Analiza koncentracije peludi ambrozije (Ambrosia artemisiifolia L.) u zraku grada Zagreba

Ivošević, Maja

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:670829

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

MAJA IVOŠEVIĆ

ANALIZA KONCENTRACIJE PELUDI AMBROZIJE (*Ambrosia artemisiifolia* L.) U ZRAKU GRADA ZAGREBA

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2019.

Ovaj rad je izrađen u Laboratoriju za aerobiologiju Nastavnog zavoda za javno zdravstvo ″Dr. Andrija Štampar″ pod vodstvom dr. sc. Barbare Stjepanović, znanstvene suradnice i suvoditeljice prof. dr. sc. Božene Mitić. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistre eksperimentalne biologije.

ZAHVALE I POSVETE

Zahvaljujem profesorici Boženi Mitić na strpljenju i pomoći pri izradi diplomskog rada.

Zahvaljujem doktorici Barbari Stjepanović na uloženom vremenu i potpori.

Hvala mojoj obitelji i kolegama na svom strpljenju i potpori koju su mi pružili.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek Diplomski rad

ANALIZA KONCENTRACIJE PELUDI AMBROZIJE (*Ambrosia artemisiifolia* L.) U ZRAKU GRADA ZAGREBA

Maja Ivošević
Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Ovaj rad temelji se na aeropalinološkim istraživanjima tijekom vegetacijske sezone 2017. godine. Cilj rada bio je analizirati: koncentracije peludi ambrozije u zraku, dinamiku peludne sezone, povezanost između koncentracija peludi ambrozije i meteoroloških parametara (temperature i oborina) i komparirati rezultata s rezultatima iz prethodnih sezona (2010.-2016.). Za uzorkovanje je korišten sedmodnevni volumetrijski uzorkivač tipa Hirst, postavljen na krovu Nastavnog zavoda za javno zdravstvo ″Dr. Andrija Štampar″. Uzorci su pregledani pod svjetlosnim mikroskopom pri povećanju od 400x. Visoke koncentracije peludi ambrozije zabilježene su tijekom kolovoza i rujna 2017. Najviša koncentracija peludi u zraku zabilježena je 28. rujna, 180 peludnih zrnaca / m^3. Glavna peludna sezona ambrozije u 2017. godini trajala je od 8. kolovoza do 26. rujna (50 dana). Odnos između koncentracije peludnih zrnaca i meteoroloških parametara analiziran je pomoću Spearman-ovog testa korelacije. Utvrđeno je da koncentracije peludi rastu tijekom suhih i toplih dana, a smanjuju se s pojavom oborina i nižih temperatura. U usporedbi s prethodnim peludnim sezonama ambrozije (2010.-2016.), glavna peludna sezona 2017. godine je jedna od dužih (50 dana, dok prosjek iznosi 43 dana), ali je godišnji peludni indeks (2513 peludnih zrnaca / m^3) niži od prosjeka prethodnih sezona (2899 peludnih zrnaca / m^3 za razdoblje od 2010.-2016. godine).

(29 stranica, 20 slika, 5 tablica, 2 priloga, 40 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u središnjoj Biološkoj knjižnici
Ključne riječi: aerobiologija, palinologija, alergene biljke, invazivne biljke

Voditelj : Dr. sc. Barbara Stjepanović, znanst. sur.
Suvoditelj: Dr. sc. Božena Mitić, red. prof.
Ocjenitelji : Dr. sc. Božena Mitić, red. prof.
Dr. sc. Silvija Černi, doc.
Dr. sc. Ivana Buj, doc.
Zamjena: Dr.sc. Sara Essert, doc.
Rad prihvaćen: 2. svibnja 2019. godine

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Division of Biology

Graduation Thesis

ANALYSIS OF RAGWEED (*Ambrosia artemisiifolia* L.) AIRBORNE POLLEN CONCENTRATIONS IN THE CITY OF ZAGREB

Maja Ivošević
Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

This thesis is based on aeropalinological research during the 2017 vegetation season. The aim was to analyse: concentrations of airborne ragweed pollen in Zagreb, seasonal pollen dynamics, correlation between meteorological parameters (temperature and precipitation) and pollen concentrations, and to compare results with those from previous pollen seasons (2010-2016). To collect samples, a seven-day Hirst volumetric trap installed on the roof of ″Dr Andrija Stampar″ Teaching Institute of Public Health was used. Samples were analysed under the light microscope (magnification 400x). High concentrations of ragweed pollen were detected in August and September of 2017. The peak of the airborne pollen appeared on August 28th, 180 pollen grains / m^3. In 2017 the main pollen season lasted from August 8th to September 26th (50 days). The correlation between pollen concentrations and meteorological parameters were tested using Spearman's correlation test. Pollen concentrations during warm, dry periods and decreased with the emergence of precipitation and lower temperatures. Compared to earlier seasons (2010-2016), the main pollen season during 2017 was very long (50 days, while the average was 43 days), but its annual pollen index (2513 pollen grains / m^3) was lower than average (2899 pollen grains / m^3 for the 2010-2016 time period).

(29 pages, 20 figures, 5 tables, 2 supplements, 40 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library
Key words: aerobiology, palinology, allergenic plants, invasive plants

Supervisor: : Dr Barbara Stjepanović, Sci. Assoc.
Cosupervisor : Dr Božena Mitić, Prof.
Rewievers : Dr Božena Mitić, Prof.
Dr Silvija Černi, Asst. Prof.
Dr Ivana Buj, Asst. Prof.
Substitute: Dr Sara Essert, Asst. Prof.
Thesis accepted: May 2nd 2019

Sadržaj

1. UVOD 1
1.1. Značajke istraživanog područja 1
1.1.1. Geografski položaj 1
1.1.2. Klima 2
1.1.3. Fitogeografska obilježja Zagreba 4
1.2. Aerobiologija 5
1.3. Pelud 6
1.4. Ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L.) 8
2. CILJEVI RADA 12
3. MATERIJALI I METODE 13
4. REZULTATI 17
4.1.Analiza koncentracija peludi ambrozije u zraku grada Zagreba tijekom 2017. godine 17
4.2. Analiza dinamike peludne sezone ambrozije u Zagrebu tijekom 2017. godine 17
4.3 Analiza povezanosti između koncentracija peludi ambrozije i meteoroloških parametara (temperature i oborina) u gradu Zagrebu tijekom 2017. godine 18
4.4. Komparacija rezultata s postojećim podacima iz prethodnih peludnih sezona ambrozije u Zagrebu (2010. – 2016.) 22
5. RASPRAVA 23
6. ZAKLJUČAK 26
7. LITERATURA 27
8. PRILOZI 29
9. ŽIVOTOPIS .....

1. UVOD

1.1. Značajke istraživanog područja

1.1.1. Geografski položaj

Grad Zagreb je najveći i glavni grad Republike Hrvatske. On je političko, upravno, gospodarsko, financijsko, znanstveno, kulturno i turističko središte Hrvatske. Izrastao je iz dva naselja: Gradeca i Kaptola, a u pisanim izvorima se prvi put spominje 1094. kad je utemeljena biskupija (http://www.znanje.org/i/i25/05iv06/05iv060611/Zagreb.htm). Nalazi se u kontinentalnoj središnjoj Hrvatskoj, na obalama rijeke Save (**Slika 1**). Većina grada Zagreba smještena je na nadmorskoj visini od 122 metra na kojoj se nalazi i park Zrinjevac, a Sljeme, najviši vrh Medvednice je visok 1035 metara. Smješten je u jugozapadnom kutu Panonske nizine, te na čvorištu između alpske, dinarske, jadranske i panonske regije. Na samom je jugu Srednje Europe i predstavlja križište puteva koji povezuju Srednju i Jugoistočnu Europu te Jadransko more, to jest Sredozemno more. Kao takav, veoma je izložen unošenju stranih i invazivnih vrsta preko puteva ljudskih migracija. Željeznički i autobusni kolodvor nalaze se u centru grada, zračna luka "Franjo Tuđman" je svega 17 kilometara udaljena od grada, a postoji i mogućnost unosa stranih vrsta putem rijeke Save. (http://www.infozagreb.hr/o-zagrebu/osnovni-podaci).



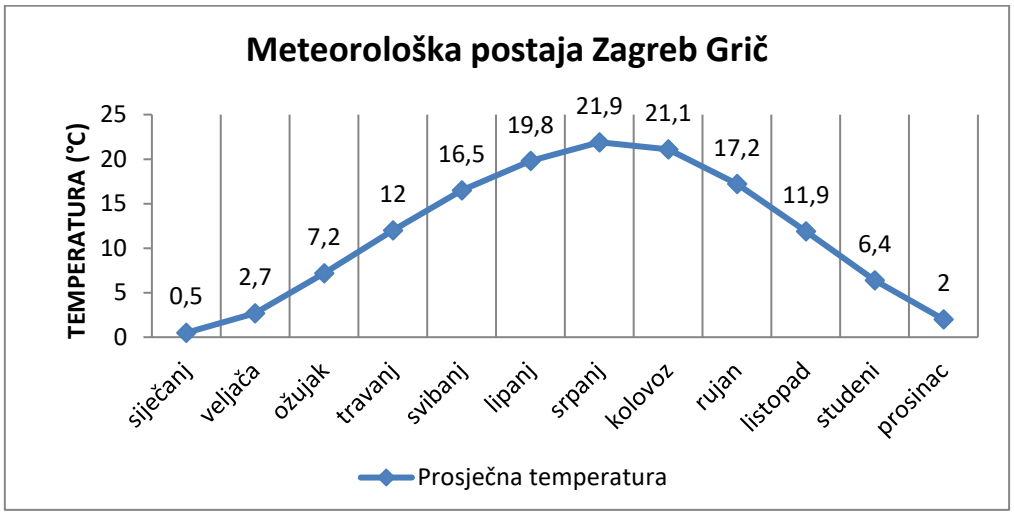
Slika 1. Položaj grada Zagreba unutar Republike Hrvatske (preuzeto sa http://romario.hr/hr/8154/male-karte-hrvatske/)

1.1.2. Klima

Za objašnjenje klime ovog područja, koristi se klasifikacija prema Kőppenu. Kőppenova klasifikacija osmišljena je na takav način da se klimatski tip nekog područja što više podudara s vegetacijskim tipovima, uzimajući u obzir značajke kao što su srednji godišnji hod temperature i količina oborina (Milković i Medvedović 2006). Prema Kőppenovoj klasifikaciji područje grada Zagreba pripada tipu klime Cfwbx. Slovo "C" je oznaka za umjereno toplu kišnu klimu u kojoj je srednja temperatura najhladnijeg mjeseca viša od -3°C, a niža od 18°C. To je tip klime u kojoj rastu šume, zbog hladnoće i snijega ne uspijeva tropsko bilje, a pogodna je za poljodjelstvo. Oznaka "fw" predstavlja režim oborina, konkretno činjenicu da unutar godine ne postoji izrazito suhi period te da najviše oborina ima u hladnom dijelu godine. Slovo "b" označava da je srednja temperatura najtoplijeg mjeseca viša od 10°C i niža od 22°C i da postoje najmanje četiri uzastopna mjeseca gdje je prosječna temperatura viša od 10°C. Na kraju, slovo "x" sadrži informaciju o oborinama. Postoje dva kišna razdoblja, u rano ljeto i jesen (Penzar i Penzar 1985; 2000).

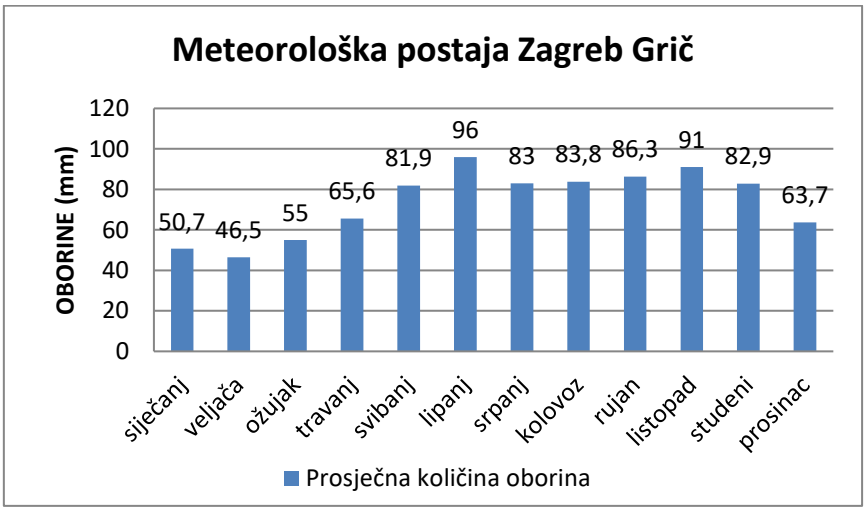
Dosadašnjim istraživanjima je utvrđeno da vremenske prilike tijekom godine presudno utječu na nastup pojedinih fenofaza (uključujući i razvoj prašnika i peluda) u razvoju vegetacije (Frenguelli i sur. 1991; Emberlin i sur. 1993; Medvedović i sur. 2000). Radi boljeg razumijevanja načina na koji meteorološki čimbenici utječu na količinu peludi u atmosferi, u ovom radu je istražen utjecaj dvaju najvažnijih meteoroloških parametara (prosječne dnevne temperature i količine oborina) na koncentracije peludi.

Postaja Zagreb-Grič nalazi se na 45.81° sjeverne geografske širine i 15.98° istočne geografske dužine, te na nadmorskoj visini od 162 metra (https://en.tutiempo.net/climate). Prosječne temperature izmjerene na meteorološkoj postaji Zagreb-Grič kreću se između 0 i 22°C (**Slika 2**). Najtopliji mjesec u godini je srpanj (kroz više od 150 godina praćenja iznosi 21.9°), a najhladniji je siječanj (0.5°C).



Slika 2. Prikaz prosjeka mjesečnih temperatura (od 1861. do 2018. godine) za meteorološku postaju Zagreb-Grič (podaci preuzeti sa stranice Državnog hidrometeorološkog Zavoda; http://meteo.hr/index.php)

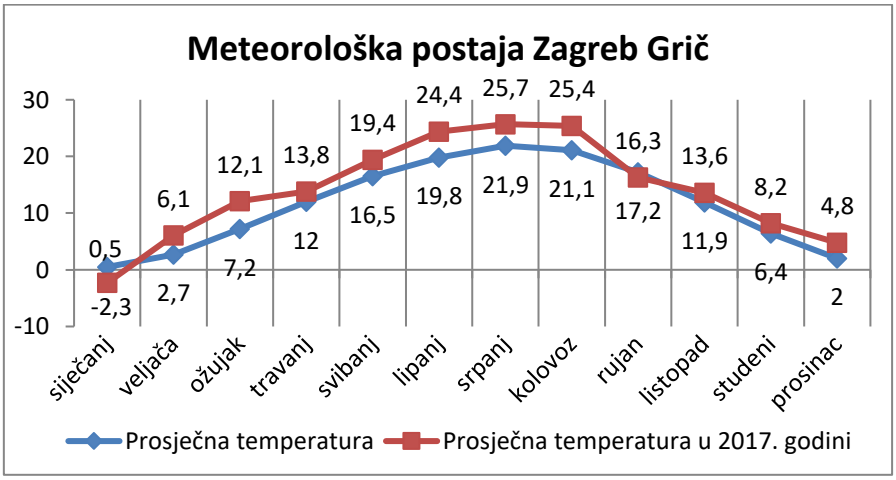
Prosječne oborine kroz više od 150 godina kreću se između 40 i 100 mm. Najviše oborina bilo je tijekom lipnja (95 mm) i rujna (91 mm), a najmanje u veljači (46,5 mm). Ne postoji sušno razdoblje, a najmanje oborina ima tijekom zime (**Slika 3**).



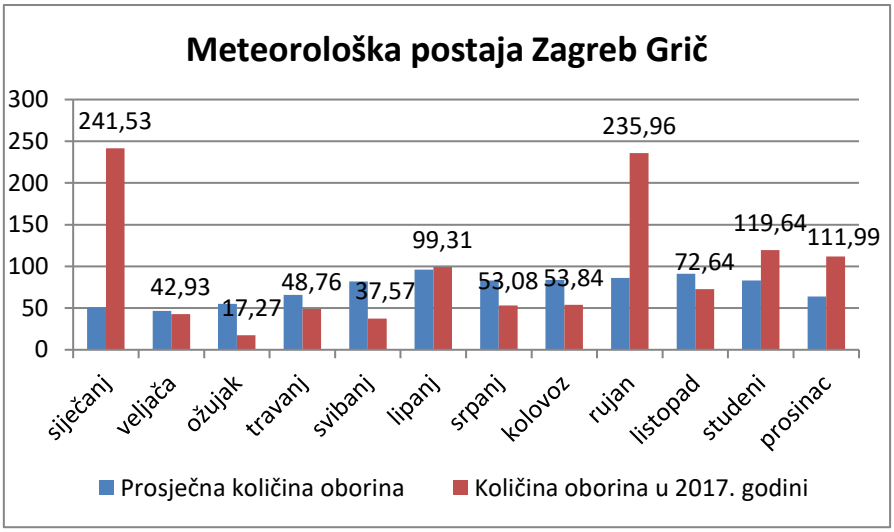
Slika 3. Prikaz mjesečnog prosjeka oborina (od 1861. do 2018. godine) na meteorološkoj postaji Zagreb-Grič (podaci preuzeti sa stranice Državnog hidrometeorološkog Zavoda; http://meteo.hr/index.php)

Tijekom 2017. godine temperature su bile čak do četiri stupnja više od prosjeka (**Slika 4**). Jedino u siječnju i rujnu su se temperature spustile ispod prosjeka, ali u istim mjesecima su zabilježene značajno više količine oborina od prosjeka - u rujnu trostruko, a u siječnju gotovo peterostruko više od prosjeka (**Slika 5**).

Na meteorološkoj postaji Zagreb-Grič u 2017. godini prosječna godišnja temperatura je bila 14°C, maksimalna 17.4°C, a prosječna minimalna temperatura 9.2°C. Ukupna godišnja količina oborina bila je 1134.52 mm (https://en.tutiempo.net/climate).



Slika 4. Komparativni prikaz prosječnih mjesečnih temperatura (od 1861. do 2018. godine) s temperaturama u 2017. godini (podaci preuzeti sa stranice Državnog hidrometeorološkog Zavoda; http://meteo.hr/index.php)



Slika 5. Komparativni prikaz prosječnih količina oborina (od 1861. do 2018. godine) s oborinama u 2017. godini (podaci preuzeti sa stranice Državnog hidrometeorološkog Zavoda; http://meteo.hr/index.php)

1.1.3. Fitogeografska obilježja Zagreba

Područje Zagreba pripada zapadnoj podregiji Panonske nizine koja sadrži mramorirane pleistocenske ilovače, izluženi les, eolski pijesak i aluvijalne nanose u nizinskom dijelu. Samu Medvednicu sačinjavaju različite vrste stijena: karbonski brusilovci, zeleni škriljevci, vapnenac i dolomit. Najviši dijelovi Medvednice zbog strmina i velike nadmorske visine nisu naseljeni, već prekriveni šumom (Večenaj 2008).

Hidrologiju prostora karakterizira slijev rijeke Save i njezini pritoci te prisavska ravnica. Sava je u ovom dijelu svog vodotoka nizinska rijeka varijabilnog vodostaja sa sezonskim bujicama. Značajna količina tla u ovom području podvrgnuta je procesu podzolizacije zbog vlažne klime. Podzolizacija je proces u kojem voda često prolazi kroz slojeve tla i odnosi mineralne tvari nastale procesima raspadanja u dubine koje biljno korijenje ne može dosegnuti. U ovom procesu bitnu ulogu ima i biljni pokrov - listopadne šume (Crkvenčić i sur. 1974).

Prema utjecaju klimatskih uvjeta ovo područje bi trebalo biti prekriveno šumama hrasta kitnjaka i običnog graba (*Querceto-Carpinetum croaticum*), no zbog ljudskog djelovanja, edafske podloge i utjecaja nadmorske visine "slika" je ipak drugačija. Konkretno, područje Zagreba je pod utjecajem šuma Medvednice, A tamo se nalaze sljedeće šumske zajednice (http://www.pp-medvednica.hr/priroda/biljni-svijet/):

- šuma hrasta kitnjaka i običnog graba (*Epimedio-Carpinetum betuli*),
- šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena (*Querco-Castaneum sativae*),
- šuma hrasta kitnjaka sa runjikom (*Hieracio racemosi-Quercetum petreae*),
- šuma hrasta kitnjaka s bekicom (*Luzulo-Quercetum petrae*),
- ilirska brdska bukova šuma s mrtvom koprivom (*Lamio orvale-Fagetum sylvaticae*),
- bukova šuma s bekicom (*Luzulo-Fagetum sylvaticae*),
- panonsko bukovo – jelova šuma (*Abieti-Fagetum ″panonicum″*),
- šuma gorskog javora i običnog jasena (*Aceri-Fraxinetum excelsioris*),

- šuma tise i lipe (*Tilio-Taxetum*),
- šuma hrasta medunca i crnog graba (*Ostryo-Quercetum pubescentis*),
- šuma crne johe s drhtavim šašem (*Carici brizoides-Alnetum glutinose*),
- šuma hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris*)

U istočnom i južnom dijelu grada ima mnogo ruderalnih i travnatih površina kojima dominiraju sljedeće porodice: Poaceae, Chenopodiaceae, Asteraceae, Urticaceae, Lamiaceae, Fabaceae i Brassicaceae. Što se tiče alohtonih biljaka, vrlo su raširene korovne vrste *Erigeron anuus* (L.) Pers., *Ambrosia artemisiifolia* L. i *Artemisia vulgaris* L. (Nikolić i sur. 2014). Uz rijeku Savu prevladava poplavna vegetacija: rodovi *Salix* i *Populus* te vrsta *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. U gradskim parkovima ima mnoštvo unesenih biljaka iz rodova *Pinus* i *Picea*, porodice Cupressaceae, vrsta *Betula pendula* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Cornus sanguinea* L., *Buxus sempervirens* L., *Populus* sp., *Tilia* sp., *Forsynthia* sp. te razne biljke iz porodice Rosaceae (Peternel i sur. 2004; 2006).

1.2. Aerobiologija

Aerobiologija u širem smislu je znanost koja se bavi organizmima i organskim česticama koje se prenose zrakom, a u užem smislu proučava peludna zrnca suspendirana u atmosferi te utjecaj različitih čimbenika na prisutnost, otpuštanje i disperziju istih. Prati se njihov utjecaj na biljni, životinjski i ljudski svijet. Povezana je s mnogim drugim znanostima kao što su: botanika, ekologija, meterologija, alergologija, melisopalinologija...(Hrga 2011).

Početkom 19. stoljeća primijećeno je da se pelud mnogih biljaka i spore plijesni i gljiva otpuštaju u zrak i prenose vjetrom. Louis Pasteur (1822.-1895.) je utemeljio aerobiologiju (koja će taj naziv tek dobiti kasnije) i postavio njene glavne principe: za uzimanje uzoraka potreban je volumetrijski uređaj, spore koje se nalaze u zraku su raznolike te postojanje aerobioloških procesa (oslobađanje, disperzija i depozicija). Pierre Miguel (1850.-1922.) proučavao je atmosferu koristeći se volumetrijskim uređajem i primjenjivajući statističke metode. Jedno od njegovih najvažnijih otkrića je da meteorološki faktori utječu na bioaerosol (Mileta 2009).

Pojam aerobiologija uvodi Fred Campbell Meier 1930. godine, koji ga definira kao mudtidisciplinarnu znanost koja proučava spore gljiva, zrnca peludi i bakterije prisutne u atmosferi. Philip H. Gregory 1961. godine objavljuje knjigu "Mikrobiologija atmosfere" nakon koje se aerobiologija počinje naglo razvijati. Dolazi do pojave istraživanja u cijelom svijetu i stvaranja udruga čija je svrha ujednačavanje kriterija analize i protok informacija. Jedna od takvih udruga je International Association for Aerobiology (IAA) osnovana 1974. godine, a 1986. osnovana je European Aeroallergen Network (EAN) koja ima svrhu stvaranja i održavanja europske banke podataka o peludi. U Hrvatskoj organizirano i kontinuirano praćenje vrsta i broja peludnih zrnaca započinje 2002. godine, a 2003. Hrvatska postaje članica EAN-a (Mileta 2009).

Pelud je jedan od najjačih prirodnih alergena i može prouzročiti značajne zdravstvene tegobe. Pelud čini mali dio ukupnog broja čestica u atmosferi, ali je najčešći uzrok alergijskih bolesti dišnog sustava i jedan od najsnažnijih alergena današnjice. Epidemiološka istraživanja

pokazuju da je oko 25% svijetske populacije alergično i postoji tendencija povećavanja tog postotka (Rasmussen i sur. 2017). Broj osoba koje su osjetljive na pelud konstantno raste, pogotovo u gradskim sredinama i kod mlađe populacije. U Hrvatskoj 15-25% populacije ima problema sa alergijama (Peternel i sur. 2008). Pokazalo se da je pelud ambrozije jedan od najjačih alergena, a također je problematična visoka produkcija njene peludi.

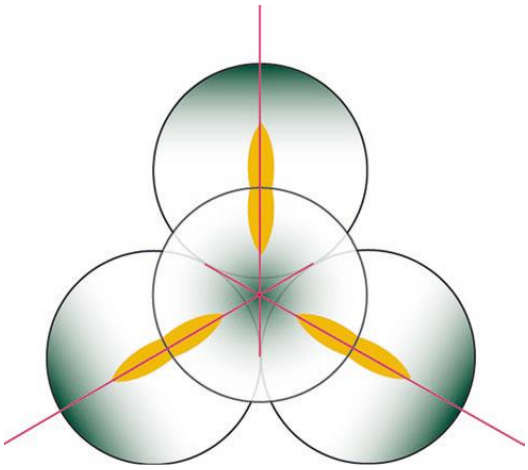
Da bi neka biljna vrsta bila alergena, njena pelud mora imati alergene značajke i mora se proizvoditi u velikim količinama, a biljka se najčešće oprašuje pomoću vjetra. Jako alergena peludna zrnca ima drveće poput lijeske, johe i breze, a od korovnih vrsta pelin, ambrozija i trave. Za mnoge vrste nije moguće odrediti točan broj peludnih zrnaca potrebnih za pojavu alergijske reakcije. Moguće je jedino približno odrediti koja količina peludi predstavlja neku razinu poteškoće za alergične osobe. Niske koncentracije određene peludi u zraku izazivaju poteškoće samo izrazito osjetljivim osobama, srednje (umjerene) koncentracije uzrokuju poteškoće većini alergičnih osoba, a visoke koncentracije izazivaju poteškoće svim alergičnim osobama. Postoji skala koja određuje koliko peludnih zrnaca / m^3 predstavlja određenu razinu koncentracije peludi za neformalne skupine trava, korova i drveća. Da bi pelud korova, među koje se ubraja i pelud ambrozije, uzrokovala poteškoće alergičnim osobama, potrebna ih je mala količina u zraku. Niske koncentracije peludi u zraku predstavljaju vrijednosti od 1-10 peludnih zrnaca / m^3, srednje koncentracije iznose 11-50 peludnih zrnaca / m^3, a visoke iznad 50 peludnih zrnaca / m^3 (Mileta 2009).

1.3. Pelud

Palinologija, u užem smislu, je znanost koja proučava peludna zrnca i spore biljaka. Pelud je jedna od prilagodbi biljaka sjemenjača na kopneni način života, tj. razmnožavanje u kopnenim uvjetima. U svom jednostaničnom obliku peludno zrnce je mikrospora, a u višestaničnom reducirani muški gametofit golosjemenjača i kritosjemenjača koji završava razvoj stvaranjem muških gameta (Nikolić 2013).

Pelud i spore imaju istu funkciju, ali nastaju u različitim skupinama organizama. Dio su izmjene generacija u papratnjača i mahovina. Prenosi se na njušku tučka ili na mikropilu sjemenog zametka iste vrste, u dvostaničnom ili trostaničnom obliku, kako bi došlo do oplodnje.

Pelud nastaje mejozom u prašnicama. Od arhespora, matičnih stanica peludi (mikrosporocita) nastaju četiri peludna zrnca. Ove četiri stanice se najčešće razdvajaju, pa u zrelom stadiju dolaze same. Takva peludna zrnca zovu se monade. U slučaju kad se otpuštaju u paru zovu se diade te ako uopće ne dođe do razdvajanja tetrade (**Slika 6**). Svako peludno zrnce ima polarnost. To je posljedica njegovog prvobitnog položaja unutar tetrade. Postoje dva pola, proksimalni pol je najbliži središtu tetrade, a distalni je najudaljeniji. Ekvatorijalnu os peludnog zrnca čini pravac koji prolazi od središta proksimalnog pola do središta distalnog pola. Postoje izopolarna i heteropolarna peludna zrnca. Kod izopolarnih peludnih zrnaca oba pola su ista, dok heteropolarna zrnca imaju različite polove.



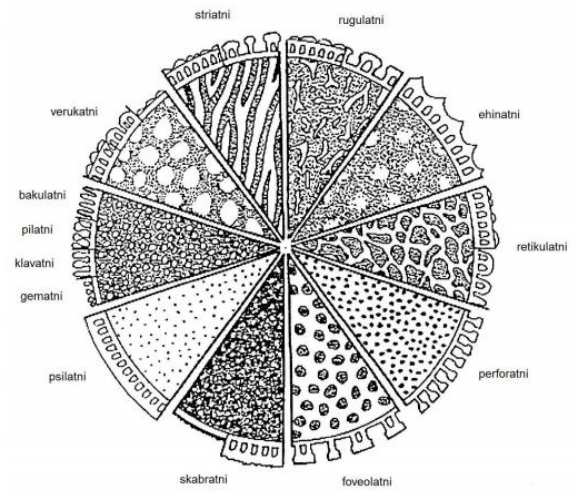
Slika 6. Orijentacija peludnih zrnca u stadiju tetrade: pravcima su naznačene ekvatorijalne osi, a tamnijom bojom distalni pol (prema Halbritter i sur. 2018)

Stijenka peludnog zrnca je izuzetno otporna na gubitak vode i utjecaj okoliša kako bi se izbjegla mehanička oštećenja i isušenje tijekom puta do njuške tučka (Halbritter i sur. 2018). Sastoji se od dva osnovna sloja; vanjskog sloja koji se zove eksina (neživi sloj) i unutarnjeg sloja koji se zove intina (živi sloj). Intina je slabije proučena jer se lakše razgradi i nikada ne sačuva u fosilnom obliku. Građa intine se uspoređuje sa građom stanične stijenke jer sadrži celulozu, pektine, kalozu, proteine i enzime (Halbritter i sur. 2018), dok je višeslojna eksina građena od sporopolenina i manje količine polisaharida (Moore i sur. 1991). Sporopolenin je kemijski spoj vanjske stijenke (eksine) peludnog zrnca koja omogućava otpornost na isušivanje i nepovoljne vremenske uvjete te omogućava dugo preživljavanje peludi. To je heteropolimer p-kumarinske kiseline, fenilpropanoida, alifatskih hidroksikarboksilnih, monokarboksilnih i dikarboksilnih kiselina te karotenoida u tragovima. Njegova kemijska struktura nije do kraja razjašnjena (https://www.biology-online.org/dictionary/Sporopollenin).

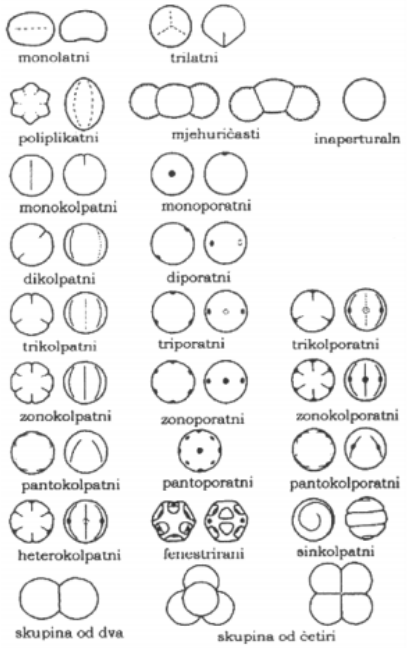
Veličina peludnih zrncaca može varirati od oko 5 µm do preko 300 µm, a najčešće je u rasponu od 10 do 80 µm (Frenguelli 2007). Većina peludnih zrnaca koja se nalaze u zraku potječu od anemofilnih vrsta biljaka (oprašuju se pomoću vjetra). Kod takvih peludnih zrnca postoje specifične strukture koje olakšavaju levitaciju u zraku. Pelud trava je npr. glatka i okrugla, a pelud golosjemenjača ima zračne vrećice (Emberlin 2003). Peludna zrnca su karakteristična za određene biljke te se lako prepoznaju do roda, a rjeđe i do vrste. Produkcija peludi je različita za svaku vrstu. Ista vrsta na određenom geografskom području otpušta pelud u otprilike isto doba godine

Peludna zrnca klasificiraju se s obzirom na:

1. Oblik i veličinu
2. Skulpturiranost eksine (**Slika 7**)
3. Broj, položaj i vrstu apertura (**Slika 8**)



Slika 7. Najčešći tipovi skulpturiranosti eksine – shematski prikaz (prilagođeno prema Frenguelli i sur. 1991)



Slika 8. Prikaz najčešćih tipova peludnih zrnaca s obzirom na broj, položaj i vrstu apertura (prema Bačić i Sabo 2007)

1.4. Ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

Ambrozija pripada podrazredu Asteridae (Cronquist), redu Asterales Lindl., te porodici Asteraceae Dum (Nikolić 2013). Točan areal je nejasan (zbog stalnog širenja po zapuštenim, čovjekom utjecanim staništima), ali smatra se da je prirodno rasprostranjena na području Sjeverne Amerike i Meksika (Nikolić i sur. 2014).

Ambrozija je invazivna strana vrsta na području Europe (Nikolić i sur. 2014). Njeno ime dolazi iz grčkog jezika gdje ima dva značenja - označava besmrtnost ili rajsku hranu. Grci su koristili ime *Ambrosia* za više vrsta uključujući pelin, lobodu i dr. Riječ *artemisiifolia* označava list sličan listu roda *Artemisia* (Janjić i Vrbničanin 2006). Ambrozija nema široko korišteni narodni naziv, već se koriste nazivi kao što su pelinolisni limundžik, obični limundžik, partizanka i ambrozija u Hrvatskoj; short ragweed, common ragweed, american wormwood i roman ragweed u Engleskoj, Ambrosie u Njemačkoj, ambroisie u Francuskoj (Nikolić i sur. 2014).

Morfološka građa biljke

Ambrozija je jednogodišnja zeljasta biljka, terofit – što znači da nepovoljni dio godine preživljava u obliku sjemenki, pomoću kojih se razmnožava. Mlada biljka (**Slika 9**) je slična kadifici (*Tagetes patula* L.) s kojom se često zamjenjuje (Janjić i Vrbničanin 2006).



Slika 9. Mlada biljka ambrozije (Slika: M. Mitić)

Odrasla biljka u optimalnim uvjetima može narasti i preko dva metra. Korijen je kratak, često zbijen, razgranat ili slabo rastresit. Ne prodire duboko u podlogu, što znači da se biljka može ukorijeniti na vrlo plitkim i zbijenim zemljištima, uzduž puteva i pruga te na različitim zemljištima (Nikolić i sur. 2014). Stabljika se grana od baze, gusto je obrasla perasto razdijeljenim listovima i mnogobrojnim dlakama. Dlake na stabljici su veoma duge, bijele i rjeđe raspoređene nego na listovima (**Slike 10**, **11**). List ambrozije je perasto razdijeljen i obrastao mnogobrojnim dlakama. Postoji jasna razlika između lica i naličja lista, iako su puči prisutne s obje strane. (**Slika 11**).



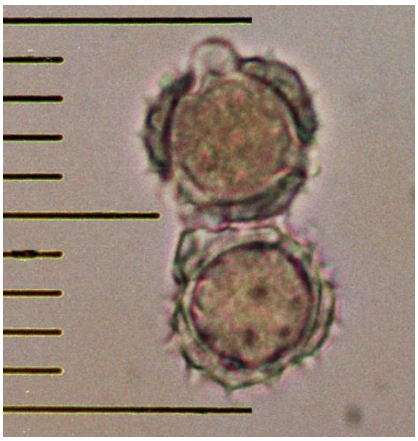
Slika 10. Dio habitusa odrasle biljke ambrozije (Slika: B. Mitić)



Slika 11. List ambrozije, lice i naličje (preuzeto iz Janjić i Vrbničanin 2006)

Odrasla biljka ima mnoštvo jednospolnih cvjetića grupiranih u grozdaste cvatove. Muški cvatovi nalaze se na biljci terminalno, a ženske glavice u pazušcima gornjih listova (**Slika 10**). Muških cvjetova je puno više, a peludnih zrnaca neusporedivo više (Janjić i Vrbničanin 2006).

Jedna biljka u punom cvatu može proizvesti 2.5 milijardi zrnca peluda dnevno, a jedan cvijet u cvatu proizvede i do 17 000 peludnih zrnca (Janjić i Vrbničanin 2006). Pelud ambrozije ima specifičan izgled, karakteristične spine koje su vidljive na peludnim zrncima. Zbog toga ih je lako razlikovati od peluda drugih biljaka koje se nalaze u zraku, ali ne i od drugih vrsta istog roda. Peludna zrnca ambrozije su sferična, trikolporatna, veličine 10-40 µm, s tankom intinom i debelom eksinom (**Slika 12)**.



Slika 12. Peludna zrnca ambrozije: svjetlosni mikroskop, povećanje 630x, mali razmak skale 10 μm (Slika: K. Malovec)

Ambrozija za razliku od drugih korova nema veliku produkciju sjemenki, proizvodi 500-3000 roški koje mogu ostati klijave i preko 40 godina. Ambrozija klije u travnju. Raste na ruderalnim i zapuštenim područjima te na obradivim površinama. Nema posebne zahtjeve što se tiče tla, pa tako može rasti na plitkim, zbijenim, rastresitim, siromašnim, plodnim, pjeskovitim i šljunkovitim tlima. Odrasle biljke podsjećaju na pelin (npr. na vrstu *Artemisia verlotiorum* Lamatte) s kojim je ljudi često zamjenjuju. U stresnim uvjetima biljka je sposobna oblikovati neotenične oblike i tako stvoriti potomstvo (Janjić i Vrbničanin 2006).

2. CILJEVI RADA

Ambrozija je invazivna vrsta koja se vrlo brzo širi. Gotovo je nemoguće zaustaviti njezino širenje i veoma ju je teško iskorijeniti sa područja koja je naselila. Ima velik utjecaj na život ljudi u Hrvatskoj kroz štetu u agronomiji i štetne posljedice na ljudsko zdravlje. Broj ljudi koji su alergični na njenu pelud stalno raste te je namjera ovog rada bila analizirati kolike su koncentracije peludi ambrozije u zraku grada Zagreba tijekom jedne sezone.
Ciljevi ovog rada bili su:

- Analiza koncentracija peludi ambrozije u zraku grada Zagreba tijekom 2017. godine;
- Analiza dinamike peludne sezone (određivanje duljine trajanja, početka i kraja peludne sezone) ambrozije u gradu Zagrebu tijekom 2017. godine;
- Analiza povezanosti između koncentracija peludi ambrozije i meteoroloških parametara (temperature i oborina) u gradu Zagrebu tijekom 2017. godine;
- Komparacija rezultata s postojećim podacima iz prethodnih peludnih sezona ambrozije u gradu Zagrebu (od 2010. do 2016. godine).

3. MATERIJALI I METODE

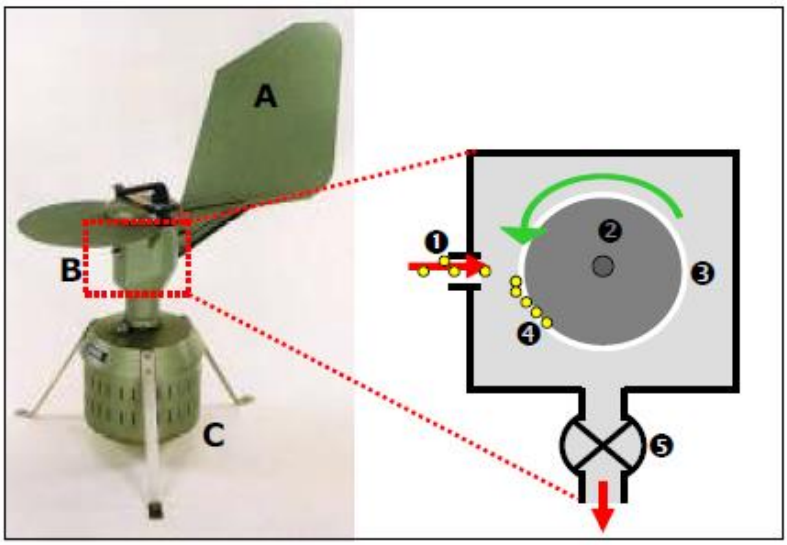
Za potrebe ovog rada, provedeno je istraživanje na uzorcima iz peludne sezone ambrozije 2017. godine (od srpnja do studenog). Uzorci se uzimaju kontinuirano tijekom cijele godine, a dobiveni su pomoću sedmodnevnog volumetrijskog uzorkivača za pelud i spore tipa Hirst (**Slika 13**). Taj uzorkivač nalazi se na krovu Nastavnog zavoda za javno zdravstvo ″Dr. Andrija Štampar″. Uzeti su u obzir svi uzorci od prvog zabilježenog pojavljivanja ambrozije u zraku do zadnjeg tijekom 2017. godine.

Hirstov uzorkivač

Jedina standardizirana metoda uzorkovanja u aerobiologiji je volumetrijska metoda. Volumetrijski uzorkivač je usisavao točno određene količine zraka (10 L/min) sa svim česticama koje su se nalazile u tom volumenu zraka. Zbog toga je, nakon preračunavanja, bilo moguće izraziti rezultate kao koncentraciju tj. broj čestica (peludnih zrnaca) u volumenu zraka.

Uzorkivač Hirst-ovog tipa je bio građen od tri osnovne jedinice: zastavice, bubnja za uzorke i motorne jedinice (**Slika 13**). Funkcija zastavice je bilo usmjeravanje uzorkivača u smjeru vjetra, kako bi se čestice koje su se nalazile u zraku mogle sakupljati iz svih smjerova. Bubanj za uzorke se sastojao od ulaza za zrak (14 mm horizontalno x 2 mm vertikalno), rotirajućeg bubnja kojeg pokreće satni mehanizam brzinom 2 mm/h, ljepljive celulozne trake i vakuumske pumpe. Unutar motorne jedinice se nalazila vakuumska puma koja usisava zrak i uređaj za mjerenje količine usisa.

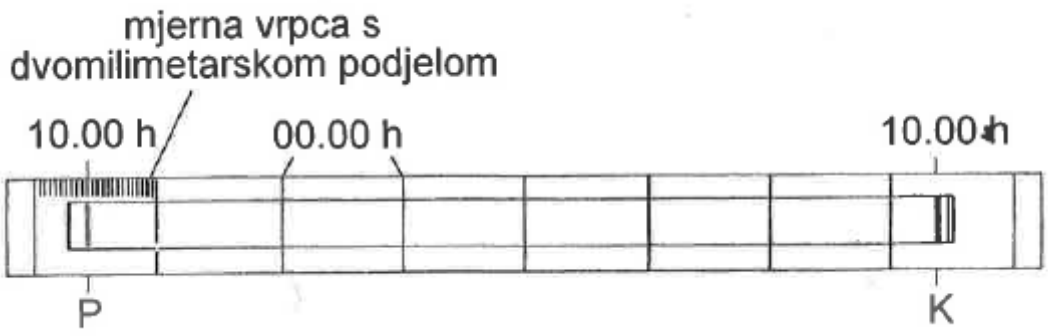
U bubanj za uzorkovanje su ulazile lebdeće čestice iz zraka, te ostajale na ljepljivoj celuloznoj traci. Traka je bila pričvršćena na bubanj kojeg je satni mehanizam okretao brzinom 2 mm/h. Kako se bubanj pomicao, tako su se čestice lijepile na celuloznu traku. Celulozna traka je bila premazana otopinom vazelina u heksanu (10 g vazelina u 20 ml heksana) da bi se dobila ljepljiva površina trake. Celulozna traka je bila duga 336 mm što je odgovara periodu od sedam dana. Fiksirana je na bubanj pomoću malog komadića dvostruko ljepljive trake (1x2.5 cm). Jedan dio celulozne trake se nije smio preklopiti preko drugog. Prilikom namatanja trake na bubanj označen je početak trake, to jest mjesto od kojeg počinje pomicanje trake i uzorkovanje.



Slika 13. Uzorkivač Hirst-ovog tipa. Lijevo: vanjski izgled (tri osnovne jedinice: A – zastavica, B – bubanj za uzorke, C – motorna jedinica); Desno: uzdužni presjek bubnja za uzorke (1 – ulaz za zrak i čestice, 2 – rotirajući bubanj, 3 – ljepljiva celulozna traka, 4 – peludna zrnca zalijepljena na celuloznu traku 5 – vakumska pumpa) (prema Peternel 2011)

Skidanje celulozne trake i priprema za mikroskopiranje

Prije skidanja trake s bubnja bilo je potrebno označiti kraj uzorkovanja (npr. markerom). Prilikom skidanja posebno je važno da se ne promijeni orijentacija celulozne trake, tj. da se ne zamijeni kraj i početak trake (da se ne bi pobrkali datumi uzoraka). Nakon skidanja s bubnja traka je postavljena na uzorak koji služi za njeno rezanje. Taj uzorak je bila posebno označena dvomilimetarska skala (**Slika 14**). Traka je rezana na dijelove od 48 mm koji vremenski odgovara periodu od 24 sata.



Slika 14. Celulozna vrpca postavljena na dvomilimetarsku skalu (P – početak uzorkovanja, K – kraj uzorkovanja; preuzeto iz Večenaj 2008)

Svaki odrezani komadić celulozne trake je zarezan u gornjem lijevom kutu kako bi se označio početak uzorka. Takvi dijelovi trake postavljeni su na predmetna stakalca navlažena destiliranom vodom. Zatim su na predmetna stakalca s trakom položena pokrovna stakalca koja su premazana gelvatolom (smjesom koja, uz ostale komponente, sadrži glicerol i boju

fuksin) radi fiksiranja i bojanja peludnih zrnaca. S mikroskopiranjem se obično započelo 24 sata kasnije, kako bi se peludna zrnca što bolje obojala.

Mikroskopiranje

Uzorci su analizirani na svjetlosnom mikroskopu, pri povećanju od 400 puta. Dimenzije uzorka (celulozne trake tj. stakalca za pregled) su bile 48 mm x 14 mm. Pomoću dvomilimetarske skale uzorak je vertikalno podijeljen na segmente široke četiri milimetra. Prilikom uzorkovanja celulozna traka se pomicala brzinom od 2 mm/h, pa četiri milimetra otprilike odgovaraju vremenskom periodu od dva sata. Ti segmenti su pregledani zasebno da bi se ustvrdila raspodjela koncentracija peludi ambrozije. Analiza preparata zasnivala se na prepoznavanju i brojanju peludnih zrnaca ambrozije pregledavanjem triju longitudinalnih (horizontalnih) linija koje su međusobno razmaknute oko dva milimetra (Frenguelli 2005, Galán i sur. 2014). Rezultati su zapisivani u radnu tablicu (**Tablica 1**).

Koncentracija peludi u zraku, tj. broj zrnca u m^3, dobivena je množenjem broja peludnih zrnca s korekcijskim faktorom, koji je konstantan i određen je pri baždarenju mikroskopa. Za mikroskop na kojemu su analizirani uzorci korekcijski faktor je iznosio 0,58.

Određivanje trajanja glavne peludne sezone ambrozije

Za određivanje glavne peludne sezone (engl. MPS - *main pollen season*) korišten je model 95% (Jato i sur. 2006, Mamić 2017) koji obuhvaća 95% ukupne peludne sezone, tj. isključeni su prvi i posljednji dani polinacije gdje se pojavljuje 2,5% ukupne količine peludi. Godišnji peludni indeks (SPIn-annual pollen index) je također izračunat, a to je zbroj svih dnevnih koncentracija peludi u jednoj sezoni (Mamić 2017).

Statistička obrada podataka

Da bi se utvrdio odnos između meteoroloških parametara i koncentracije peludi ambrozije u zraku proveden je Spearman-ov neparametrijski test korelacije. Ovaj test je primijenjen jer vrijednosti koncentracija peludnih zrnaca nemaju normalnu razdiobu zbog djelovanja meteoroloških parametara (Mamić 2017).

Spearman-ov test korelacije korišten je za dokazivanje monotone nelinearne veze između dvije varijable te snage i smjera korelacije. Monotona veza između dvije varijable označavala je da je jedna varijabla ovisna o drugoj, ali se nije moralo raditi o linearnoj povezanosti. Ako je jedna varijabla rasla, rasla je i druga, a kod negativne korelacije ovisna varijabla je padala kad je neovisna rasla. Spearman-ov koeficijent korelacije kretao se između ″-1″ i ″+1″; ″+1″ je označavao savršenu korelaciju između varijabli, ″0″ je označavao da korelacija ne postoji, ″-1″ je označavao savršenu negativnu korelaciju. Što je Spearman-ov koeficijent bio bliže nuli, to je korelacija bila slabija (https://statistics.laerd.com/statistical-guides/spearmans-rank-order-correlation-statistical-guide-2.php).

U analizu korelacije između koncentracija peludnih zrnaca i meteoroloških parametara uključeni su samo podaci o koncentracijama peludnih zrnaca iz glavne peludne sezone.

Tablica 1. Primjer radne Dnevne tablice u koju se upisuju podaci o izbrojanim peludnim zrncima (Ustupio Hrvatski zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“)

Datum:	Sat uzorkovanja:		Analitički broj:			Protok:			Postaja: ZAVOD Faktor: 0,58			Potpis uzorkovatelja:	
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24	Ukupno
Abies													
Acer													
Aesculus													
Alnus													
Ambrosia													
Artemisia													
Apiaceae													
Asteraceae													
Betula													
Brassicaceae													
Carpinus													
Castanea													
Celtis													
Chenop.													
Corylus													
Cyperaceae													
Fagus													
Fraxinus													
Juglans													
Morus													
Picea													
Pinus													
Plantago													
Platanus													
Poaceae													
Populus													
Quercus													
Rumex													
Salix													
Sambucus													
Tax/Cupress.													
Tilia													
Ulmus													
Urticaceae													
Indet.													

KONC. DRVECA: _____ KONC. TRAVA: _____ KONC. KOROVA: _____

Potpis analitičara:_____

LD-7-05801

Komparacija rezultata s prethodnim sezonama (2010.-2016.)

Podaci o koncentracijama peludi ambrozije u 2017. godini uspoređeni su s podacima iz prethodnih peludnih sezona (2010.-2016.), ustupljenih od strane profesorice Božene Mitić i Nastavnog zavoda za javno zdravstvo ″Dr. Andrija Štampar“ te djelomično korištenih za znanstveni rad u postupku objave (Vucić i sur. 2019).

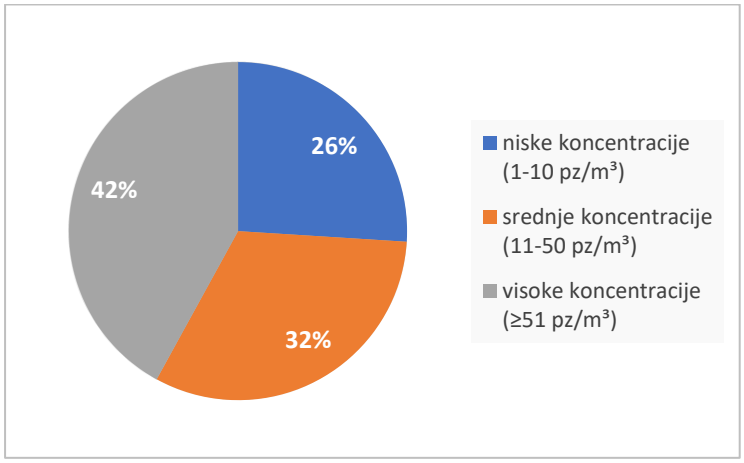
4. REZULTATI

4.1.Analiza koncentracija peludi ambrozije u zraku grada Zagreba tijekom 2017. godine

Kroz cijeli srpanj 2017. godine koncentracije peludi su bile niske i nisu se penjale iznad 5 peludnih zrnaca / m^3 (**Tablica 2**). Peludna zrnca ambrozije prvi put su zabilježena 3. srpnja nakon čega se nisu pojavila sljedećih osam dana. To je prvo od tri vremenska razdoblja (tijekom srpnja) tijekom kojeg nije zabilježeno pojavljivanje peludnih zrnaca. Tijekom kolovoza i rujna pelud ambrozije se kontinuirano pojavljivala u zraku svaki dan. Najviše dnevne koncentracije peludi zabilježene su krajem kolovoza i početkom rujna. U listopadu i studenom ponovo su postojala razdoblja u kojima nije zabilježeno pojavljivanje peludi ambrozije u zraku. Zadnji nalaz peludi ambrozije je zabilježen 23. studenog 2017.

4.2. Analiza dinamike peludne sezone ambrozije u Zagrebu tijekom 2017. godine

Godišnji peludni indeks ambrozije za Zagreb u 2017. godini iznosio je 2513 peludnih zrnaca / m^3. Glavna peludna sezona je određena metodom prema Jato i sur. (2006) i trajala je od 8. kolovoza do 26. rujna, ukupno 50 dana. Koncentracija peludnih zrnaca najveću vrijednost je imala 28. kolovoza i tad je iznosila 180 peludnih zrnaca / m^3. Tijekom glavne peludne sezone, niske koncentracije (određene prema Mileta 2009) peludi ambrozije u zraku bile su prisutne tijekom 13 dana (26%), srednje koncentracije tijekom 16 dana (32%), a visoke koncentracije tijekom 21 dana (42%) (**Slika 15**). Izvan razdoblja glavne peludne sezone, u 2017. godini zabilježene su samo niske koncentracije peludi ambrozije (**Tablica 2**).



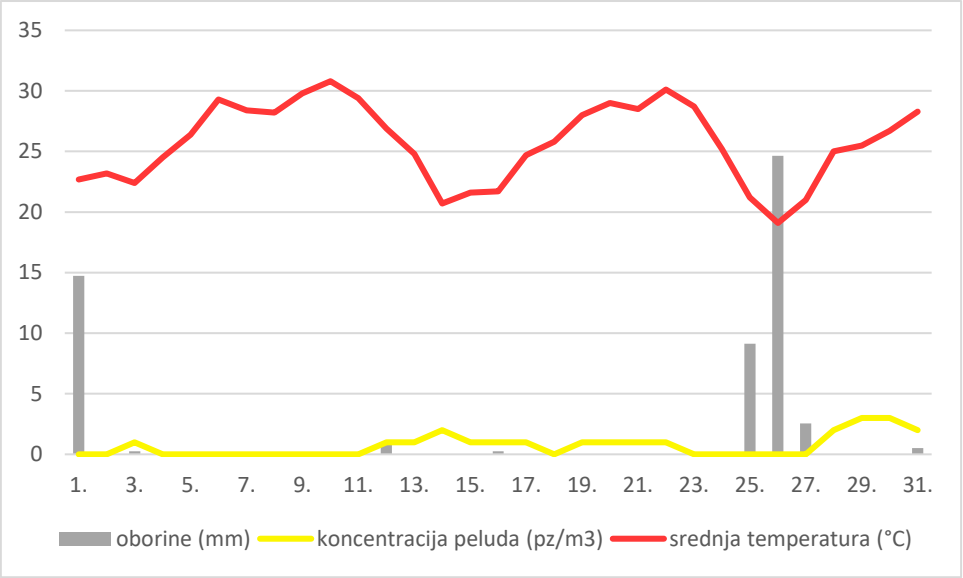
Slika 15. Prikaz razina koncentracija peludi ambrozije u zraku grada Zagreba u 2017. godini s obzirom na alergeno djelovanje (pz – peludna zrnca)

Tablica 2. Prikaz svih dnevnih koncentracija peludi ambrozije u zraku grada Zagreba tijekom 2017. godine (peludnih zrnaca / m3)

Dan u mjesecu	SRPANJ	KOLOVOZ	RUJAN	LISTOPAD	STUDENI
1.	0	4	92	9	0
2.	0	7	17	3	1
3.	1	9	35	6	0
4.	0	6	104	1	1
5.	0	4	50	2	0
6.	0	2	67	2	0
7.	0	3	71	0	0
8.	0	20	74	4	0
9.	0	19	58	1	0
10.	0	26	82	1	0
11.	0	17	1	2	1
12.	1	8	9	0	1
13.	1	13	92	1	1
14.	2	31	36	1	0
15.	1	56	49	0	0
16.	1	52	5	3	0
17.	1	29	1	1	0
18.	0	75	14	0	0
19.	1	65	0	0	0
20.	1	34	8	1	0
21.	1	43	2	0	0
22.	1	70	1	0	0
23.	0	72	6	0	1
24.	0	168	1	6	0
25.	0	82	3	1	0
26.	0	38	6	1	0
27.	0	168	6	0	0
28.	2	180	10	1	0
29.	3	68	6	1	0
30.	3	136	2	1	0
31.	2	159		1	

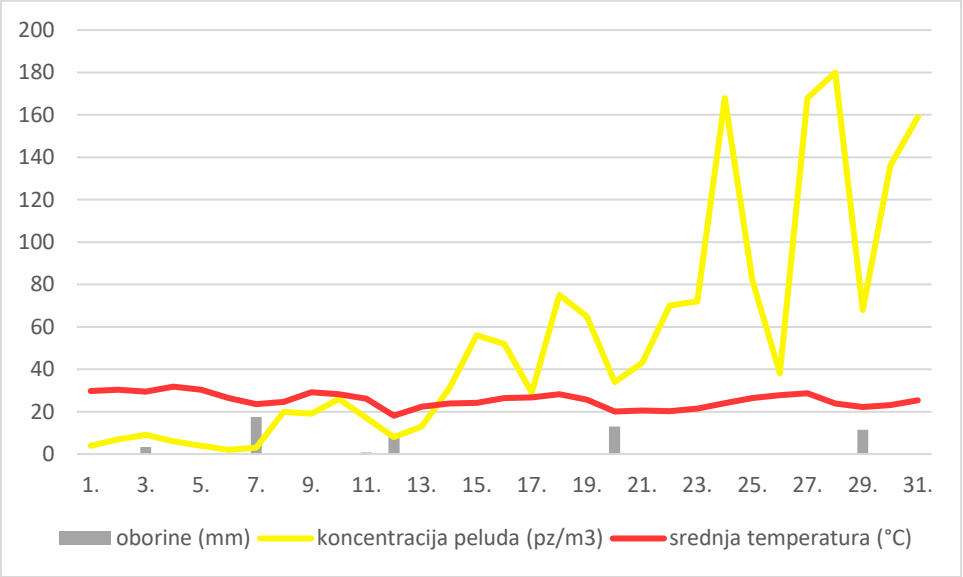
4.3 Analiza povezanosti između koncentracija peludi ambrozije i meteoroloških parametara (temperature i oborina) u gradu Zagrebu tijekom 2017. godine

Srednje dnevne temperature tijekom srpnja 2017. su bile visoke i uglavnom su se kretale između 20° i 30°C (**Slika 4, Prilog 1**). Pala je mala količina oborina - 53,08 mm u cijelom mjesecu (**Slika 5**). Koncentracije peludi ambrozije su bile niske i nikad nisu prešle 3 peludna zrnca / m^3 (**Slika 16**).



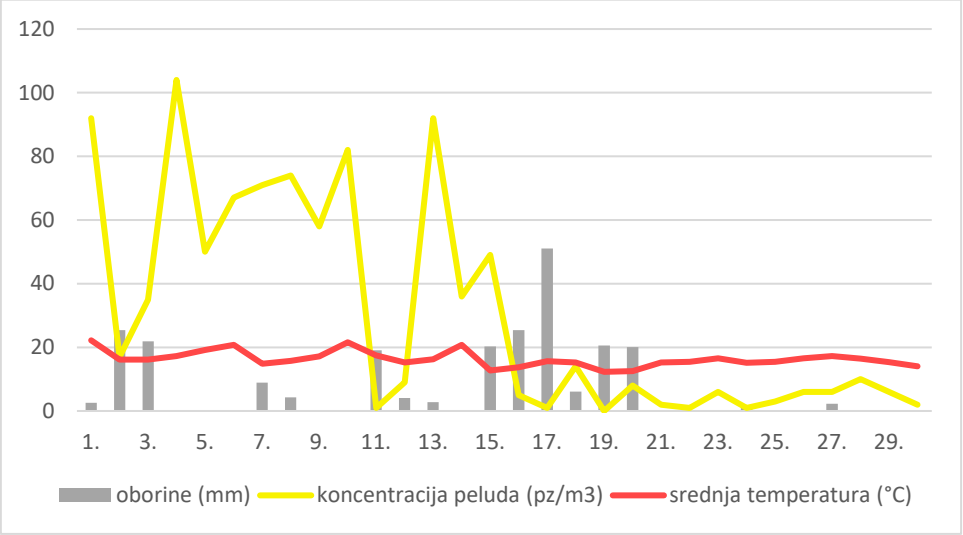
Slika 16. Dnevne koncentracije peludi ambrozije, mjesečni hod srednjih dnevne temperatura i količine oborina na meteorološkoj postaji Zagreb-Grič tijekom srpnja 2017. godine (pz – peludna zrnca)

Tijekom kolovoza 2017. srednje dnevne temperature su počele blago padati, na početku mjeseca su bile blizu 30°C, a prema kraju mjeseca spustile su se i ispod 20°C (**Prilog 1**). Padala je mala količina oborina (ukupno 53,84 mm). Vrijednosti koncentracija peludi ambrozije bile su niske u prvoj polovici mjeseca, a u drugoj polovici su narasle do vrlo visokih vrijednosti. Dan s najvišom zabilježenom koncentracijom peludi ambrozije u zraku tijekom 2017. godine je također zabilježen u ovom periodu (28. kolovoz) (**Slika 17**).



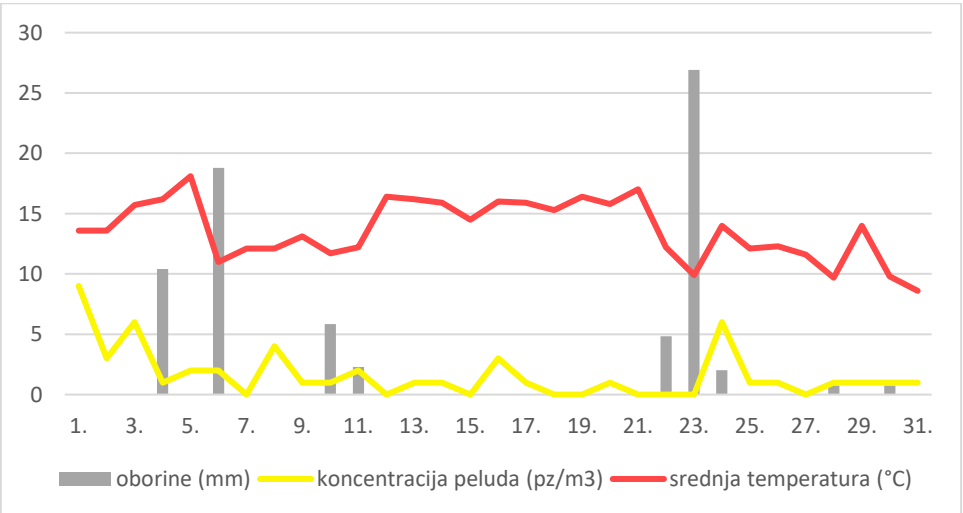
Slika 17. Dnevne koncentracije peludi ambrozije, mjesečni hod srednjih dnevnih temperatura i količine oborina na meteorološkoj postaji Zagreb-Grič tijekom kolovoza 2017. godine (pz – peludna zrnca)

Srednje dnevne temperature u rujnu 2017. pale su ispod 20°C i veoma rijetko je zabilježena viša temperatura (samo za 4 dana). Tijekom ovog mjeseca pala je velika količina oborina (235,96 mm), gotovo peterostruko više nego u prethodnim mjesecima. Većina oborina pala je unutar šestodnevnog razdoblja u sredini mjeseca (15. – 20. rujna). Koncentracije peludi ambrozije bile su visoke u prvoj polovici mjeseca, a u drugoj polovici su bile niske (**Slika 18**).



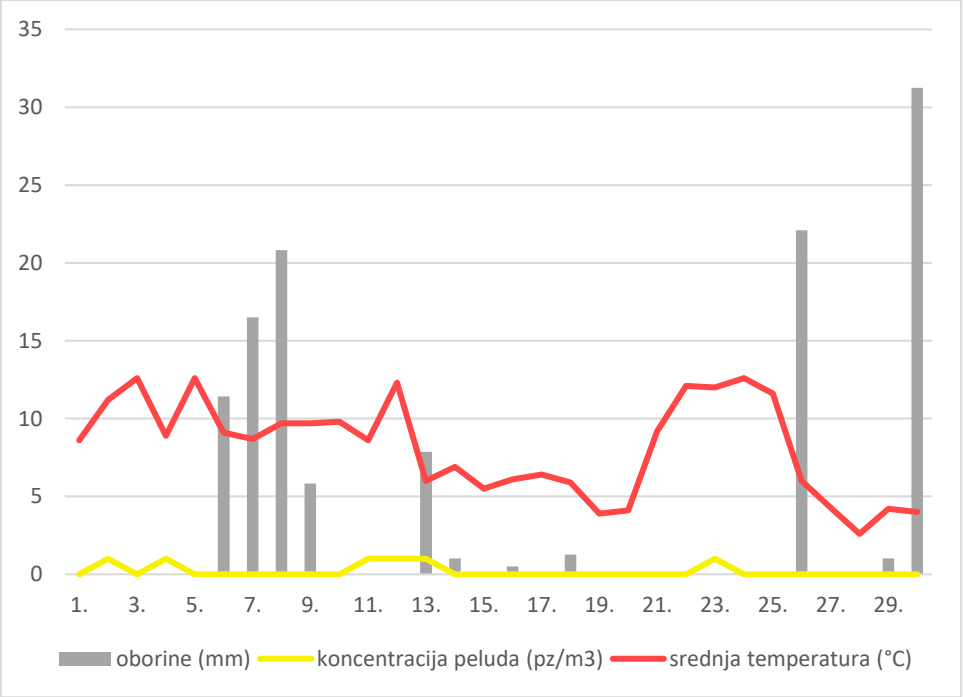
Slika 18. Dnevne koncentracije peludi ambrozije, mjesečni hod srednjih dnevnih temperatura i količine oborina na meteorološkoj postaji Zagreb-Grič tijekom rujna 2017. godine (pz – peludna zrnca)

Tijekom listopada 2017. srednje dnevne temperature uglavnom su se kretale između 15 i 20°C. Pala je manja količina oborina nego u prethodnom mjesecu (72,64 mm), a koncentracije peludi ambrozije su bile niske tijekom cijelog mjeseca (**Slika 19**).



Slika 19. Dnevne koncentracije peludi ambrozije, mjesečni hod srednjih dnevnih temperatura i količine oborina na meteorološkoj postaji Zagreb-Grič u listopadu 2017. godine (pz – peludna zrnca)

Srednje dnevne temperature tijekom studenog 2017. bile su prilično niske, uglavnom se nisu penjale iznad 10°C (**Prilog 1**). Pala je veća količina oborina (119,64 mm), najviše između 6. i 9. studenog te krajem mjeseca (26. i 30. studenog) (**Slika 20**).



Slika 20. Dnevne koncentracije peludi ambrozije, mjesečni hod srednjih dnevnih temperatura i količine oborina na meteorološkoj postaji Zagreb-Grič u studenom 2017. godine (pz – peludna zrnca)

Korelacija između koncentracije peludnih zrnaca i meteoroloških parametara

Spearman-ov koeficijent korelacije između dnevne koncentracije peludi i prosječne dnevne temperature bio je pozitivan (0,487), a između dnevne koncentracije peludi i oborina negativan (-0,232). Ovi koeficijenti su bili statistički značajni za $\alpha = 0,01$, što znači da je postojalo manje od 1% šanse da je izračunata snaga korelacije (Spearman-ov koeficijent) slučajnost (**Tablica 3**).

Tablica 3. Spearman-ov test korelacije između dnevnih koncentracija peludi ambrozije i meteoroloških parametara u Zagrebu 2017. godine (Tav – prosječna dnevna temperatura)

	2017
Tav (°C)	0,486911885**
Oborine	-0,232348619**

Razina značajnosti ** 99%

4.4. Komparacija rezultata s postojećim podacima iz prethodnih peludnih sezona ambrozije u Zagrebu (2010. – 2016.)

Glavna peludna sezona ambrozije u 2017. godini (50 dana) bila je jedna od dužih (prosjek u razdoblju 2008.-2017. bio je 43 dana). Usprkos tome, u glavnoj peludnoj sezoni godišnji peludni indeks iznosio je 2513 peludnih zrnaca / m^3, što je niža vrijednost od prosjeka u razdoblju od 2010.-2017. (2899 peludnih zrnaca / m^3). Najviša zabilježena dnevna koncentracija peludi ambrozije je jedna od najnižih u razdoblju od 2010.-2017. godine (**Tablica 4**).

Tablica 4. Komparativni prikaz peludne sezone ambrozije za Zagreb tijekom 2017. godine i prijašnjih peludnih sezona (2010.-2016. godine) u zraku grada Zagreba, (MPS-glavna peludna sezona, pz-peludna zrnca)

	početak MPS	kraj MPS	trajanje MPS	godišnji peludni indeks	najviša dnevna koncentracija pz	datum najviše koncentracije pz
2010	10.08.	21.09.	43	3557	299	24.08.
2011	13.08.	19.09.	38	3698	268	29.08.
2012	06.08.	18.09.	44	3841	205	19.08.
2013	05.08.	24.09.	51	1942	213	07.09.
2014	09.08.	16.09.	39	1776	175	25.08.
2015	10.08.	24.09.	46	1637	293	02.09.
2016	09.08.	20.09.	43	2196	212	28.08.
2017	08.08.	26.09.	50	2513	180	28.08.
prosjek	09.08.	20.09.	43	2899	246	27.08.

U 2017. godini prosječna dnevna temperatura je bila u pozitivnoj korelaciji s koncentracijom peludi ambrozije u zraku Zagreba. U prijašnjim godinama ova korelacija je također bila pozitivna, ali jačina korelacije je varirala. Oborine su 2017. godine negativno korelirale s koncentracijom peludi ambrozije u zraku Zagreba. Prijašnjih godina situacija je bila slična, uz iznimku 2011. godine kad je ta korelacija bila pozitivna (**Tablica 5**).

Tablica 5. Komparativni prikaz korelacija: koncentracija peludi ambrozije sa meteorološkim parametrima (srednjom dnevnom temperaturom i oborinama) za Zagreb tijekom 2017. godine i prijašnjih peludnih sezona (2010.-2016. godine) (Tav – prosječna dnevna temperatura)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Tav(°C)	0,406**	0,276	0,599**	0,148	0,370*	0,029	0,586**	0,487
Oborine (mm)	-0,517	0,056	-0,354	-0,309	-0,389	-0,034	-0,164	-0,232

Razina značajnosti * 95% ** 99%

5. RASPRAVA

Tijekom 2017. godine bile su bilježene dnevne koncentracije peludi ambrozije u zraku Zagreba te su za potrebe ovog rada analizirani: podaci o koncentracijama peludi ambrozije, dinamika peludne sezone, povezanost s meteorološkim faktorima (srednja dnevna temperatura, količina oborina) i komparacija s prethodnim sezonama.

U srpnju, listopadu i studenom koncentracije peludi ambrozije su bile veoma niske, vjerojatno zato što je u tom razdoblju cvjetao tek mali broj biljaka ambrozije. Najviše peludnih zrnaca zabilježeno je krajem kolovoza i početkom rujna jer je sredinom sezone najvjerojatnije procvjetao i najveći broj biljaka ambrozije. U tom razdoblju je bio i dan s najvišom koncentracijom peludi ambrozije u zraku (28.8.2017.). Pelud ambrozije u zraku grada Zagreba zabilježena je tijekom 94 dana u 2017. godini. Slični rezultati dobiveni su u gradu Segedinu u Mađarskoj (istraživano razdoblje 1997.-2007.) gdje su nalazi peludi ambrozije zabilježeni tijekom 93 dana u godini, u prosjeku od 15. srpnja do 15. listopada. Segedin se nalazi oko 400 kilometara istočno od Zagreba, ali je također smješten u Panonskoj nizini, što bi moglo u određenoj mjeri objasniti sličnost trajanja polinacijske sezone (Matyasovzky i sur. 2015). Na području Njemačke (istraživano razdoblje 2011.-2016.) pelud ambrozije u zraku pojavila se nešto ranije (u ranom lipnju), ali je završila u otprilike isto vrijeme (rani studeni) kao i peludna sezona ambrozije u Zagrebu 2017. godine. Nešto je manja sličnost između rezultata istraživanja dobivenih u Zagrebu i rezultata dobivenih u Njemačkoj. Na to je možda utjecao geografski položaj Njemačke (nalazi se na sjevernijim geografskim širinama nego Zagreb) ili činjenica da je istraživanje bilo provedeno na mnogo većem geografskom području (Werchan i sur. 2018).

Glavna peludna sezona obuhvatila je malo više od polovice svih dana 2017. godine u kojima se pojavila pelud ambrozije u zraku i 95% zbroja svih koncentracija peludi ambrozije u zraku. Svi dani u kojima su koncentracije peludi ambrozije bile u srednjim ili visokim vrijednostima zabilježeni su u ovom razdoblju. U Njemačkoj, glavna peludna sezona ambrozije (za period od 2011.-2016.) trajala je od početka srpnja do otprilike 10. rujna što je slično rezultatima dobivenim u ovom radu, usprkos tome što je polinacijska sezona ambrozije u Njemačkoj u ovom periodu bila duža nego u Zagrebu 2017. godine (Werchan i sur. 2018).

Tijekom 2017. godine koncentracije ambrozije u Zagrebu su u najviše slučajeva bile niske (ukupno 57 dana) što je moglo izazvati zdravstvene poteškoće samo ljudima koji su veoma osjetljivi na pelud ambrozije. Srednje koncentracije peludi ambrozije, zabilježene u kolovozu i rujnu, mogle su izazvati tegobe većini osjetljivih osoba. Visoke koncentracije peludi ambrozije pojavile su se tijekom više od 20 dana kolovoza i rujna 2017. godine. Visoke koncentracije su mogle izazvati reakciju kod svih osoba alergičnih na pelud ambrozije (prema Mileta 2009).

Tijekom srpnja prosječna temperatura izmjerena na meteorološkoj postaji Zagreb-Grič bila je 25.7°C, što je 3.8°C više od prosjeka (u razdoblju od 1861.-2018. godine). Već je prvi dan srpnja temperatura bila za stupanj viša od prosjeka, a to je vjerojatno uzrok ranog prvog pojavljivanja peludi ambrozije u zraku, zabilježenog odmah na početku mjeseca srpnja 2017. godine. Iako su već u početku i sredini mjeseca postojali nalazi peludi ambrozije u zraku, najviše koncentracije zabilježene su krajem srpnja. Tijekom trodnevnog razdoblja (25.-27. srpnja) pala je značajna količina oborina i u tom razdoblju uopće nisu bile zabilježene

koncentracije peludi u zraku. Nakon tog kišnog razdoblja, pelud ambrozije se ponovo pojavila u zraku i njene koncentracije su počele rasti. Najviše koncentracije peludi ambrozije u zraku tijekom srpnja zabilježene su 29. i 30. srpnja (3 peludna zrnca / m^3).

Prosječna mjesečna temperatura u kolovozu 2017. godine bila je čak 4.3°C viša od prosječne temperature (21,1°C) zabilježene na meteorološkoj stanici Zagreb-Grič (tijekom razdoblja od 1861.-2018.). Prosječna dnevna temperatura uglavnom se kretala između 25° i 30°C, uz manje padove temperature čiji su minimumi bili 7., 12., 20. i 29. srpnja, što se vremenski podudara s pojavom oborina. U isto vrijeme dolazi i do značajnih padova koncentracija peludi ambrozije. Dnevna količina oborina u ovom mjesecu nikad nije prešla 20 mm. Tijekom kolovoza došlo je do značajnog porasta u koncentracijama peludi ambrozije, već 8. kolovoza koncentracije peludi ambrozije ulaze u srednje vrijednosti koncentracija (20 peludnih zrnaca / m^3). Sljedeći značajan maksimum koncentracije peludi ambrozije u zraku dogodio se 15. kolovoza kad su koncentracije prešle u visoke vrijednosti (56 peludnih zrnaca / m^3). Apsolutni maksimum u kolovozu dogodio se 28. kolovoza, što je ujedno bio i maksimum cijele sezone. Tijekom čitavog mjeseca postojale su značajne fluktuacije u koncentracijama peludi ambrozije u zraku i dok su se neki minimumi podudarali s danima kad su bile prisutne oborine, zabilježena su dva minimuma (16. i 26. kolovoza), koja nije bilo moguće povezati s pojavom oborina ili padom temperatura.

Rujan 2017. je bio hladniji od prosjeka (17,2°C za razdoblje od 1861.-2018. godine) za gotovo stupanj. Prosječna dnevna temperatura zadržala se između 15 i 20°C, a temperaturni minimumi najčešće su zabilježeni unutar kišnih razdoblja. S obzirom da je u ovom mjesecu pala velika količina oborina, moglo se očekivati da će temperature biti niže te da će koncentracije peludi ambrozije biti niže. Usprkos tome, koncentracije peludi ambrozije ostale su visoke u prvoj polovici rujna (ali došlo je do značajnih fluktuacija). Najduže kišno razdoblje trajalo je od 15. do 20. rujna i tada su koncentracije peludi ambrozije drastično pale i ostale niske.

Tijekom listopada 2017. temperature su opet bile iznad prosjeka (11,9°), točnije prosječna mjesečna temperatura (za razdoblje od 1861.-2018. godine) bila je 1.7°C viša od prosjeka. Srednja dnevna temperatura bila je dosta varijabilna i uglavnom se kretala oko 15°C, ali postoje i dani u vrijeme većih količina oborina, kad je temperatura pala do 10°C. Tijekom listopada bilo je sveukupno devet kišnih dana. U danima kad je bila zabilježena pojava oborina, također su zabilježeni i značajni padovi koncentracija peludi ambrozije. Najviše oborina palo je u razdoblju od 22. do 24. listopada, a to je dovelo do pada temperatura i smanjenja količine peludi ambrozije u zraku. Ipak, usprkos pojavi oborina, 24. listopada došlo je do porasta koncentracije peludi ambrozije, ali na isti dan došlo je i do porasta temperature za gotovo 5°C, što bi moglo objasniti tu promjenu u koncentraciji peludi ambrozije. Tijekom listopada koncentracija peludi ambrozije bila je ipak konstantno u niskim vrijednostima te su se pojavili periodi u kojima nije zabilježena prisutnost peludnih zrnca ambrozije u zraku: u prvoj polovici mjeseca bila su to tri jednodnevna razdoblja (koja se ne poklapaju sa kišnim razdobljima, ni padovima temperature), a u drugoj polovici mjeseca pojavili su se dvodnevno i trodnevno razdoblje u kojima nije bilo peludi ambrozije.

Srednja dnevna temperatura u studenom 2017. godine (8.2°C) je bila viša od prosjeka za 1.8°C (za razdoblje od 1861.-2018. godine) i zabilježene su velike varijacije u temperaturama. Na početku mjeseca srednja dnevna temperatura se kretala oko 10°C,

sredinom mjeseca došlo je do većih fluktuacija, a na kraju mjeseca je pala ispod 5°C. Oborine su bile prisutne unutar nekoliko kišnih razdoblja što je, uz završetak vegetativne sezone ambrozije, vjerojatno pridonijelo rijetkom pojavljivanju njene peludi tijekom ovog mjeseca. Pelud ambrozije bila je prisuta tek tijekom par dana u ovom mjesecu. Možda je upravo kišno razdoblje koje je počelo 6. studenog odgovorno za taj dugi period nepojavljivanja peludi ambrozije u zraku.

Spearman-ov test korelacije pokazao je da je u 2017. godini postojala pozitivna korelacija između prosječnih dnevnih temperatura i koncentracije peludi ambrozije u zraku i negativna korelacija između pojave oborina i koncentracije peludi ambrozije u zraku, što znači da su koncentracije peludi ambrozije rasle uslijed viših dnevnih temperatura, a opadale s pojavom oborina. Spearman-ov test korelacije je korišten i tijekom ranijih istraživanja: tijekom peludnih sezona ambrozije, razdoblje od 2002.-2004. godine, u Zagrebu, Samoboru i Ivanić Gradu zabilježeni su slični odnosi meteoroloških parametara i peludi ambrozije (Peternel i sur. 2006). Istraživanje provedeno u Belgiji (Bruxelles), koje je uključivalo sve palinološke podatke sakupljene od 1982. godine, dalo je slične rezultate za odnos meteoroloških parametara i peludi breze, lješnjaka, hrasta, trava, koprive (Bruffaerts i sur. 2018).

Glavna peludna sezona ambrozije u Zagrebu 2017. godine počela je 8. kolovoza što je blizu prosjeka (u razdoblju od 2010.-2016. prosjek je bio 9. kolovoza). Kraj sezone je bio 26. rujna što je najkasniji završetak glavne peludne sezone u Zagrebu od 2010. godine. U 2017. godini druga polovica rujna je bila topla i prosječne dnevne temperature su bile blizu 20°C, što je možda pridonijelo kasnom završetku glavne peludne sezone.

Godišnji peludni indeks ambrozije tijekom glavne peludne sezone bio je 2513 peludnih zrnaca / m^3, što je najviša vrijednost od 2013. godine. Tijekom perioda od 2010.-2012. godine godišnji peludni indeks ambrozije je rastao i bio je viši od 3500 peludnih zrnaca / m^3. Tijekom 2013. godine već je znatno niži i počeo je padati da bi minimum dosegao 2015. godine, kad je iznosio 1637 peludnih zrnaca. Od 2016. godine nadalje godišnji peludni indeks ponovno je počeo rasti. Ovakve fluktuacije možda su bile posljedica različitog intenziteta provođenja mjera uklanjanja ambrozije kao što su: čupanje i plijevljenje, košnja i održavanje javnih površina. Naime u Hrvatskoj je zbog štetnog utjecaja ambrozije na ljudsko zdravlje uvedena zakonska obaveza njenog uklanjanja s javnih površina (Nikolić i sur. 2014). Na području Panonske nizine vrijednost godišnjeg peludnog indeksa najčešće je rasla (istraživanje tijekom razdoblja od 2004.-2013.) (Šikoparija i sur. 2017), što se jednim dijelom podudara i s rezultatima ovog rada.

Najviša koncentracija peludnih zrnaca ambrozije u zraku dosegnuta je 28. kolovoza 2017. godine, a jedna je od najnižih u ovom razdoblju (2010.-2017.). Jedino je 2014. godine koncentracija peludnih zrnaca ambrozije bila niža, a 2014. godina je ujedno bila i jedna od godina s najnižim godišnjim peludnim indeksom u ovom razdoblju (Vucić i sur. 2019). Koncentracija peludi ambrozije 28. kolovoza 2017. vjerojatno je bila tako niska zbog pada temperature od gotovo 5°C u odnosu na prethodni dan.

6. ZAKLJUČAK

- Tijekom 2017. godine prisutnost peludi ambrozije u zraku grada Zagreba zabilježena je tijekom 94 dana
- Pelud ambrozije prvi put je zabilježena 3. srpnja 2017., a zadnji puta 23. studenog 2017.
- Godišnji peludni indeks ambrozije za 2017. godinu iznosio je 2513 peludnih zrnaca / m^3
- Glavna peludna sezona ambrozije u 2017. godini započela je 8. kolovoza, a završila 26. rujna te je trajala 50 dana (određeno metodom prema Jato i sur. 2006)
- Izvan razdoblja glavne peludne sezone zabilježene su samo niske koncentracije peludi ambrozije (1-10 peludnih zrnaca / m^3)
- Najviše vrijednosti koncentracija peludi ambrozije u zraku bile su krajem kolovoza i početkom rujna
- Dan s najvišom koncentracijom peludi ambrozije bio je 28. kolovoza 2017. i iznosio je 180 peludnih zrnaca / m^3.
- Prosječna dnevna temperatura 2017. godine bila je u pozitivnoj korelaciji (0,487) s koncentracijom peludi ambrozije u zraku Zagreba. Količina oborina 2017. godine bila je u negativnoj korelaciji (-0,232) s koncentracijom peludi ambrozije u zraku Zagreba.
- Glavna peludna sezona ambrozije 2017. godine bila je jedna od dužih u komparaciji s prethodnim godinama (2010.-2016.), kad je prosječna peludna sezona bila 43 dana
- Godišnji peludni indeks bio je niži od prosjeka prethodnih godina (2899 peludnih zrnaca / m^3)
- Glavna peludna sezona počela je 8. kolovoza 2017. što je vrlo blizu prosjeka prethodnih sezona (9. kolovoza za razdoblje od 2010. – 2016.), a završila je kasnije nego ijedna prethodno komparirana sezona
- Vrijednost najviše dnevne koncentracije 2017. godine (180 peludnih zrnaca / m^3) bila je niža od prosjeka (246 peludnih zrnaca / m^3), a izmjerena je dan ranije od prosjeka (29. kolovoza za razdoblje od 2010.-2016.)
- Korelacije dobivene Spearman-ovim testom uglavnom se podudaraju s rezultatima dobivenim u ranijim godinama (2010.-2016.), osim za 2011. godinu, u kojoj su koncentracije peludi ambrozije bile u pozitivnoj korelaciji i s oborinama

7. LITERATURA

1. Bačić T., Sabo M. (2007) Najvažnije medonosne biljke u Hrvatskoj. Prehrambeno – tehnološki fakultet u Osijeku
2. Bruffaerts N., De Smedt T., Delcloo A., Simons K., Hoebeke L., Verstraeten C., Van Nieuwenhuyse A., Packeu A., Hendrickx M. (2018) Comparative long-term trend analysis of daily weather conditions with daily pollen concentrations in Brussels, Belgium. Int J Biometeorol **62**(3), 483-491
3. Crkvenčić I., Dugački Z., Jelen I., Kurtek P., Malić A., Šašek M. (1974) Geografija SR Hrvatske. Središnja Hrvatska 2. Školska knjiga, Zagreb
4. Emberlin J., Savage M., Woodman R. (1993) Annual variations in the concentrations of *Betula* pollen in the London area 1961-1990. Grana **32**, 359-363
5. Emberlin J. (2003) Aerobiology, aerodynamics and pollen sampling. The 6th European course in Basic Aerobiology SECBA. Poznan, Interna skripta
6. Frenguelli G. (2005) Pollen structure and morphology. The 7th European Course on Basic Aeriobiology, Interna skripta
7. Frenguelli G. (2007) Basic microscopy, calculating the field of view, scanning the slides, sources of error. The 8th Basic Course on Aerobiology, Novi Sad, Interna skripta
8. Frenguelli G., Spieksma F.T.M., Bricchi E., Romano B., Mincigrucci G., Nikkels A.H., Dankaart W., Ferranti F. (1991) The influence of air temperature on the starting dates of the pollen season of *Alnus* and *Populus.* Grana **30**, 196-200
9. Galán C., Smith M., Thibaudon M., Frenguelli G., Oteros J., Gehrig R., et al. (2014) Pollen monitoring: minimum requirements and reproducibility of analysis. Aerobiologia **30**(4), 385–395
10. Halbritter H., Ulrich S., Grímsson F., Weber M., Zetter R., Hesse M., Buchner R., Svojtka M., Frosch-Radivo, A. (2018) Illustrated Pollen Terminology. Second Edition. Springer Open, Cham
11. Hrga I. (2011) Dinamika alergenog peluda urbanog i ruralnog područja sjevernozapadne Hrvatske (Doktorska disertacija, Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu)
12. Janjić V., Vrbničanin S. (2006) Ambrozija. Herbološko društvo Srbije, Vizartis, Beograd
13. Jato V., Rodríguez-Rajo F. J., Alcázar P., De Nuntiis P., Galán C., Mandrioli P. (2006) May the definition of pollen season influence aerobiological results? Aerobiologia **22**(1), 13–25
14. Mamić M. (2017) Predviđanje peludnih sezona drvenastih biljaka u srednjoj Dalmaciji (Doktorski rad, Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu)
15. Matyasovszky I., Makra L., Csépe Z., Sümeghy Z., Deák Á. J., Pál-Molnár E., Tusnády G. (2015) Plants remember past weather: a study for atmospheric pollen concentrations of *Ambrosia*, *Poaceae* and *Populus*. Theor Appl Climatol **122**(1-2), 181-193

16. Medvedović J., Milković J., Medak J. (2000) Utjecaj izvanrednih vremenskih prilika u 2000. godini na šume Medvednice. Rad. Šumar. inst. Jastrebarsko, **35**(1), 353-367
17. Mileta T. (2009) Sezonske varijacije peludnih alergena u gradu Splitu (Magistarski rad, Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu)
18. Milković J., Medvedović J. (2006) Jesenske fenofaze šumske vegetacije na Medvednici i vremenske prilike u 1999. godini Rad. Šumar. inst. Jastrebarsko **35**(1)
19. Moore P. D., Webb J. A., Collison M. E. (1991) Pollen analysis. Blackwell scientific publications, Oxford
20. Nikolić T. (2013) Sistematska botanika. Raznolikost i evolucija živog svijeta. Alfa, Zagreb
21. Nikolić T., Mitić B., Boršić I. (2014) Flora Hrvatske. Invazivne biljke. Alfa, Zagreb
22. Penzar I., Penzar B. (1985) Agroklimatologija. Školska knjiga, Zagreb
23. Penzar I., Penzar J. (2000) Agrometerologija. Školska knjiga, Zagreb
24. Peternel R., Čulig J., Hrga I., Hercog P. (2006) Airborne ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen concentrations in Croatia, 2002–2004. Aerobiologia **22**(3), 161-168
25. Peternel R., Music Milanovic S., Srnec L. (2008) Airborne ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen content in the city of Zagreb and implications on pollen allergy. Ann Agric Environ Med **15**(1), 125-130
26. 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**(4), 186-191
27. Peternel R. (2011) Utjecaj sezonskih fluktuacija i prostorne raspodjele peludnog spektra na učestalost peludnih alergija u Zagrebu i Zagrebačkoj županiji (Doktorska disertacija, Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu)
28. Rasmussen K., Thyrring J., Muscarella R., Borschsenius F. (2017) Climate change-induced range shifts of three allergenic ragweeds (*Ambrosia* L.) in Europe and their potential impact on human health. PeerJ **5**, 3104
29. Šikoparija B., Skjøth C. A., Celenk S., Testoni C., Abramidze T., Kübler K. A., et al. (2017) Spatial and temporal variations in airborne *Ambrosia* pollen in Europe. Aerobiologia **33**(2), 181-189
30. Večenaj A. (2008) Analiza peludi trava (porodica *Poaceae*) u zraku grada Zagreba (Diplomski rad, Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu)
31. Vucić A., Večenaj A., Hrga I., Peroš-Pucar D., Stjepanović B., Hruševar D., Mitić B. (2019) Comparative study of ragweed pollen seasons (2008-2017) in the air od Croatian tourist cities of Zagreb (continental area) and Zadar (Mediterranean area). Aerobiologia, u tisku
32. Werchan M., Werchan B., Bergmann K. C. (2018) German pollen calendar 4.0–update based on 2011–2016 pollen data. Allergo J Int **27**, 69-71
33. https://en.tutiempo.net/climate, pristupljeno 11. 10. 2018.
34. http://meteo.hr/index.php, Državni hidrometeorološki zavod, pristupljeno 17. 10. 2018.
35. http://romario.hr/hr/8154/male-karte-hrvatske/, pristupljeno 12. 12. 2018.
36. https://statistics.laerd.com/statistical-guides/spearmans-rank-order-correlation-statistical-guide-2.php, Spearman's Rank-Order Correlation, pristupljeno 3. 2. 2019.
37. https://www.biology-online.org/dictionary/Sporopollenin, Biology online dictionary, pristupljeno 6.4. 2019.

38. http://www.infozagreb.hr/o-zagrebu/osnovni-podaci, pristupljeno 12. 12. 2018.
39. http://www.pp-medvednica.hr/priroda/biljni-svijet/, pristupljeno 12. 12. 2018.
40. http://www.znanje.org/i/i25/05iv06/05iv060611/Zagreb.htm, pristupljeno 3.1.2019.

8. PRILOZI

PRILOG 1: METEOROLOŠKI PODATCI (PROSJEČNE DNEVNE TEMPERATURE I OBORINA) ZA RAZDOBLJE PRAĆENJA PELUDNE SEZONE AMBROZIJE U ZAGREBU 2017. GODINE (Tav – prosječna dnevna temperatura)

PRILOG 2.a: ELEMENTI IZRAČUNA SPEARMAN-OVOG NEPARAMETRIJSKOG TESTA KORELACIJE IZMEĐU KONCENTRACIJA PELUDI AMBROZIJE I SREDNJE DNEVNE TEMPERATURE ZA PODRUČJE ZAGREBA U 2017. GODINI (Tav – prosječna dnevna temperatura, d – razlika između rangova, rs – Spearman-ov koeficijent)

PRILOG 2.b: ELEMENTI IZRAČUNA SPEARMAN-OVOG NEPARAMETRIJSKOG TESTA KORELACIJE IZMEĐU KONCENTRACIJA PELUDI AMBROZIJE I OBORINA ZA PODRUČJE ZAGREBA U 2017. GODINI (Tav – prosječna dnevna temperatura, d – razlika između rangova, rs – Spearman-ov koeficijent)

PRILOG 1: METEOROLOŠKI PODATCI (PROSJEČNE DNEVNE TEMPERATURE I OBORINA) ZA RAZDOBLJE PRAĆENJA PELUDNE SEZONE AMBROZIJE U ZAGREBU 2017. GODINE (Tav – PROSJEČNA DNEVNA TEMPERATURA)

	SRPANJ		**KOLOVOZ**		**RUJAN**		**LISTOPAD**		**STUDENI**	
dan u mjesecu	Tav (°C)	Oborine (mm)	Tav (°C)	Oborine (mm)	Tav (°C)	Oborine (mm)	Tav (°C)	Oborine (mm)	Tav (°C)	Oborine (mm)
1.	22,7	14,73	29,7	0	22,2	2,54	13,6	0	8,6	0
2.	23,2	0	30,4	0	16,1	25,4	13,6	0	11,2	0
3.	22,4	0,25	29,4	3,30	16,1	21,84	15,7	0	12,6	0
4.	24,5	0	31,8	0	17,3	0	16,2	10,41	8,9	0
5.	26,4	0	30,3	0	19,2	0	18,1	0	12,6	0
6.	29,3	0	26,4	0	20,8	0	11	18,8	9,1	11,43
7.	28,4	0	23,5	17,53	14,8	8,89	12,1	0	8,7	16,51
8.	28,2	0	24,6	0	15,7	4,32	12,1	0	9,7	20,83
9.	29,8	0	29,1	0	17,2	0	13,1	0	9,7	5,84
10.	30,8	0	28,3	0	21,6	0	11,7	5,84	9,8	0
11.	29,4	0	26,1	0,76	17,5	19,05	12,2	2,29	8,6	0
12.	26,9	1,02	18,1	7,87	15,2	4,06	16,4	0	12,3	0
13.	24,8	0	22,3	0	16,2	2,79	16,2	0	6	7,87
14.	20,7	0	23,8	0	20,8	0	15,9	0	6,9	1,02
15.	21,6	0	24,1	0	12,7	20,32	14,5	0	5,50	0
16.	21,7	0,25	26,4	0	13,7	25,4	16	0	6,1	0,51
17.	24,7	0	26,8	0	15,6	51,05	15,9	0	6,4	0
18.	25,8	0	28,2	0	15,2	6,1	15,3	0	5,9	1,27
19.	28	0	25,7	0	12,3	20,57	16,4	0	3,9	0
20.	29	0	20,1	12,95	12,5	20,07	15,8	0	4,1	0
21.	28,5	0	20,5	0	15,2	0	17	0	9,2	0
22.	30,1	0	20,3	0	15,4	0	12,2	4,83	12,1	0
23.	28,7	0	21,4	0	16,6	0	9,90	26,92	12	0
24.	25,2	0	24	0	15,1	1,02	14	2,03	12,6	0
25.	21,2	9,14	26,4	0	15,4	0	12,1	0	11,6	0
26.	19,1	24,64	27,8	0	16,6	0,25	12,3	0	6	22,1
27.	21	2,54	28,7	0	17,3	2,29	11,6	0	4,3	0
28.	25	0	23,8	0	16,4	0	9,7	0,76	2,6	0
29.	25,5	0	22,2	11,43	15,3	0	14	0	4,2	1,02
30.	26,7	0	23,1	0	14	0	9,8	0,76	4	31,24
31.	28,3	0,51	25,3	0			8,6	0		

PRILOG 2.a: ELEMENTI IZRAČUNA SPEARMAN-OVOG NEPARAMETRIJSKOG TESTA KORELACIJE IZMEĐU KONCENTRACIJA PELUDI AMBROZIJE I SREDNJE DNEVNE TEMPERATURE ZA PODRUČJE ZAGREBA U 2017. GODINI (Tav – prosječna dnevna temperatura, d – razlika između rangova, rs – Spearman-ov koeficijent)

konc. peludi	Tav (°C)	rang (pelud)	rang (Tav)	d	d^2	sum(d^2)	6*sum(d^2)	$n(n^2-1)$	rs
20	24,6	32	12	20	400	10685,06	64110,36	124950	0,486911885
19	29,1	33	1	32	1024				
26	28,3	31	3	28	784				
17	26,1	34,5	9	25,5	650,25				
8	18,1	39,9	29	10,9	118,81				
13	22,3	37	18	19	361				
31	23,8	29	15,5	13,5	182,25				
56	24,1	20	13	7	49				
52	26,4	21	7,5	13,5	182,25				
29	26,8	30	6	24	576				
75	28,2	11	4	7	49				
65	25,7	18	10	8	64				
34	20,1	28	27	1	1				
43	20,5	24	25	1	1				
70	20,3	15	26	11	121				
72	21,4	13	22	9	81				
168	24	2,5	14	11,5	132,25				
82	26,4	9,5	7,5	2	4				
38	27,8	25	5	20	400				
168	28,7	2,5	2	0,5	0,25				
180	23,8	1	15,5	14,5	210,25				
68	22,2	16	19,5	3,5	12,25				
136	23,1	5	17	12	144				
159	25,3	4	11	7	49				
92	22,2	7,5	19,5	12	144				
17	16,1	34,5	36,5	2	4				
35	16,1	27	36,5	9,5	90,25				
104	17,3	6	31	25	625				
50	19,2	22	28	6	36				
67	20,8	17	23,5	6,5	42,25				
71	14,8	14	46	32	1024				
74	15,7	12	38	26	676				
58	17,2	19	32	13	169				
82	21,6	9,5	21	11,5	132,25				
1	17,5	47,5	30	17,5	306,25				
9	15,2	38	43	5	25				

Prilog 2.a: Nastavak

92	16,2	7,5	35	27,5	756,25				
36	20,8	26	23,5	2,5	6,25				
49	12,7	23	48	25	625				
5	13,7	43	47	4	16				
1	15,6	47,5	39	8,5	72,25				
14	15,2	36	43	7	49				
0	12,3	50	50	0	0				
8	12,5	39,5	49	9,5	90,25				
2	15,2	45	43	2	4				
1	15,4	47,5	40,5	7	49				
6	16,6	41,5	33,5	8	64				
1	15,1	47,5	45	2,5	6,25				
3	15,4	44	40,5	3,5	12,25				
6	16,6	41,5	33,5	8	64				

PRILOG 2.b: ELEMENTI IZRAČUNA SPEARMAN-OVOG NEPARAMETRIJSKOG TESTA KORELACIJE IZMEĐU KONCENTRACIJA PELUDI AMBROZIJE I OBORINA ZA PODRUČJE ZAGREBA U 2017. GODINI (Tav – prosječna dnevna temperatura, d – razlika između rangova, rs – Spearman-ov koeficijent)

konc. peludi	oborine (mm)	rang (pelud)	rang (oborine)	d	d^2	sum (d^2)	6*sum(d^2)	$n(n^2-1)$	rs
20	0	32	35,5	3,5	12,25	25663,66	153981,96	124950	-0,2323486
19	0	33	35,5	2,5	6,25				
26	0	31	35,5	4,5	20,25				
17	0,76	34,5	20	14,5	210,25				
8	7,87	39,9	12	27,9	778,41				
13	0	37	35,5	1,5	2,25				
31	0	29	35,5	6,5	42,25				
56	0	20	35,5	15,5	240,25				
52	0	21	35,5	14,5	210,25				
29	0	30	35,5	5,5	30,25				
75	0	11	35,5	24,5	600,25				
65	0	18	35,5	17,5	306,25				
34	12,95	28	9	19	361				
43	0	24	35,5	11,5	132,25				
70	0	15	35,5	20,5	420,25				
72	0	13	35,5	22,5	506,25				
168	0	2,5	35,5	33	1089				
82	0	9,5	35,5	26	676				

Prilog 2.b: Nastavak

38	0	25	35,5	10,5	110,25				
168	0	2,5	35,5	33	1089				
180	0	1	35,5	34,5	1190,25				
68	11,43	16	10	6	36				
136	0	5	35,5	30,5	930,25				
159	0	4	35,5	31,5	992,25				
92	2,54	7,5	17	9,5	90,25				
17	25,4	34,5	2,5	32	1024				
35	21,84	27	4	23	529				
104	0	6	35,5	29,5	870,25				
50	0	22	35,5	13,5	182,25				
67	0	17	35,5	18,5	342,25				
71	8,89	14	11	3	9				
74	4,32	12	14	2	4				
58	0	19	35,5	16,5	272,25				
82	0	9,5	35,5	26	676				
1	19,05	47,5	8	39,5	1560,25				
9	4,06	38	15	23	529				
92	2,79	7,5	16	8,5	72,25				
36	0	26	35,5	9,5	90,25				
49	20,32	23	6	17	289				
5	25,4	43	2,5	40,5	1640,25				
1	51,05	47,5	1	46,5	2162,25				
14	6,1	36	13	23	529				
0	20,57	50	5	45	2025				
8	20,07	39,5	7	32,5	1056,25				
2	0	45	35,5	9,5	90,25				
1	0	47,5	35,5	12	144				
6	0	41,5	35,5	6	36				
1	1,02	47,5	18	29,5	870,25				
3	0	44	35,5	8,5	72,25				
6	0,25	41,5	19	22,5	506,25				

9. ŽIVOTOPIS

Maja Ivošević rođena je 1. svibnja 1995. godine u Ogulinu gdje je završila Prvu osnovnu školu i Opću Gimnaziju ″Bernardina Frankopana″. Završila je preddiplomski studij Biologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Diplomski studij eksperimentalne biologije je upisala 2016. godine.

Tijekom studija odradila je laboratorijsku stručnu praksu pod vodstvom doc.dr.sc. Andreje Brigić i sudjelovala u radu BIUS-ove Sekcije za lišajeve.