spp.)

Porodica Betulaceae (brezovnjače, breze) obuhvaća drvenaste i grmolike biljne vrste iz ukupno 5 rodova - *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Carpinus* i *Ostrya* (Domac, 1989). Vrste iz ove porodice pretežito su rasprostranjene u sjevernim umjerenim područjima, a pojedine vrste i u tropskim planinskim područjima (Nikolić, 2013). U šumama Europe prirodno se pojavljuju vrste roda *Betula*, posebice obična (*Betula pendula* Roth) i cretna breza (*Betula pubescens* Ehrh) (Hynynen i sur., 2009).

Obična breza je listopadno drvo koje može narasti u visinu i do 30 m (Slika 1). Kora mlađih biljaka je bijela, a kasnije crno ispucana i ljušti se u horizontalnim trakama. Obična breza na granama nosi izmjenično postavljene listove trokutastog oblika i dugoušiljenog vrha. Jednodomna je biljka. Muški cvjetovi obične breze skupljeni su u sjedeće, viseće rese koje se razvijaju u kasno ljeto i jesen, dok se ženski cvjetovi skupljeni u uspravne rese na stapkama, razvijaju u proljeće. Cvjeta u ožujku i travnju, u vrijeme listanja. Razmnožava se sjemenom i izdancima. Prirodno raste na brežuljkastim, brdskim i pretplaninskim područjima. Pojedinačno i u manjim grupama raste u svjetlijim šumama te ju nalazimo u rijetkim

hrastovim i brezovim šumama, uz rubove šuma, ali i na suhim padinama, cretovima, pjeskovitim, glinastim i kamenitim tlima siromašnim hranjivim tvarima (Šilić, 1988; Godet, 2000; Idžojtić, 2013).



Slika 1: Obična breza (*Betula pendula* Roth)
(Foto: Majetić Dajana).

Cretna breza je također visoko, listopadno stablo, glatke bijele do sivo bijele kore koja nije duboko ispucana. Prepoznatljiva je po gusto dlakavim grančicama te izmjenično postavljenim široko jajastim do koso četvrtastim listovima koji su u mladosti dlakavi i mirisni. Cretna breza je jednodomna biljka. Muški cvjetovi cretne breze skupljeni u sjedećim resama razvijaju se u ljeto, a ženski, skupljeni u duge, valjkaste, viseće rese u proljeće. Biljka cvjeta od ožujka do svibnja, a razmnožava se sjemenom. Prirodno raste na brežuljkastim, brdskim i pretplaninskim područjima. Raste raspršeno u šumama na tresetištima, močvarnim šumama, dolinskim šumama, poplavnim područjima te na močvarnim, kiselim tlima (Šilić, 1988; Godet, 2000; Idžojtić, 2013).



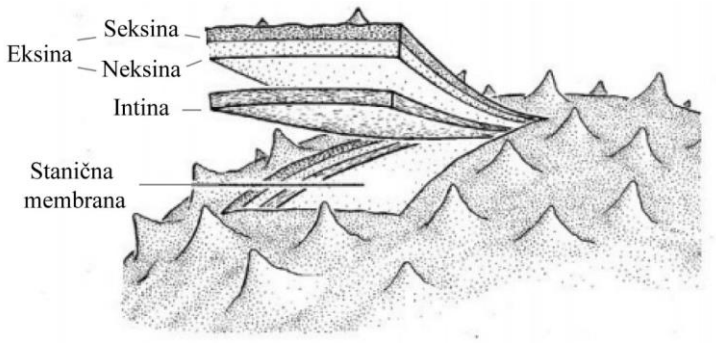
Slika 2: Cretna breza (*Betula pubescens* Ehrh)
(Izvor: web 2).

Općenito su breze poznate kao pionirske vrste koje prve naseljavaju opustošena tla ili napuštena poljoprivredna zemljišta (Rebele, 1992). Dobro se prilagođavaju različitim tipovima staništa i dobro podnose različite vrste tala (Nielsen, 1977). Tolerantne su na jake vjetrove, vrlo niske temperature i smrzavanje (Mir i sur., 2016). S obzirom da sadrže glikozide, flavonoide, tanine, esencijalna ulja, vitamine, sterole i druge spojeve (Vinod i sur., 2012), kora, listovi i drugi organi breza od davnina su korišteni u narodnoj medicini za liječenje različitih bolesti (Rastogi i sur., 2015). Međutim, iz peluda breze do sada je izolirano 29 alergenih spojeva koji značajno mogu narušiti ljudsko zdravlje (Varela i sur., 2003). Pelud breze je jedan od glavnih alergena na području Europe (Weryszko-Chmielewska i sur., 2006), posebno u gradskim sredinama jer se posljednjih godina zbog velike otpornosti i lijepog izgleda, breze u sve većem broju uzgajaju kao ukrasne drvenaste biljne vrste u vrtovima i parkovima (Spellerberg i sur., 2006; Krznarić, 2012).

1.3. Morfologija peludnih zrnaca

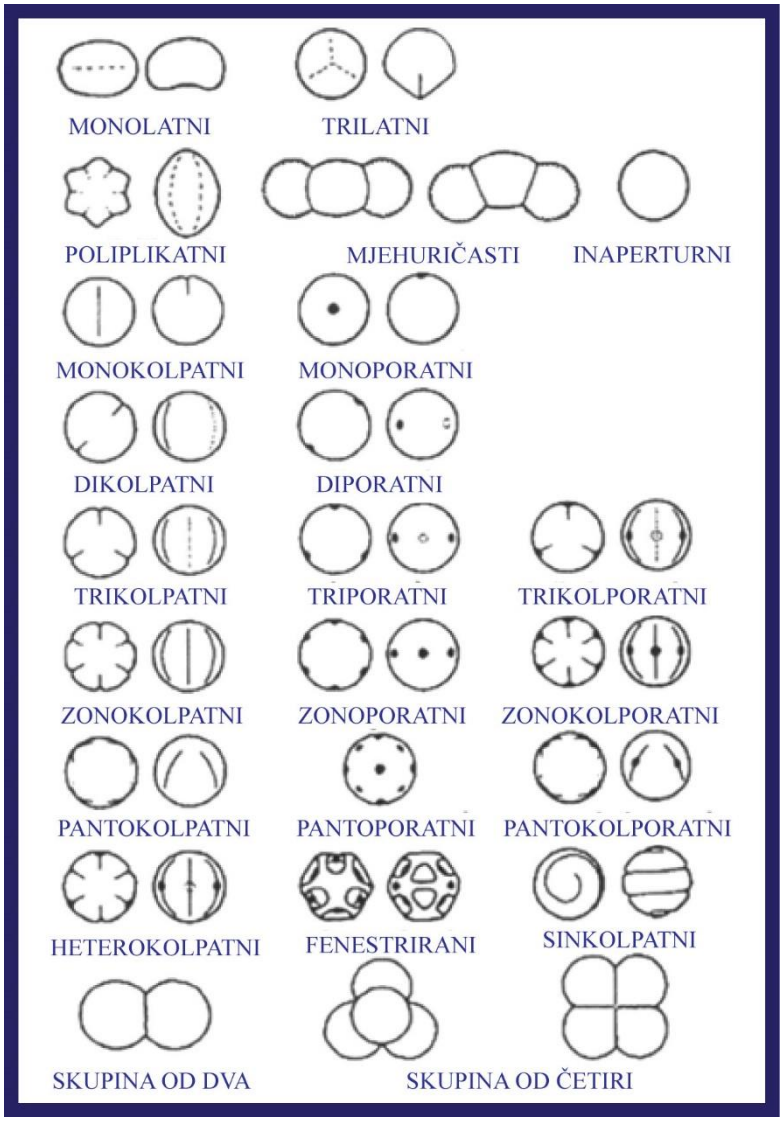
Pelud je reducirani muški gametofit golo- i krito-sjemenjača. Nastaje u prašnicama (anterama) iz matičnih stanica peludi, arhespora. Na njušku tučka ili mikropilu sjemenog zametka biljke iste vrste prenosi se najčešće vjetrom ili kukcima, što u konačnici rezultira oplodnjom i izmjenom genetičkog materijala (Bačić, 2003; Mitić, 2011). Pelud koji prenosi vjetar nazivamo anemofilni pelud. Malih je dimenzija, lagan je, suh, glatke površine, a biljke ga stvaraju u većim količinama. Pelud kojeg prenose kukci ili entomofilni pelud ima hrapavu površinu (s bodljama ili kvržicama radi lakšeg prihvaćanja za tijelo kukca), ljepljiv je i biljke ga stvaraju u manjoj količini (Bačić i Sabo, 2007).

Zrelo peludno zrnce obavijeno je s dvije ovojnice. Unutarnji tanki celulozni sloj naziva se intina, a vanjski, građen od lipoidnih tvari odnosno sporopolenina te manje količine polisaharida, naziva se eksina. Eksina je podijeljena na vanjski reljefni dio tzv. seksinu i unutarnju neksinu (Slika 3).



Slika 3: Shematski prikaz prereza kroz staničnu stjenku peludnog zrnca (Izvor: web 3).

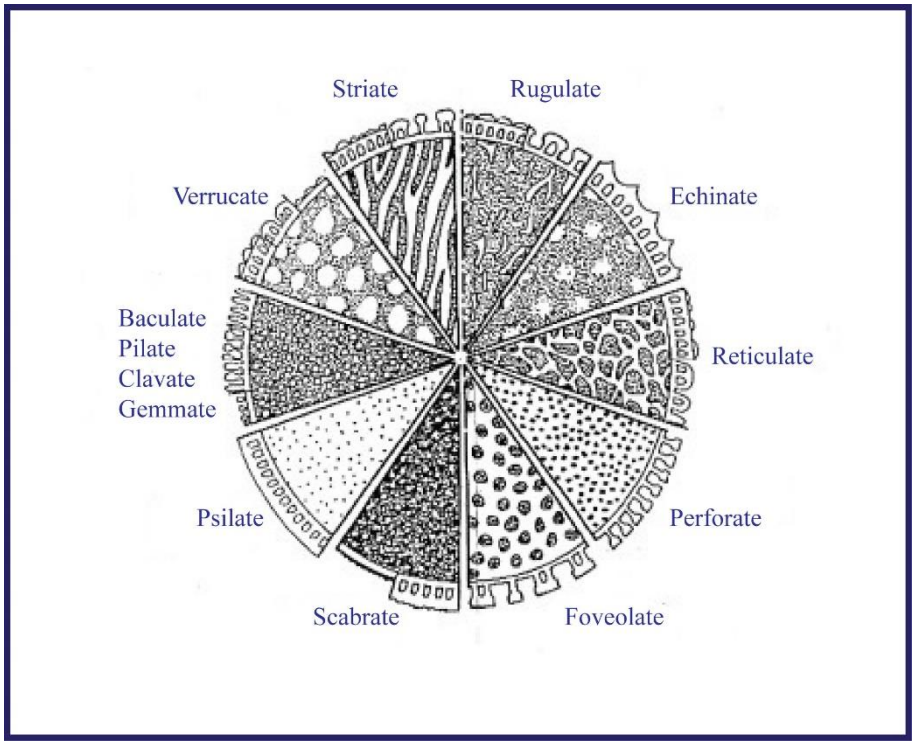
Eksina štiti peludno zrnce od štetnih vanjskih utjecaja. Također, sadrži otvore odnosno mjesta potencijalnog klijanja peludnog zrnca. S obzirom na otvore na eksini, pelud dijelimo na inaperturni pelud koji nema otvore (aperture) te aperturni koji sadrži otvore različitog oblika. Kolpatna pelud ima produljene otvore nalik na pukotine (kolpuse), poratna ima okrugle otvore, a kolporatna predstavlja kombinaciju prethodna dva tipa (Bačić i Sabo, 2007). Ako su porusi i kolpusi smješteni oko ekvatora peludnog zrnca, nazivamo ih zonoporatna, zonokolpatna i zonokolporatna peludna zrnca, dok peludna zrnca kod kojih se porusi nalaze na cijeloj površini zrnca nazivamo pantoporatnim (Slika 4).



Slika 4: Tipovi peludnih zrnaca s obzirom na broj, oblik i položaj otvora (prema Bačić i Sabo, 2007).

Seksina, vanjski sloj eksine može biti različito oblikovana (Mitić, 2011). Kod kritosjemenjača prevladava kolumelatni (*columellate*) oblik, kojeg čine kolumele i tektum. Tektum može biti perforiran, cjelovit (tektatan polen), mjestimice prekinut (semitektatan polen) ili može potpuno izostati (intektatan polen). Ukoliko potpuno izostane, umjesto kolumela nastat će bakule (*baculum*, valjkastog oblika), klave (*clavae*, kijačastog oblika), pili (pila, oblik sa glavičastim vrškom), geme (*gemmae*, pupoljastog oblika), bradavice (*verrucae*), skabre (*scabrae*, ljuskasti oblik) ili zrnca (granule). Pojedini tektatni i polutektatni tipovi imaju glavice kolumela povezane u dva smjera tako da formiraju mrežasti (*reticulum*) ili isprugan,

strijatni (*striate*) uzorak. Rugulatni (*rugulate*) uzorak predstavlja prijelazni oblik između mrežastog i strijatnog peludnog zrnca (Slika 5).



Slika 5: Tipovi skulpturiranosti seksine
(prema Frenguelli i sur., 1991).

Peludna zrnca mogu biti jajastog, loptastog, okruglastog ili nepravilnog oblika. Najčešće su simetrična, a samo rijetko asimetrična. Pojavljuju se pojedinačno, a kod nekih vrsta i porodica pojavljuju se u skupinama od dva, četiri ili više zrnaca zajedno (Bačić i Sabo, 2007).

Kao i oblik, veličina peludnih zrna je vrlo različita te varira od 5 do 200 µm. S obzirom na veličinu, peludna zrnca se dijele u nekoliko skupina (Bricchi i Frenguelli, 2001): vrlo mala (promjer <10 µm), mala (promjer 10-24 µm), srednje velika (promjer 25-49 µm), velika (promjer 50-99 µm), te vrlo velika (promjer 100-200 µm).

Oblik, veličina, boja, izgled eksine te broj, položaj i vrsta aperture karakteristične su za pojedinu biljnu vrstu.

1.4. Cilj istraživanja

Cilj ovog rada je pratiti sezonske promjene koncentracije peludi u zraku na području grada Osijeka tijekom 2016. godine s posebnim osvrtom na utvrđivanje trajanja peludne sezone alergenih peludnih vrsta breze (*Betula* spp.). Također će se istražiti mogući utjecaj temperature, vjetra i vlage na koncentraciju peludi u zraku.

2. MATERIJALI I METODE

2.1. Područje istraživanja

Grad Osijek (45°32' sjeverne zemljopisne širine i 18°44' istočne zemljopisne dužine) je najveći grad i razvojno središte Istočno-hrvatske regije. Zajedno sa susjednim naseljima (Briješće, Brijest, Josipovac, Klisa, Nemetin, Podravlje, Sarvaš, Tenja, Tvrđavica, Višnjevac) zauzima površinu od 169,74 km^2. Prostire se na području podunavske ravnice na desnoj obali rijeke Drave, oko 22 km od ušća Drave u Dunav.



Slika 6: Položaj Grada Osijeka

(Izvor: web 4).

U reljefu ovog nizinskog kraja, izdvajaju se naplavne (aluvijalne) ravni, riječne terase, fluvio-močvarne nizine, lesne zaravni i prigorsko područje.

Klima područja je umjereno topla, kišna klima bez značajnijih sušnih razdoblja i s oborinama koje se pojavljuju jednoliko tijekom godine (Zaninović i sur., 2008). Srednja godišnja temperatura je oko 10 °C, dok se prosječne godišnje količine oborina kreću između 609 mm do 792 mm. Vjetrovi su u prosjeku slabi i promjenjivog smjera (Anonimus 2005).

2.2. Uzorkovanje

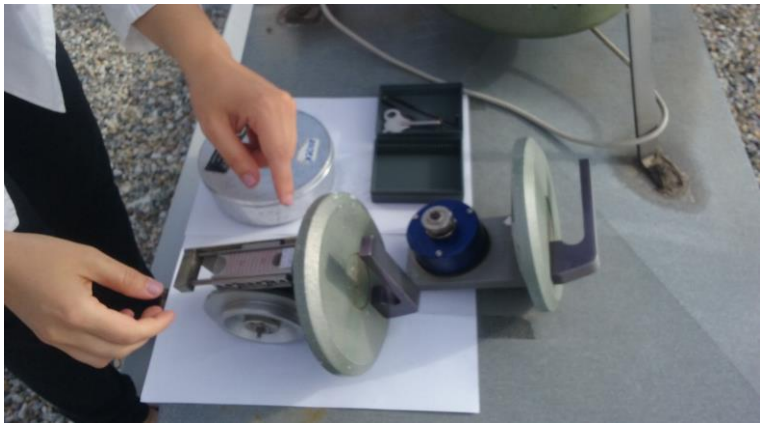
Istraživanje prisutnosti peludnih zrnaca u zraku na području grada Osijeka provedeno je od ožujka do lipnja 2016. godine. Za kontinuirano uzorkovanje peludi i spora korišten je Burkardov volumetrijski uređaj (Slika 7). Areal uzorkovanja je promjera 10 – 30 km što ovisi o brzini i smjeru vjetra te geografskom profilu područja.



Slika 7: Burkardov volumetrijski aparat
(Foto: Majetić Dajana).

Uređaj je postavljen na krovu zgrade Zavoda za javno zdravstvo Osječko – baranjske županije, na visini od oko 15 m od površine zemlje kako bi se osiguralo neometano strujanje zraka. Burkardov volumetrijski aparat se sastoji od motora koji pokreće aparat (rotacija aparata i usisavanje zraka), satnog mehanizma, krila koje se rotira ovisno o smjeru vjetra, bubnja s podloškom za predmetno staklo ili traku, dijela za zaštitu od kiše te mehanizma za zaključavanje.

Za dnevno uzorkovanje koncentracije peludi korišteno je predmetno stakalce na kojem su iscrtane horizontalne linije vodootpornim flomasterom, te je stakalce premazano silikonskim uljem (Slika 8). Nakon nanošenja silikonskoga ulja, predmetno stakalce je u transportnoj kutiji preneseno do Burkardov-og volumetrijskog uređaja te postavljeno i učvršćeno u rotirajući dio uređaja. Izmjena predmetnog stakalca obavljala se svakih 24h.



Slika 8: Postavljanje predmetnog stakalaca u Burkardov volumetrijski aparat (Foto: Majetić Dajana).

Za uzorkovanje tijekom vikenda korišten je bubanj s trakom. Bubanj je očišćen alkoholom i obrisan vatom, a na očišćeni valjak postavljena je prozirna poliesterska traka. Pomoću kista, poliesterska traka je ravnomjerno premazana silikonskim uljem, te je bubanj s trakom postavljen u Burkard-ov volumetrijski aparat (Slika 9).



Slika 9: Priprema bubnja s poliesterskom trakom za višednevno uzorkovanje (Foto: Majetić Dajana).

Nakon tri dana uzorkovanja, bubanj je skinut i prenesen u laboratorij. Traka je skinuta s bubnja i izrezana na segmente od kojih je svaki predstavljao 24-satni uzorak. Svaki segment postavljen je zasebno na posebno predmetno staklo i uklopljen u otopinu gelvatola obojanu safraninom. Nakon toga, segment je prekriven pokrovnicom također premazanom otopinom

za uklapanje, te je pripremljeni preparat sušen oko dva sata. Na isti način pripremljeni su i jednodnevni preparati.

Preparati su analizirani pomoću svjetlosnog mikroskopa Olympus BX41 pri povećanju od 400x. Determinacija peludnih zrnaca izvršena je pomoću standardnih ključeva za determinaciju peludi (Maurizio i Louveaux, 1960, 1961, 1962, 1963; Smith, 1990; Disantec, 1994, Reille, 1995, 1998, 1999; Winkler i sur., 2001). Mikroskopska analiza obuhvatila je determinaciju i prebrojavanje peludnih zrnaca metodom tri longitudinalne linije (Frenguelli, 2005). Dnevne vrijednosti peludnih zrnaca svih biljnih skupina su zbrojene i prikazane kao kumulativne mjesečne vrijednosti. S obzirom da su peludna zrnaca breze izrazito alergena određen je broj dana tijekom polinacije kada su koncentracije peludnih zrnaca breze bile u rasponu od 16 - 90 peludnih zrnaca/m^3 (umjerena opasnost za zdravlje), te broj dana kada je koncentracija bila > 90 peludnih zrnaca/m^3 (visoka opasnost za zdravlje - prema the Forsyth County Environmental Affairs Department Pollen Rating Scale; Peternel, 2004).

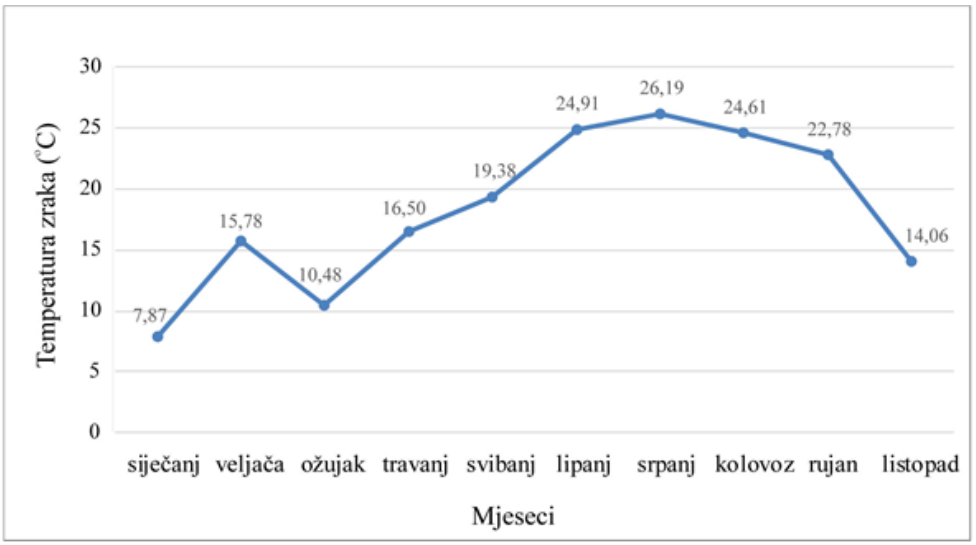
2.3. Statistička obrada podataka

Za računalni obradu podataka korišten je statistički program Statistica StatSoft 7.0 Primjenom Pearson-ovog koeficijenta korelacije (Petz, 2002) utvrđena je mjera linearne zavisnosti između istraživanih parametara.

3. REZULTATI

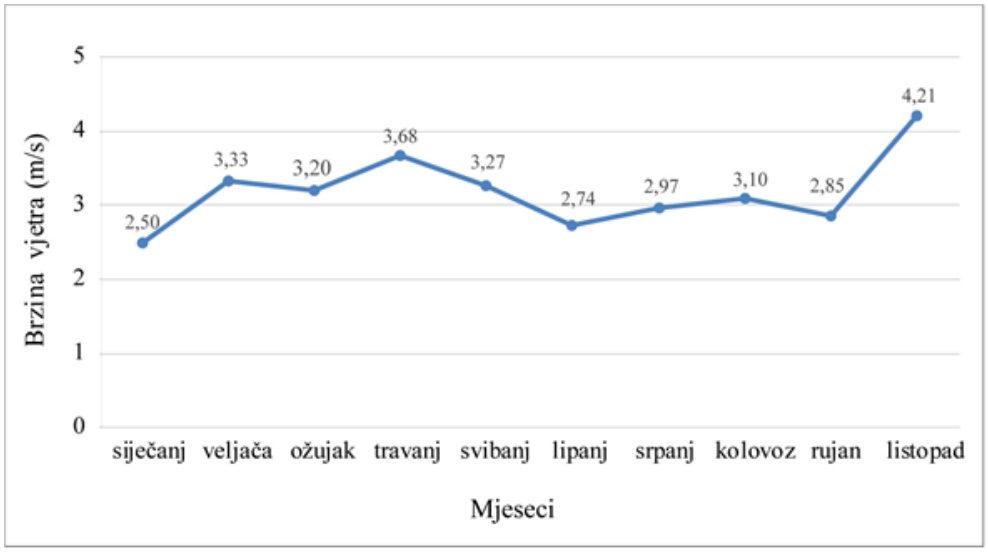
3.1. Analiza klimatoloških parametara

Temperatura zraka mijenjala se tijekom istraživanja (Slika 10). Najniža srednja mjesečna temperatura zraka zabilježena je u siječnju, a iznosila je 7,87 ºC dok je najviša srednja mjesečna temperatura zraka od 26,19 ºC zabilježena u srpnju.



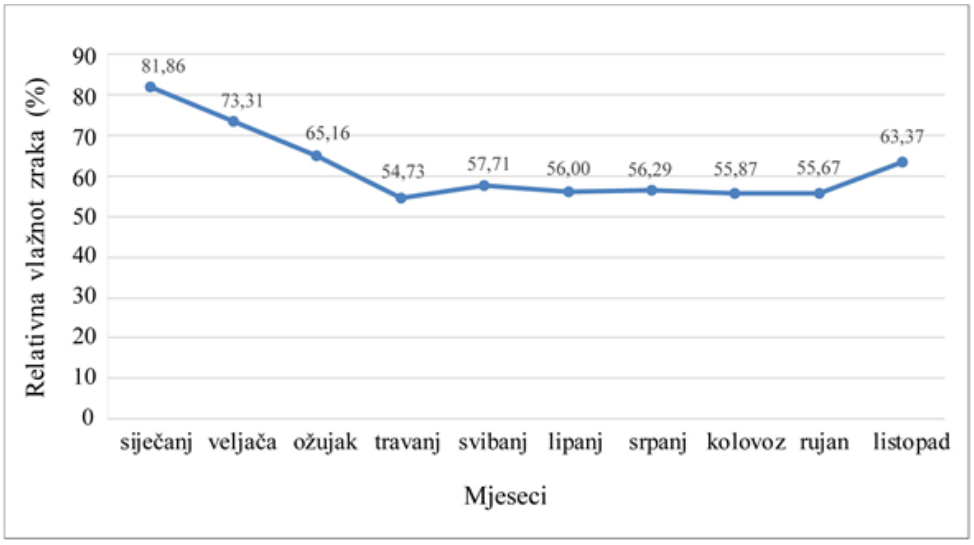
Slika 10: Prosječna temperatura zraka na području grada Osijeka tijekom prvih deset mjeseci 2016. godine.

Brzina vjetra (Slika 11) bila je vrlo mala u siječnju na što ukazuju niske srednje mjesečne vrijednosti od 2,50 m/s. Od veljače do rujna brzina vjetra bila je slična, a izmjerene srednje mjesečne vrijednosti kretale su se od 2,74 do 3,68 m/s. U listopadu se brzina vjetra povećala a srednja mjesečna vrijednost brzine vjetra iznosila je 4,21 m/s.



Slika 11: Prosječna brzina vjetra na području grada Osijeka tijekom prvih deset mjeseci 2016. godine.

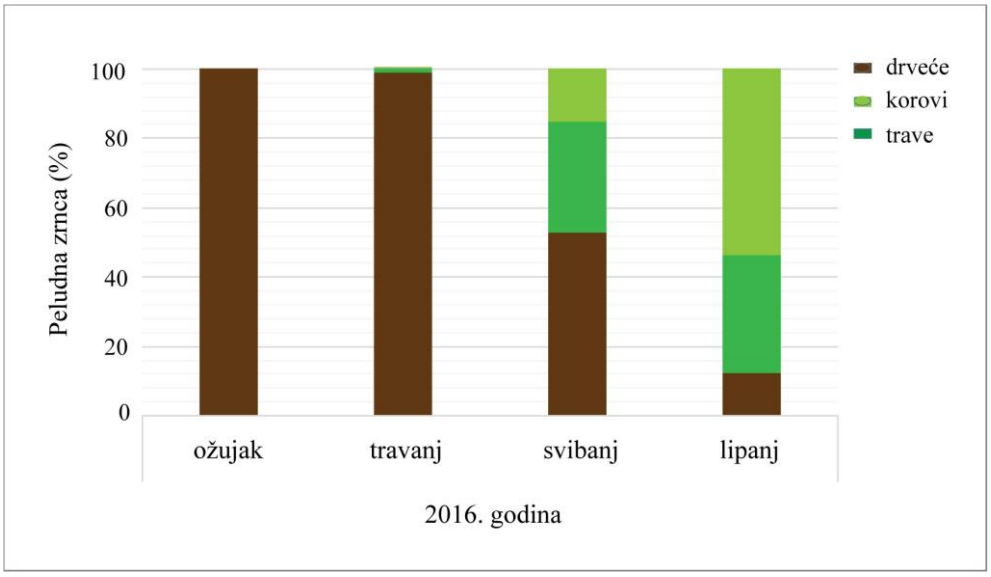
Prosječna mjesečna relativna vlažnost zraka (Slika12) bila je vrlo visoka u siječnju (81,86%) i veljači (73,31%). Od ožujka do listopada prosječna mjesečna vlažnost zraka bila je niža, a kretala se između 54,73 % i 65,16%.



Slika 12: Prosječna relativna vlažnost zraka na području grada Osijeka tijekom prvih deset mjeseci 2016. godine.

3.2. Sezonska dinamika peludi breza u zraku istraživanog područja

U razdoblju od ožujka do lipnja 2016. godine na istraživanom području zabilježeno je ukupno 24 287 peludnih zrnaca/m^3 zraka. Najzastupljenija su bila peludna zrnca drveća (90,38% ukupnog broja peludnih zrnaca), dok su trave činile 5,04%, a korovi 4,58% ukupnog broja peludnih zrnaca/ m^3 zraka (Slika 13).



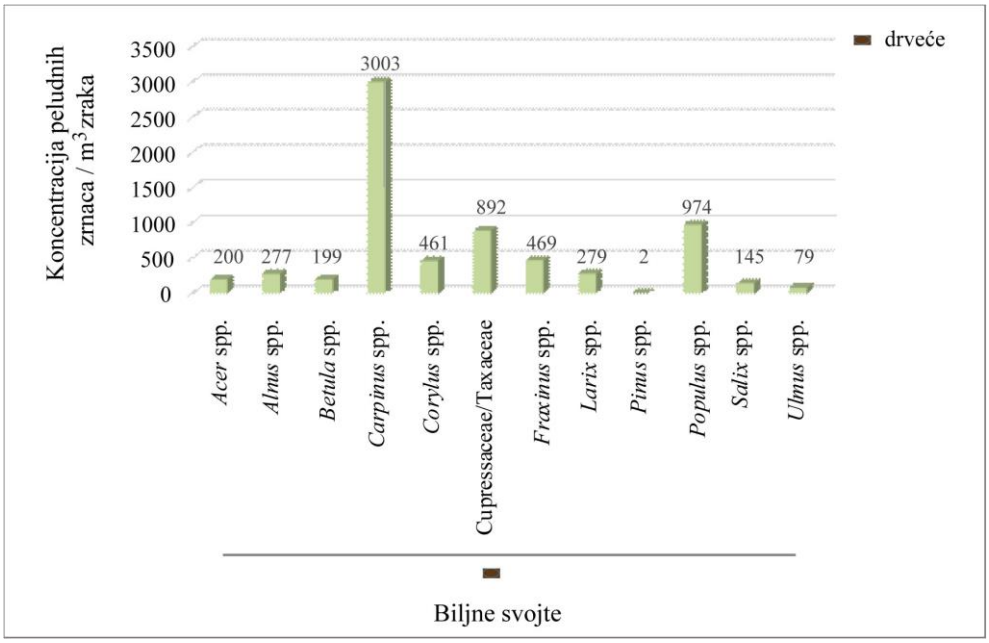
Slika 13: Zastupljenost peludnih zrnaca drveća, trava i korova u zraku na području grada Osijeka u razdoblju od ožujka do lipnja 2016. godine.

Od ukupno zabilježenih 27 vrsta peludnih zrnaca, 22 vrste pripadalo je drveću. Posebno su brojna bila peludna zrnca drvenastih svojti *Carpinus* spp. (5 940), *Betula* spp. (3 554), *Fraxinus* spp. (2 852), *Populus* spp. (1 935), *Cupresasceae*/*Taxaceae* (1 522), *Acer* spp. (1 339), *Corylus* spp. (1 135) i *Salix* spp. (1 123), dok su svojte *Castanea* spp. bile tijekom istraživanja zastupljene sa samo 8 peludnih zrnca.

Iz skupine korova zabilježene su 4 vrste peludnih zrnaca od kojih su najzastupljenija bila peludna zrnca svojti iz porodice *Urticaceae* (1 028).

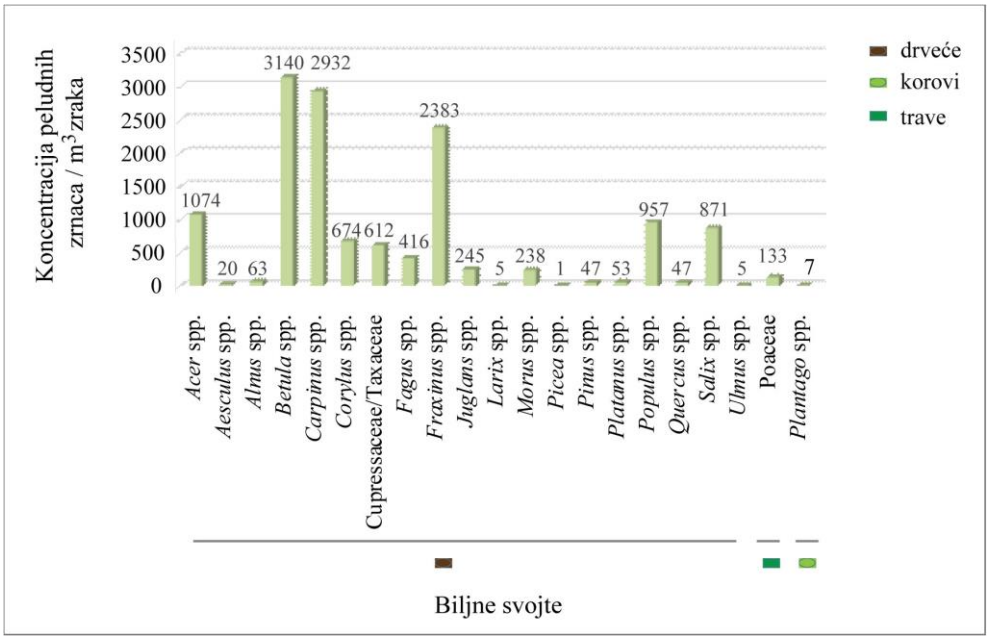
Sastav i brojnost peludnih zrnaca mijenjao se tijekom istraživanja. U ožujku je utvrđeno ukupno 6 979 peludnih zrnca/m^3 zraka. Sva su peludna zrnca (12 vrsta) pripadala drvenastim svojtama (Slika 14), a najzastupljenija su bila peludna zrnca svojti *Carpinus* spp. (43,03% ukupnog broja zrnaca), *Populus* spp. (13,96%) te svojti iz porodice Cupressaceae/Taxaceae (12,77% ukupnog broja zrnaca). Vrlo mali broj peludnih zrnaca u ovom razdoblju pripadao je

svojtama *Ulmus* spp. (1,13% ukupnog broja) i *Pinus* spp. (0,03% ukupnog broja). Iako je sredinom ožujka (16. ožujak) zabilježeno jedno peludno zrnce svojti *Betula* spp., polinacija breze je započela tek krajem ožujka te je 31. ožujka zabilježeno ukupno 110 peludnih zrnca/m^3 zraka.



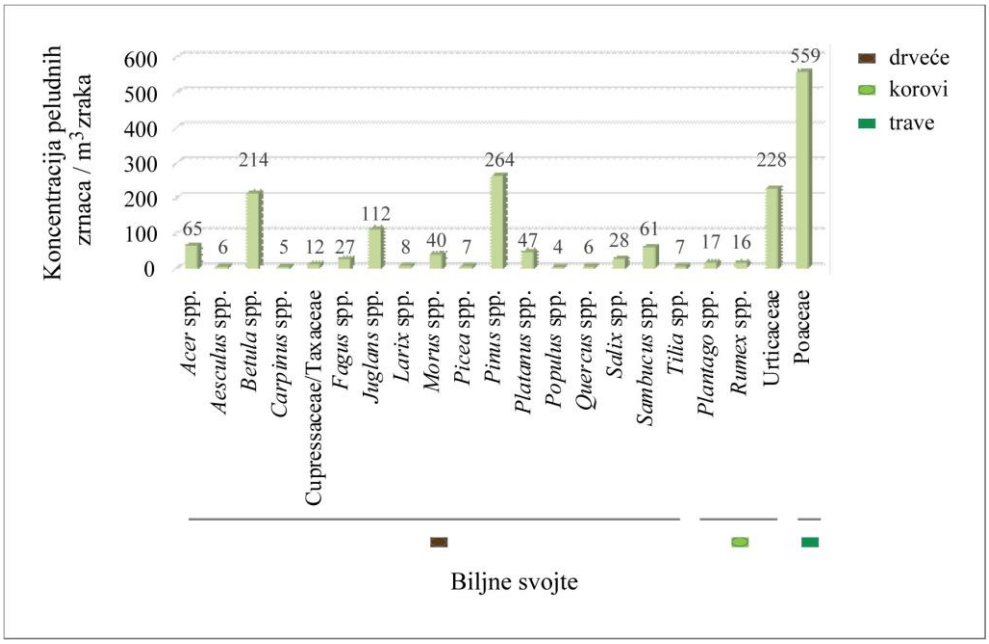
Slika 14: Zastupljenost peludnih zrnaca pojedinih biljnih svojti u zraku na području grada Osijeka u ožujku 2016.godinu.

U travnju se ukupan broj peludnih zrnaca povećao te je zabilježeno 14 002 peludnih zrnca/m^3 zraka. Peludna zrnca drvenastih svojti i dalje su bila najbrojnija. Zabilježeno je ukupno 19 vrsta peludnih zrnaca drvenastih svojti od kojih su najbrojnija bila peludna zrnca breze (ukupno 3 140), te peludna zrnca svojti *Carpinus* spp. (20,94% ukupnog broja zrnaca) i *Fraxinus* spp. (17,02% ukupnog broja zrnaca). Uz drvenaste svojte, sredinom travnja započela je i polinacija trava, a krajem mjeseca i korova. Trave su činile oko 1% ukupnog broja peludnih zrnaca/m^3 zraka. Iz skupine korova zabilježen je samo mali broj (ukupno 7 zrnca/m^3 zraka) peludnih zrnaca svojti *Plantago* spp.



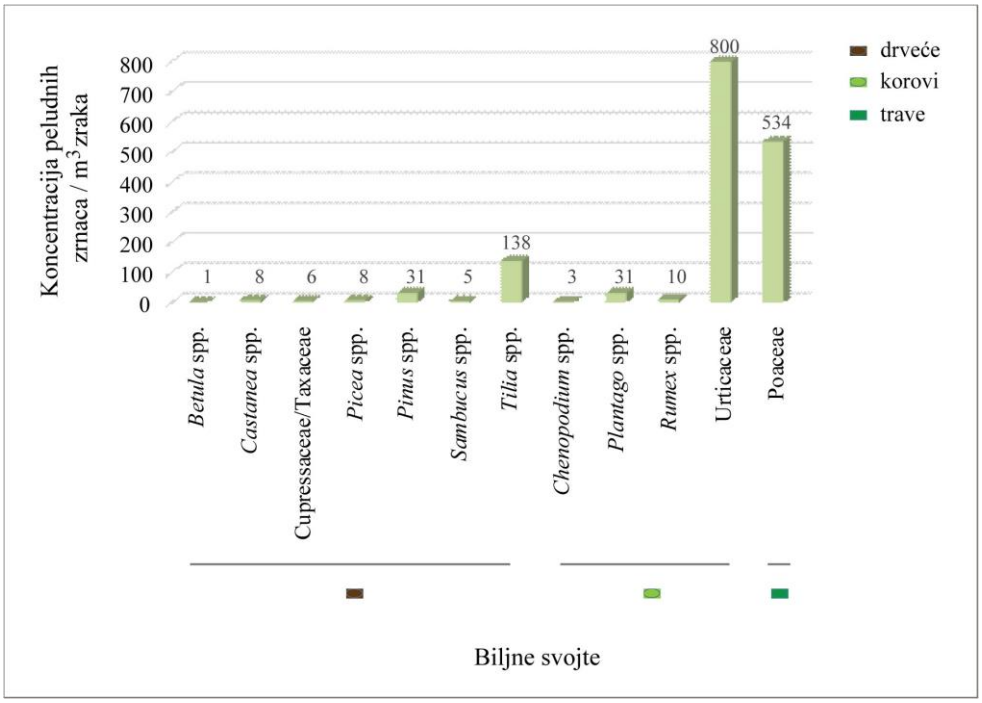
Slika 15: Zastupljenost peludnih zrnaca pojedinih biljnih svojti u zraku na području grada Osijeka u travnju 2016. godine.

U svibnju je zabilježen manji broj peludnih zrnca u m^3 zraka (1 734) u odnosu na travanj. Najzastupljenija su i dalje bila peludna zrnca drvenastih svojti (ukupno 17 vrsta peludnih zrnaca), posebno svojti *Pinus* spp. (28,91% ukupnog broja zrnaca), *Betula* spp. (23,43% ukupnog broja zrnaca) i *Juglans* spp. (12,26% ukupnog broja zrnaca). Peludna zrnca trava činila su oko 32% ukupnog broja peludnih zrnaca/m^3 zraka. Iz skupine korova najzastupljenije su bile svojte iz porodice *Urticaceae* (13,26% ukupnog broja zrnaca), dok su svojte *Rumex* spp i *Plantago* spp. činile oko 2% ukupnog broja peludnih zrnaca.



Slika 16: Zastupljenost peludnih zrnaca pojedinih biljnih svojti u zraku na području grada Osijeka u svibnju 2016. godine.

U lipnju je utvrđeno ukupno 1 575 peludnih zrnaca/m^3 zraka. Ukupan broj peludnih zrnaca drvenastih svojti se smanjio u odnosu na prethodno razdoblje. Zabilježeno je sedam vrsta peludnih zrnaca drvenastih svojti od kojih su brojem najzastupljenija bila peludna zrnca svojti *Tilia* spp. (138), dok je od svojti *Betula* spp. zabilježeno samo jedno peludno zrnce. Polinacija korova je bila posebno izražena te je u ovom razdoblju zabilježen najveći broj peludnih zrnaca korova (844). Najzastupljenija su bila peludna zrnca svojti iz porodice *Urticaceae* (50,79% ukupnog broja zrnaca/m^3 zraka), dok su svojte *Rumex* spp., *Plantago* spp. i *Chenopodium* spp. činile samo 2,79% ukupnog broja peludnih zrnaca/m^3 zraka. Ukupan broj peludnih zrnaca trava bio je visok (534) kao i tijekom svibnja, a činio je oko 34% ukupnog broja peludnih zrnaca/m^3 zraka.



Slika 17: Zastupljenost peludnih zrnaca pojedinih biljnih svojti u zraku na području grada Osijeka u lipnju 2016. godine.

Tijekom istraživanog razdoblja, polinacija breze trajala je ukupno 52 dana, a posebnu opasnost za ljudsko zdravlje predstavljale su visoke koncentracije (> 90 peludnih zrnaca breze /m^3 zraka) koje su bile u zraku 11 dana.

Tablica 2. Karakteristike polinacije breze (*Betula* spp.) u razdoblju od ožujka do lipnja 2016. godine na području grada Osijeka.

Područje istraživanja	Razdoblje istraživanja	Polinacija breze			Vrhunac polinacije breze		Broj dana prema kategoriji	
		početak datum	završetak datum	trajanje broj dana	datum	broj peludnih zrnaca/m^3 zraka	I 16-90 PZ/m3 zraka	II > 90 PZ/m3 zraka
područje grada Osijeka	ožujak - lipanj 2016. godine	30.ožujak	16. lipanj	52	1. travanj	971	14	11

Tijekom istraživanog razdoblja meteorološki čimbenici utjecali su na prisutnost peludnih zrnaca u zraku na području Osijeka na što ukazuju utvrđene statistički značajne korelacije (Tablica 2). Na prisutnost peludnih zrnaca breze najviše je utjecala relativna vlažnost zraka.

Tablica 3: Statistički značajni koeficijenti korelacije utvrđeni između ukupnog broja peludnih zrnaca/m^3 zraka pojedinih biljnih svojti i meteoroloških čimbenika u razdoblju od ožujka do lipnja 2016. godine na području grada Osijeka.

Parametri	*Betula* spp.	Cupressaceae/ Taxaceae	*Corylus* spp.	*Alnus* spp.	*Fraxinus* spp.	*Carpinus* spp.	*Populus* spp.	*Salix* spp.	*Fagus* spp.	*Juglans* spp.	*Tili*a spp.	Urticaceae	Poacaea	Temperatura zraka (°C)	Relativna vlažnost zraka (%)
Betula spp.		r = 0,626	r = 0,779			r = 0,449	r = 0,427	r = 0,430							r = -0,197
		p = 0,000	p = 0,000			p = 0,000	p = 0,000	p = 0,000							p = 0,031
Cupressaceae/Taxaceae	r = 0,626		r = 0,694	r = 0,395		r = 0,390	r = 0,390	r = 0,219					r = -0,209		
	p = 0,000		p = 0,000	p = 0,000		p = 0,000	p = 0,000	p = 0,016					p = 0,022		
Corylus spp.	r = 0,779	r = 0,694		r = 0,223		r = 0,571	r = 0,485	r = 0,270							
	p = 0,000	p = 0,000		p = 0,015		p = 0,000	p = 0,000	p = 0,003							
Alnus spp.		r = 0,395	r = 0,223			r = 0,285	r = 0,335	r = 0,203					r = -0,254	r = -0,266	
		p = 0,000	p = 0,015			p = 0,002	p = 0,000	p = 0,026					p = 0,005	p = 0,003	
Fraxinus spp.						r = 0,338	r = 0,374	r = 0,543							
						p = 0,000	p = 0,000	p = 0,000							
Carpinus spp.	r = 0,449	r = 0,390	r = 0,571	r = 0,285	r = 0,338		r = 0,827	r = 0,328					r = -0,220		r = -0,229
	p = 0,000	p = 0,000	p = 0,000	p = 0,002	p = 0,000		p = 0,000	p = 0,000					p = 0,016		p = 0,012
Populus spp.	r = 0,427	r = 0,390	r = 0,485	r = 0,335	r = 0,374	r = 0,827		r = 0,476				r = -0,213	r = -0,263		r = -0,184
	p = 0,000	p = 0,000	p = 0,000	p = 0,000	p = 0,000	p = 0,000		p = 0,000				p = 0,019	p = 0,004		p = 0,044
Salix spp.	r = 0,430	r = 0,219	r = 0,270	r = 0,203	r = 0,543	r = 0,328	r = 0,476						r = -0,203		
	p = 0,000	p = 0,016	p = 0,003	p = 0,026	p = 0,000	p = 0,000	p = 0,000						p = 0,026		
Fagus spp.										r = 0,521					r = -0,225
										p = 0,000					p = 0,013
Juglans spp.									r = 0,521						r = -0,222
									p = 0,000						p = 0,015
Tilia spp.												r = 0,308	r = 0,367	r = 0,463	
												p = 0,001	p = 0,000	p = 0,000	
Urticaceae							r = -0,213				r = 0,308		r = 0,562	r = 0,484	
							p = 0,019				p = 0,001		p = 0,000	p = 0,000	
Poacaea		r = -0,209		r = -0,254		r = -0,220	r = -0,263	r = -0,203			r = 0,367	r = 0,562		r = 0,584	r = -0,213
		p = 0,022		p = 0,005		p = 0,016	p = 0,004	p = 0,026			p = 0,000	p = 0,000		p = 0,000	p = 0,019
Temperatura zraka (°C)				r = -0,266							r = 0,463	r = 0,484	r = 0,584		r = -0,544
				p = 0,003							p = 0,000	p = 0,000	p = 0,000		p = 0,000
Relativna vlažnost zraka (%)	r = -0,197					r = -0,229	r = -0,184		r = -0,225	r = 0-,222			r = -0,213	r = -0,544	
	p = 0,031					p = 0,012	p = 0,044		p = 0,013	p = 0,015			p = 0,019	p = 0,000	

4. RASPRAVA

Rezultati ovog istraživanja pokazali su da je na području grada Osijeka u razdoblju od ožujka do lipnja 2016. godine u zraku bila prisutna velika količina peludnih zrnaca različitih biljnih svojti. To je bilo i očekivano jer se na širem području grada nalaze različite obradive poljoprivredne površine, napuštene i zarasle površine, livade, šume, i trščaci (Anonimus, 2005) pogodni za razvoj različitih biljnih svojti. Također se na širem području grada nalaze i brojni parkovi i perivoji, a različite biljne svojte uzgaja i lokalno stanovništvo u svojim vrtovima i okućnicama. Velika brojnost i raznolikost peludnih zrnaca utvrđena je i prethodnim istraživanjima provedenim na području grada (Šušić, 2010).

Polinacija drvenastih biljnih svojti započela je već u rano proljeće odnosno u ožujku, a brojnost njihovih peludnih zrnaca bila je vrlo velika sve do svibnja kada je započela polinacija trava, a zatim u lipnju i korova. I prethodna su istraživanja također pokazala da u proljetnim mjesecima na području grada prevladava pelud drvenastih biljaka, početkom ljeta trava, a u ljetnim mjesecima i početkom jeseni, peludna zrnca korova (Šušić, 2010). Pojavljivanje većeg broja peludnih zrnaca različitih drvenastih biljaka zabilježeno je i na područjima drugih većih gradova u Osječko-baranjskoj županiji, odnosno na području Našica, Đakova i Belog Manastira (Sikora, 2013). Među drvenastim biljnim svojtama, već u ožujku dobro su bila zastupljena peludna zrnca svojti *Carpinus* spp., *Populus* spp., te svojti iz porodice Cupressaceae/Taxaceae, ali su zabilježena iako s manjim brojem, i peludna zrnca drugih drvenastih biljnih svojti kao što su *Acer* s*pp., Alnus* spp., *Corylus* spp., *Fraxinus* spp., *Larix* spp., *Ulmu*s spp., *Salix* spp., *Pinu*s spp.. Peludna zrnca svojti iz porodice Cupressacea*e*/Taxaceae u većem se broju pojavljuju na području Španjolske (Recio i sur, 2006; Tortajada i Mateu, 2008), Turske (Celenk i sur., 2009; Erkan i sur., 2011), Italije (Mincigrucci i sur., 1986), Albanije (Hoxha, 2007) dok je istraživanje na području Temišvara u Rumunjskoj pokazalo da čine između 2.6% i 4.9% ukupnog broja peludnih zrnaca u zraku (Ianovici i sur., 2009). S obzirom da se polinacija ovih svojti odvija tijekom zimskih mjeseci, ove su svojte jedne od najznačajnijih alergena u zimskom i ranoproljetnom razdoblju, posebno u mediteranskom području (D'Amato i Liccardi, 1994; Nardi i sur., 1996). Rano pojavljivanje (veljača, ožujak) peludnih zrnaca svojti *Alnus* spp. te *Corylu*s spp. zabilježeno je i na području Zagreba (Peternel, 2005) kao i u pojedinim gradovima u Poljskoj (Weryszko-Chmielewska i sur., 2001).

Prva peludna zrnca breze u zraku na području grada pojavila su se krajem ožujka, a polinacija je trajala do lipnja. Na istraživanom području vrijeme polinacije breze nije uvijek jednako.

Tijekom 2002. godine, polinacija breze je započela u veljači a završila je u svibnju, dok je 2003. i 2004. godine trajala od ožujka do svibnja (Šušić, 2010). 2014. godine, prva peludna zrnca breze zabilježena su već sredinom veljače, a polinacija je trajala sve do sredine svibnja (Kostić, 2015). Tijekom ovog istraživanja izbrojana su ukupno 3 554 peludna zrnca breze. Međutim, tijekom prethodnih istraživanja na području grada ukupan broj peludnih zrnaca bio je manji. Tako su 2002. godine na području grada zabilježena ukupno 1 353 peludna zrnca breze, 2003. godine samo 859 peludnih zrnaca, a 2004. godine ukupno 2 300 peludnih zrnaca breze (Šušić, 2010), dok je 2014. godine izbrojano ukupno 1 739 peludnih zrnca/m^3 zraka (Kostić, 2015). Višegodišnja istraživanja (2005. – 2011. godina) polinacije breze na području Vinkovaca također su ukazala na varijabilnosti s obzirom na početak i dužinu trajanja polinacije breze kao i na varijabilnosti s obzirom na ukupan broj peludnih zrnaca breze/m^3 zraka. Najveći ukupan broj peludnih zrnaca breze na području Vinkovaca zabilježen je 2006. godine, a iznosio je 1 596 peludnih zrnaca/m^3 zraka, dok je najmanje peludnih zrnaca i to samo 190 zrnaca/m^3 zraka zabilježeno 2009. godine (Krznarić, 2012). Varijabilnosti su zabilježene i na području Zagreba tijekom trogodišnjeg istraživanja (2002. - 2004. godine) kada je izbrojano najmanje 6 191, odnosno najviše 14 448 peludnih zrnaca breze /m^3 (Peternel i sur., 2005).

Poznato je da na intenzitet i trajanje polinacije drvenastih biljnih svojti utječu geografski i klimatski čimbenici (Beggs, 2010). Prema rezultatima istraživanja relativna vlažnost zraka bila je negativno korelirana s ukupnim brojem peludnih zrnaca breze u zraku tijekom istraživanja, što je u skladu s rezultatima istraživanja u nekim drugim europskim gradovima (Bartková-Ščevková, 2003; Puc, 2012). Iako je temperatura zraka također vrlo važan čimbenik koji utječe na koncentraciju peludnih zrnaca u zraku, niti u ovom niti u prethodnim istraživanja na području grada Osijeka nije utvrđena povezanost temperature zraka s ukupnom koncentracijom peludnih zrnaca breze (Šušić, 2010). Međutim, utjecaj temperature na prisutnost peludnih zrnaca breze zabilježena je na području Vinkovaca (Krznarić, 2015).

Uz peludna zrnca različitih drvenastih biljnih svojti, u svibnju su zabilježene i više koncentracije peludnih zrnaca trava (Poaceae), dok su korovi prevladali u lipnju. Velika brojnost peludnih zrnaca trava pojavljuje se i na području Španjolske (Prieto-Baena i sur., 2003), a poznato je da je polen trava jedan od glavnih uzročnika alergija u Europi (D'Amato i sur., 1998). Među korovima, posebno su bila brojna peludna zrnca svojti iz porodice Urticaceae, a njihova je velika brojnost na području grada Osijeka zabilježena i u razdoblju od 2002. – 2004. godine (1 000 – 1 858 peludnih zrnaca /m^3 zraka; Šušić, 2010). U velikom

broju zabilježena su i na području Španjolske, a na polinaciju ovih svojti značajno utječu meteorološki čimbenici posebno temperatura i vlažnost zraka (Galán i sur., 2000; Vega-Maray i sur., 2003). U Temišvaru u Rumunjskoj, peludna zrnca svojti porodice Urticacace čine oko 15% ukupnog broja peludnih zrnaca/m^3. Polinacija traje oko 89 dana, a najviše koncentracije pojavljuju se u srpnju i kolovozu (Ianovici, 2008).

Prema rezultatima ovog kao i prethodnih istraživanja (Šušić, 2010; Sikora i sur., 2013), vidljivo je da se u zraku na području Osijeka zadržavaju peludna zrnca različitih alergenih biljnih svojti. Peludna zrnca breze su značajni uzročnici alergija diljem Europe, a alergije uzrokuju već i u vrlo malim koncentracijama (Milkovska i sur., 2006; Jochner i sur., 2015). S obzirom da polinacija breze traje relativno (ožujak-lipanj) dugo i da su koncentracije njenih peludnih zrnaca u zraku visoke, na području grada Osijeka breza predstavlja veliki problem za alergičare.

5. ZAKLJUČAK

U proljetnom razdoblju (ožujak – lipanj) 2016. godine na području grada Osijeka u zraku su se zadržavala peludna zrnca različitih biljnih svojti među kojima su s posebno velikim brojem bila zastupljena peludna zrnca breze (*Betula* spp.), a važan čimbenik koji je utjecao na njihovu prisutnost u zraku bila je relativna vlažnost zraka. S obzirom da je pelud breze izrazito alergena i utječe na zdravlje velikog broja ljudi na širem području grada Osijeka, ove bi vrste trebalo što manje uzgajati kao ukrasne drvenaste biljke i zamijeniti ih manje alergenim svojtama. Također, s obzirom na očekivane varijabilnosti u dužini trajanja i intenzitetu polinacije breze, nužno je njeno sustavno praćenje i pravovremeno informiranje javnosti s ciljem prevencije zdravstvenih poteškoća povezanih s alergenim djelovanjem peluda breze.

6. LITERATURA

Anonimus 2005. Osnovna obilježja Osječko-baranjske županije. Program zaštite okoliša za područje Osječko-baranjske županije.

Bačić T. 2003. *Morfologija i anatomija bilja*. Pedagoški fakultet, Osijek.

Bačić T, Sabo M. 2007. *Najvažnije medonosne biljke u Hrvatskoj*. Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.

Bartková-Ščevková J. 2003. The influence of temperature, relative humidity and rainfall on the occurrence of pollen allergens (*Betula*, Poaceae, *Ambrosia artemisiifolia*) in the atmosphere of Bratislava (Slovakia). *Int J Biometeorol* 48:1-5.

Beggs PJ. 2010. Adaptation to impacts of climate change on aeroallergens and allergic respiratory diseases *In J Enviro Res Public Health* 7:3006-3021.

Bricchi E, Frenguelli G. 2001. Pollen structure and morphology. The 5th European course in Basic Aerobiology, Perugia.

Bulat-Kardum L. 2013. Allergy-A Modern Epidemic. *Medicus* 22:79-82.

Celenk S, Canitez Y, Bicakci A, Sapan N, Malyer H. 2009. An aerobiological study on pollen grains in the atmosphere of North-West Turkey. *Environ Monitor Assess* 158:365-380.

D'amato G, Spieksma FTM, Liccardi G, Jäger S, Russo M, Kontou-Fili K, Bonini S. 1998. Pollen-related allergy in Europe. *Allergy* 53:567-578.

D'Amato G, Spieksma FTM, Bonini S. 1991. *Allergenic Pollens and Pollinosis in Europe: Promoted by the Committee" Aerobiology of Allergenic Pollen and Mould Spores" of the European Academy of Allergology and Clinical Immunology*. Blackwell Scientific.

D'amato G, Liccardi G. 1994. Pollen-related allergy in the European Mediterranean area. *Clin Exp Allergy* 24:210-219.

Distantec C. 1994. *Monitoraggio aerobiologico in Emilia – Romagna.* L´Assessore alla Sanita e Servizi sociali della Regione Emilia – Romagna, Ferrara.

Domac R. 1973. *Mala flora Hrvatske i susjednih područja.* Školska knjiga, Zagreb.

Erkan P, Bicakci A, Aybike M, Mayer H. 2011. Analysis of airborne pollen grains in Kırklareli. *Turk J Bot* 35:57-65.

Frenguelli G. 2005. Pollen structure and morphology. The 7th European Course on Basic Aerobiology, Lyon.

Frenguelli G, Mincigrucci G, Bricchi E, Romano B. 1991. Pollini allergenici: morfologia e aspetti microscopici. *Giorn It Allergol Immunol Clin* 1:389-401.

Galán C, Alcázar P, Cariñanos P, Garcia H, Domínguez-Vilches E. 2000. Meteorological factors affecting daily Urticaceae pollen counts in southwest Spain. *Int J Biometeorol* 43:191-195.

Godet JD, Pavletić Z. 2000. *Drveće i grmlje: cvjetovi, listovi, pupovi i kora: Godetov vodič*. Naklada C, Zagreb.

Hoxha E. 2007. Forecast Models for the Main Features of the Pollen Season and Daily Average Counts for Allergic Taxa in Central Albania. Doctoral dissertation.

Hynynen J, Niemistö P, Viherä-Aarnio A, Brunner A, Hein S, Velling P. 2009. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in northern Europe. *Forestry* 83:103-119.

Ianovici N, Panaitescu CB, Brudiu I. 2013. Analysis of airborne allergenic pollen spectrum for 2009 in Timişoara, Romania. *Aerobiologia* 29: 95-111.

Idžojtić M. 2013. *Dendrologija: cvijet, češer, plod, sjeme*. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.

Jochner S, Lüpke M, Laube J, Weichenmeier I, Pusch G, Traidl-Hoffmann C, Menzel A. 2015. Seasonal variation of birch and grass pollen loads and allergen release at two sites in the German Alps. *Atmos Environ* 122: 83-93.

Kostić J. 2015. Fluktuacija peludi drvenastih biljaka na području Osječko – baranjske županije. Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. Osijek.

Krznarić-Barić J. 2012. Rasprostranjenost i polinacija breze *Betula* spp. na području grada Vinkovaca. Specijalistički rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Institut Ruđer Bošković, Zagreb. Osijek.

Recio M, Trigo MDM, Toro FJ, Docampo S, Garcia-Gonzalez J, Cabezudo B. 2006. A three-year aeropalynological study in Estepona (southern Spain). *Ann Agric Environ Med* 13:201–207.

Matthiesen F, Ipsen H, Løwenstein H. 1991. *Pollen allergens.* In: D'Amato GD, Spieksma F ThM, Bonini S (eds), Allergenic Pollen and Pollinosis in Europe. Blackwell Sci Publ, Oxford, pp. 36–44.

Maurizio A, Louveax J. 1960. *Pollens de plants melliferes d´ Europe I. Pollen et Spores*. Vol. 2, Pariz.

Maurizio A, Louveax J. 1961. *Pollens de plants melliferes d´ Europe I. Pollen et Spores*. Vol. 2, Pariz.

Maurizio A, Louveax J. 1962. *Pollens de plants melliferes d´ Europe I. Pollen et Spores*. Vol. 2, Pariz.

Maurizio A, Louveax J. 1963. Pollens de plants melliferes d´ Europe I. Pollen et Spores. Vol. 2, Pariz.

Mincigrucci G, Romano B, Frenguelli G, Bricchi E. 1986. Pollen concentrations in central Italy (Ascoli Piceno and Perugia). *Aerobiologia* 2:51-62.

Mir NA, Masjid TH, Ahmad MA, Bhat HA, Abidi RA. 2016. Ecology and Silviculture of Betula Species in the Himalayan Region. *Int J Life Sci* 5:36-41.

Mitić B. 2011. *Palinolgija*. Interna skripta. Zagreb.

Nardi G, Canziani A, Striani P, Santini N, Coccia C, Seghetti L, Kranic R. 1996. Cupressaceae pollen in the atmosphere of Ascoli Piceno (Central Italy) and sensitization of allergic subjects. *Aerobiologia* 12:269-271.

Nielsen BO. 1977. Beech seeds as an ecosystem component. *Oikos* 29:268-274.

Nikolić T. 2013. *Praktikum sistematske botanike: raznolikost i evolucija biljnog svijeta*. Alfa d.d., Zagreb.

Peternel R. 2011. Utjecaj sezonskih fluktuacija i prostorne raspodjele peludnog spektra na učestalost peludnih alergija u Zagrebu i Zagrebačkoj županiji, Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Peternel R, Srnec L, Hrga I, Hercog P, Čulig J. 2005. Airborne pollen of *Betula*, *Corylus* and *Alnus* in Zagreb, Croatia. A three-year record. *Grana 44*:187-191.

Peternel R, Srnec L, Čulig J, Zaninović K, Mitić B, Vukušić I. 2004. Atmospheric pollen season in Zagreb (Croatia) and its relationship with temperature and precipitation. *Int J Biometeorol* 48:186-191.

Petz B. 2002. *Osnovne statističke metode za nematematičare*. Naklada Slap, 384 pp.

Prieto-Baena JC, Hidalgo PJ, Domínguez E, Galán C. 2003. Pollen production in the Poaceae family. *Grana* 42:153-159.

Puc M. 2012. Artificial neural network model of the relationship between Betula pollen and meteorological factors in Szczecin (Poland). *Int J Biometeorol* 56:395-401.

Rastogi S, Pandey MM, Rawat AKS. 2015. Medicinal plants of the genus *Betula* -Traditional uses and a phytochemical–pharmacological review. *J Ethnopharmacol* 159:62-83.

Rebele F. 1992. Colonization and early succession on anthropogenic soils. *J Veg Sci* 3:201-208.

Reille M. 1995. *Pollen et spores d´Europe et d´Afrique du nord.* Laboratoire de botanique histororique et palynologie. Marseille, France.

Reille M. 1998. *Pollen et spores d´Europe et d´Afrique du nord.* Laboratoire de botanique histororique et palynologie. Marseille, France.

Reille M. 1999. *Pollen et spores d´Europe et d´Afrique du nord.* Laboratoire de botanique histororique et palynologie. Marseille, France.

Sikora M, Valek M, Šušić Z, Santo V, Brdarić D. 2013. Tree pollen spectra and pollen allergy risk in the Osijek-Baranja county. *Arh Hig Rada Toksikol* 64:115-122.

Milkovska S, Bislimovska JK, Matevski V, Risteska-Kuc S, Miniv J. 2006. Birch (*Betula* sp.) pollen in the atmosphere of Skopje. *Facta Universitatis. Series. Medicine and Biology 13*:32-35.

Spellerberg, IF, Eriksson NE, Crump VS. 2006. Silver birch (*Betula pendula*) pollen and human health: problems for an exotic tree in New Zealand. *Arboric Urban For* 32:133-137.

Šilić Č. 1988. *Šumske zeljaste biljke*. Svjetlost, Sarajevo.

Smith E G. 1990. *Sampling and identifying allergenic pollens and molds*. Blewstone press, San Antonio.

Šušić Z. 2010. Sezonske promjene koncentracije peludi u Osijeku u razdoblju od 2002.-2004. godine. Magistarski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Institut Ruđer Bošković, Zagreb. Osijek.

Tortajada B, Mateu I. 2008. Cupressaceae pollen in the atmosphere of Valencia (East of Spain), and relationships with meteorological parameters. *Polen* 18:51-59.

Varela S, Mendez J, González DLCC, Iglesias I, González C, Menéndez M. 2003. Characteristics of pollinosis caused by *Betula* in patients from Ourense (Galicia, Spain*). J Investig Allergol Clin Immunol* 13:124-130.

Vinod M, Singh M, Pradhan M, Iyer SK, Tripathi DK. 2012. Phytochemical constituents and pharmacological activities of Betula alba Linn. A review. *Int J of Pharm Tech Res* 4:643-647.

Weryszko-Chmielewska E, Puc M, Piotrowska K. 2006. Effect of meteorological factors on Betula, Fraxinus and Quercus pollen concentrations in the atmosphere of Lublin and Szczecin, Poland. *Ann Agric Environ Med* 13:243-246.

Weryszko-Chmielewska E, Puc M, Rapiejko P. 2001. Comparative analysis of pollen counts of *Corylus*, *Alnus* and *Betula* in Szczecin, Warsaw and Lublin (2000-2001). *Ann Agric Environ Med* 8:235-240.

Winkler H, Ostrowski R, Wilhelm M. 2001. *Pollenbestimmungsbuch der Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst.* TAKT Verlag, Paderborn.

Zaninović K, Gajić-Čapka M, Perčec Tadić M. i sur. 2008. Klimatski atlas Hrvatske/Climate atlas of Croatia, 1961-1990, 1971-2000. *Državni hidrometeorološki zavod,* Zagreb 1-157.

Živković V. 2015. Koncentracija peludi alergogenih biljaka u zraku Grada Pule u 2014. godini. Zavod za javno zdravstvo Istarske županije, Služba za zdravstvenu ekologiju, Pula.

Web izvori:

Web1 http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-za-pacijente/poremecaji-imunoloskog-sustava/alergijske-reakcije/peludna-groznica (19.07.2017.)

Web2 http://www.floraitaliae.actaplantarum.org/viewtopic.php?t=63010 (21.07.2017.)

Web3 http://www.plantea.com.hr/cretna-breza/ (23.07.2017.)

Web4 https://www.medicinalplantsarchive.us/pollen-grains/symmetry.html (20.07.2017.)