

# Botaničko i zemljopisno podrijetlo pčelinje peludi s područja Hrvatske

---

Hušnjak, Kristina

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:830466>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-01**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



# **BOTANIČKO I ZEMLJOPISNO PODRIJETLO PČELINJE PELUDI S PODRUČJA HRVATSKE**

DIPLOMSKI RAD

Kristina Hušnjak

Zagreb, rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Ekološka poljoprivreda i agroturizam

# **BOTANIČKO I ZEMLJOPISNO PODRIJETLO PČELINJE PELUDI S PODRUČJA HRVATSKE**

DIPLOMSKI RAD

Kristina Hušnjak

Mentor:

prof. dr. sc. Dragan Bubalo

Zagreb, rujan, 2020.



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Kristina Hušnjak**, JMBAG 0178106932, rođena 30.03.1997. u Zaboku, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

### **BOTANIČKO I ZEMLJOPISNO PODRIJETLO PČELINJE PELUDI S PODRUČJA HRVATSKE**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Potpis studentice*



Sveučilište u Zagrebu  
Agronomski fakultet

University of Zagreb  
Faculty of Agriculture



## IZVJEŠĆE

### O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Kristina Hušnjak**, JMBAG 0178106932, naslova

## **BOTANIČKO I ZEMLJOPISNOPODRIJETLO PČELINJE PELUDI S PODRUČJA HRVATSKE**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana  
\_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. prof. dr. sc. Dragan Bubalo mentor \_\_\_\_\_
2. doc. dr. sc. Lidija Svečnjak \_\_\_\_\_
3. izv. prof. dr. sc. Ivica Ljubičić \_\_\_\_\_

# Sažetak

Diplomskog rada studentice **Kristina Hušnjak**, naslova

## **BOTANIČKO I ZEMLJOPISNO PODRIJETLO PČELINJE PELUDI S PODRUČJA HRVATSKE**

Pčelinja pelud je visokovrijedan proizvod važan za razvoj pčelinjih zajednica. Također se, zbog visoke hranjive vrijednosti te malih količina koje se konzumiraju, svrstava u kategoriju funkcionalne hrane. Ona predstavlja bogat izvor bjelančevina, masti, vitamina i minerala, a njezina hranjiva vrijednost uvelike ovisi o botaničkom i zemljopisnom podrijetlu. Stoga je cilj istraživanja bio utvrditi botaničko podrijetlo pčelinje peludi s obzirom na klimatsko-zemljopisne specifičnosti. Istraživanje je bilo provedeno na tri pokusna pčelinjaka (Krapina, Senj i Otočac). Uzorkovanje peludnog tereta se provodilo svakih 15 dana, u razdoblju od 1. travnja do 15. lipnja 2019 godine. Kvalitativnom melisopalinološkom analizom je na lokaciji Krapina utvrđena pelud 34 biljne vrste, na lokaciji Otočac 25 biljnih vrsta te na lokaciji Senj pelud 31 biljne vrste. Samo je na lokaciji Otočac bila utvrđena uniflornost peludi gomoljaste končare (*Filipendula vulgaris*) (89%) dok je na lokaciji Krapina bio utvrđen veći udio peludi trnine (*Prunus spinosa*) (69%), vrbe (*Salix* spp.) (69%) i oraha (*Juglans regia*) (69%) te rašeljke (*Prunus mahaleb*) (61%) na lokaciji Senj.

**Ključne riječi:** pčelinja pelud, botaničko podrijetlo, zemljopisno podrijetlo, melisopalinološka analiza

# Summary

Of the master's thesis – student **Kristina Hušnjak**, entitled

## **BOTANICAL AND GEOGRAPHICAL ORIGIN OF BEE POLLEN FROM CROATIA**

Bee pollen is a high-value product important for the development of bee communities. Also, due to its high nutritional value and small amounts consumed, it is classified in the category of functional foods. It is a rich source of proteins, fats, vitamins and minerals, and its nutritional value largely depends on its botanical and geographical origin. Therefore, the aim of the research was to determine the botanical origin of bee pollen with regard to climatic-geographical specificities. The research was conducted on three experimental apiaries (Krapina, Senj and Otočac). Sampling of pollen load was carried out every 15 days in the period from April 1 to June 15, 2019. Based on qualitative melisopalinological analysis, the pollen of 34 plant species was determined at the Krapina location, 25 plant species at the Otočac location, and 31 plant species at the Senj location. The uniflorality of dropwort (*Filipendula vulgaris*) pollen was determined only at the Otočac location (89%) while a higher share of blackthorn (*Prunus spinosa*) pollen (69%), willow (*Salix* spp.) pollen (69%), walnut (*Juglans regia*) pollen (69%) was found at the Krapina location, and mahaleb cherry (*Prunus mahaleb*) pollen (61%) at location Senj.

**Keywords:** bee pollen, botanical origin, geographical origin, melisopalinological analysis

# Sadržaj

|   |    |
|---|----|
| 1. Uvod .....   | 1  |
| 1.1. Cilj istraživanja .....  | 1  |
| 2. Pregled literature .....   | 2  |
| 2.1. Struktura i morfologija peludi .....                                     | 2  |
| 2.2. Oprašivanje .....  | 5  |
| 2.3. Skupljanje peludi .....  | 6  |
| 2.4. Utvrđivanje botaničkog podrijetla pčelinje peludi .....                  | 7  |
| 2.5. Metode skupljanja pčelinje peludi .....                                  | 8  |
| 2.5.1. Skupljač na letu – vanjski skupljač pčelinje peludi .....              | 9  |
| 2.5.2. Skupljač na podnici – unutarnji skupljač pčelinje peludi .....         | 10 |
| 2.6. Kemijski sastav pčelinje peludi .....                                    | 11 |
| 2.7. Skladištenje pčelinje peludi .....                                       | 13 |
| 2.8. Ljekovita svojstva pčelinje peludi .....                                 | 14 |
| 3. Materijali i metode .....  | 15 |
| 3.1. Područje istraživanja .....  | 15 |
| 3.2. Meteorološki podatci .....   | 16 |
| 3.3. Prikupljanje uzoraka pčelinje peludi .....                               | 17 |
| 3.4. Utvrđivanje botaničkog podrijetla pčelinje peludi .....                  | 18 |
| 3.4.1. Priprema uzoraka za melisopalinološku analizu .....                    | 18 |
| 3.4.2. Melisopalinološka analiza .....  | 19 |
| 4. Rezultati i rasprava .....   | 20 |
| 4.1. Meteorološki podatci .....   | 20 |
| 4.2. Botaničko podrijetlo uzoraka pčelinje peludi .....                       | 21 |
| 4.2.1. Botaničko podrijetlo uzoraka pčelinje peludi na lokaciji Krapina ..... | 23 |
| 4.2.2. Botaničko podrijetlo uzoraka pčelinje peludi na lokaciji Otočac .....  | 27 |
| 4.2.3. Botaničko podrijetlo uzoraka pčelinje peludi na lokaciji Senj .....    | 29 |
| 5. Zaključci .....  | 33 |
| 6. Popis literature .....   | 34 |



# 1. Uvod

Pčele su gospodarski najvažnija vrsta kukaca i njihova je najveća vrijednost u oprašivanju biljaka. Evolucijom i prirodnom selekcijom su razvile različite strukture za skupljanje nektara i peludi što im je omogućilo iskorištavanje novih izvora hrane. Danas se često koriste za oprašivanje poljoprivrednih kultura radi povećanja prinosa. Također, njihova se uloga u oprašivanju samoniklih biljnih vrsta ogleda i u očuvanju biološke raznolikosti, kao i ravnoteže ekosustava.

Promatrajući stanje proizvodnje pčelinjih proizvoda u Hrvatskoj razvidno je da je veći dio namijenjen proizvodnji meda, dok se manji odnosi na proizvodnju ostalih pčelinjih proizvoda, među koje spada i pčelinja pelud. Međutim, u posljednje vrijeme proizvodnja pčelinje peludi dobiva sve više na značaju.

Pčelinja pelud za pčele predstavlja esencijalni izvor bjelančevina, masti, vitamina i minerala i neophodna je njihov opstanak i razmnožavanje. Uz navedeno, pčelinju se pelud definira kao hranu, ali zbog malih količina koje se konzumiraju, svrstava se u kategoriju funkcionalne hrane ili kao dodatak prehrani.

Stoga je njezina hranjiva vrijednost uvelike ovisna o botaničkom podrijetlu. Sastav pčelinje peludi može značajno varirati zbog peludi koje pčele skupljaju iz različitih biljnih izvora, s različitih zemljopisnih područja te vremena, odnosno sezone skupljanja.

Melisopalinološkom analizom uzoraka meda je moguće utvrditi biljne vrste s kojih pčele skupljaju nektar, međutim analizom peludnog tereta, navedena se analiza također može iskoristiti i za utvrđivanje biljnih vrsta koje pčele koriste kao izvor peludi.

Prema dostupnoj znanstvenoj literaturi u Hrvatskoj je dosada provedeno nekoliko istraživanja vezanih za botaničko podrijetlo i kemijski sastav pčelinje peludi. Slijedom toga, utvrđivanjem botaničkog i zemljopisnog podrijetla omogućit će se jasniji uvid u potencijal peludne paše s istraživanih područja. Stoga je za provedbu navedenog istraživanja zadan sljedeći cilj.

## 1.1. Cilj istraživanja

- utvrditi botaničko podrijetlo pčelinje peludi s obzirom na klimatsko-zemljopisne specifičnosti pokusnih lokacija.

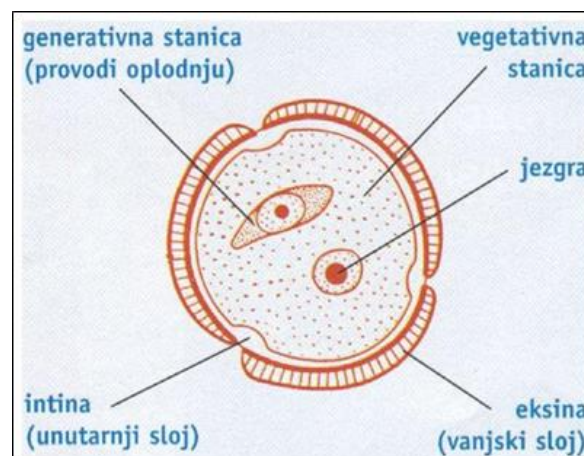
## 2. Pregled literature

### 2.1. Struktura i morfologija peludi

Pelud (polen, cvjetni prah) predstavlja mikroskopski sitna zrnca koja se nalaze u peludnicama prašnika (Hrvatska enciklopedija, 2020) i predstavljaju muške spolne stanice ili gamete biljaka kojeg pčele skupljačice skupljaju i prenose do košnice, gdje ga pčele graditeljice spremaju u stanice saća. Često se pelud klasificira kao pčelinji proizvod iako ga pčele ne sintetiziraju u svom tijelu, nego ga samo skupljaju s različitih biljnih vrsta i koriste za ishranu pčelinje zajednice.

Peludno zrno sadrži vegetativnu i generativnu stanicu koja sadrži dvije jezgre, odnosno nukleusa (Slika 1). Cjevasti nukleus proizvodi peludnu mješinicu, a generativni se nukleus dijeli i stvara dvije stanice spermija.

Stjenka se peludnog zrnca sastoji od dva sloja, unutarnjeg - intina i vanjskog - eksina (Slika 1). Intina je poprilično propustan sloj, građen većinom od celuloze, enzima i bjelančevina, dok je eksina izgrađen od nepropusnog i kemijski otpornog sloja - sporopolenina (Bogdanov, 2016). Sporopolenin je čvrst biomaterijal otporan na vodu, a zajedno s celuloznom intinom čini vodopropusni sloj. Intina se nalazi ispod eksine i čvrsto je vezan uz nju te je izložena samo na otvorima na kojima je površina eksine prekinuta. Eksina ne pokriva u potpunosti intinu što omogućuje razmnožavanje i oprašivanje biljaka, odnosno omogućuje da peludno zrnce proklije u povoljnim uvjetima. Eksina štiti peludno zrnce od negativnih utjecaja iz okoliša, ali i omogućuje raspoznavanje peludi (Dubravec, 1996). Eksina je vrlo tvrd sloj, otporan na UV zračenja, suhoću, vlagu i promjene pH vrijednosti (Burlew, 2018). Na površini eksine se nalaze karakteristične pore, izbočine, brazde i otvori koji omogućuju identifikaciju biljne vrste kojoj pripada pelud (Katifori i sur. 2010).



Slika 1. Građa peludnog zrnca

Izvor: Kostić 2015.

<https://repositorij.fazos.hr/islandora/object/pfos%3A139/datastream/PDF/view>-pristup: 27.6.2020.

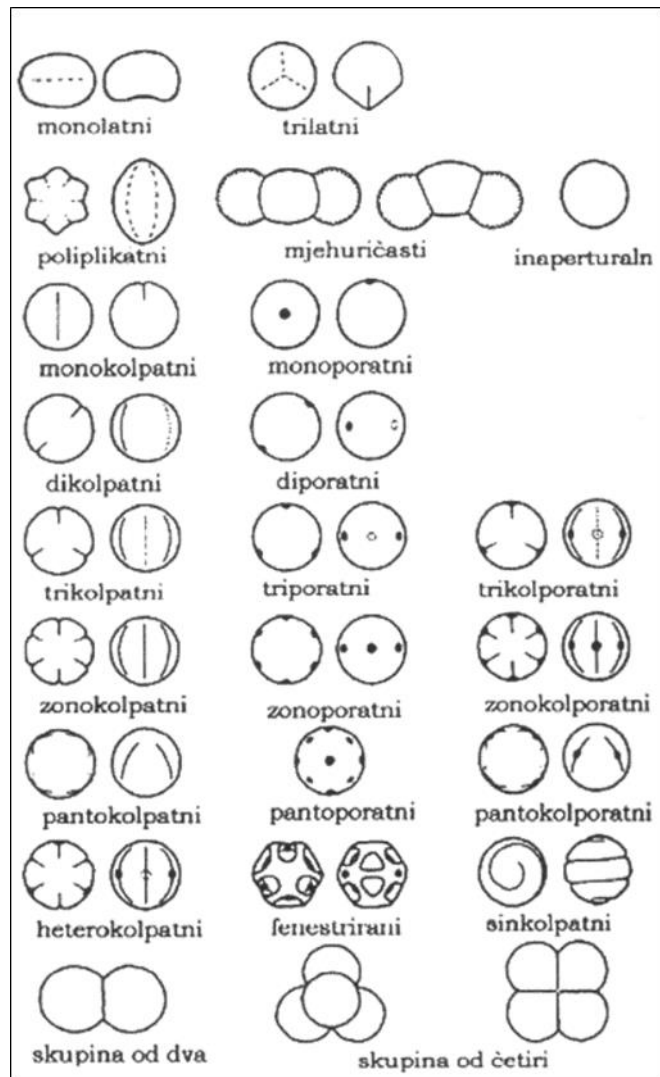
Ovisno o botaničkom podrijetlu veličina peludi varira od 10 do 100  $\mu\text{m}$ , a većina se peludi nalazi u rasponu od 20 do 30  $\mu\text{m}$  (Bennet i Willis, 2002). Zbog variranja u veličini, pelud se razvrstava u razrede (Tablica 1). Temeljem veličine peludnih zrnaca i njegove strukture i skulpture, pod mikroskopom, možemo odrediti od koje biljne vrste potječe. Biljke koje se oprašuju vjetrom stvaraju veliki broj relativno malih peludnih zrnaca i to najčešće veličine od 10 do 80  $\mu\text{m}$ . Ta sitna peludna zrnca mogu dugo lebjeti u zraku za razliku od većih peludnih zrnaca koje se prenose na druge načine (pomoću kukaca i drugih životinja) (Zagorščak, 2011).

Tablica 1. Veličina peludnih zrnaca

| <b>Veličina (<math>\mu\text{m}</math>)</b> | <b>Kategorija peludnog zrnca</b> |
|--|----------------------------------|
| < 10                                       | vrlo mala                        |
| 10 – 25                                    | mala                             |
| 25 – 50                                    | srednja                          |
| 50 – 100                                   | velika                           |
| 100 – 200                                  | vrlo velika                      |
| >200                                       | gigantska                        |

Izvor: Kremp, 1965.

Peludna zrnca mogu biti jajastog, okruglastog, loptastog te nepravilnog oblika (višekutna, trokutasta i sl.). Pelud se klasificira i na temelju oblika te se prilikom identifikacije posebna pozornost posvećuje poziciji u kojoj se pojedino peludno zrnce nalazi. Položaj peludnih zrnaca prilikom mikroskopiranja može biti: polarni i ekvatorijalni. Kod polarnog položaja se samo naziru karakteristični otvori (pore i brazde) i izbočine, dok se kod ekvatorijalnog položaja jasno vide navedene strukture, koje su karakteristične za peludna zrnca pojedine biljne vrste (Slika 2).



Slika 2. Prikaz peludnih zrnaca s obzirom na oblik, položaj i broj otvora  
Izvor: Bačić i Sabo, 2007.

Između biljnih vrsta znatno varira boja peludnih zrnaca i to ponajviše zbog sadržaja flavonoida i ostalih pigmenata. Boja peludi varira od svijetlih (bijela, siva), srednje tamnih (žuta, narančasta) te tamnijih nijansi, kao što su crvena i smeđa (Stanley i Linskens, 1974). Neka peludna zrnca imaju karakterističnu boju prema kojoj se vrlo lako može odrediti botaničko podrijetlo (facelija – ljubičasta boja), dok je bijela, žuta i narančasta vrlo česta kod brojnih biljnih vrsta. Peludni teret može biti višebojan, odnosno sastavljen od različitih boja koje potječu s većeg broja različitih biljnih vrsta. Razlog tome je često nedostatak određene biljne vrste zbog koje pčele počinju posjećivati ostale biljne vrste. Isto tako može doći i do promjene boje peludi prilikom njegovog sušenja, odnosno izlaganja zraku (Newstrom-Lloyd i sur., 2017).

## 2.2. Oprašivanje

Oprašivanje ili polinacija predstavlja prijenos peludi na žensku reproduktivnu strukturu - njušku tučka. Ovisno o biljnoj vrsti i načinu prijenosa peludi, razlikujemo: samooprašivanje (autogamija) i stranooprašivanje (alogamija). Kod samooprašivanja pelud jednog cvjeta dolazi na njušku tučka istog cvjeta i to je moguće samo kod dvospolnih cvjetova. Kod stranooprašivanja pelud s jednog cvjeta dolazi na njušku tučka drugog cvjeta.

Razlikujemo i tri tipa oprašivanja s obzirom na način prenošenja peludi, a to su: anemofilija, hidrofilija i zoofilija.

Anemofilija predstavlja oprašivanje pomoću vjetra. Peludna zrnca anemofilnih biljaka su mala, lagana i suha, što im omogućava da dugo vremena lebde u zraku. Bukva (*Fagus sylvatica*), lijeska (*Corylus avellana*) i topola (*Populus spp.*), samo su neke od biljnih vrsta koje se oprašuju pomoću vjetra.

Hidrofilija predstavlja proces oprašivanja vodom i relativno je mali broj biljnih vrsta koje se oprašuju na taj način.

Zoofilija je oprašivanje životinjama. Veliki broj životinja prenose pelud, pa se zbog toga zoofilija dijeli na nekoliko podskupina, kao što su: ornitofilija (oprašivanje pomoću ptica), hiropterofilija (oprašivanje pomoću šišmiša) i entomofilija (oprašivanje pomoću kukaca). Entomofilija je najvažnija podskupina zoofilije, jer kukci prilikom uzimanja nektara i peludi istovremeno izvrše oprašivanje (Slika 3). Najvažniji kukci su iz reda Hymenoptera (opnokrilci) te Lepidoptera (leptiri) (Bačić, 2003.). Peludna zrnca koje prenose kukci su velika, teška i imaju hrapavu površinu s kvržicama ili bodljama. Ta zrnca se stvaraju u manjoj količini i poprilično su ljepljiva s obzirom na njihovu bodljikavu strukturu, što omogućava da se pelud lakše prihvati na tijelo kukaca (Bačić i Sabo, 2007). Peludno zrnce je dizajnirano tako da zaštiti biljni genetski materijal koji se oprašivanjem prenosi s jednog cvijeta na drugi (Burlew, 2018).



Slika 3. Prikaz oprašivanja kukcima iz reda Hymenoptera - entomofilija

Izvor: Pčelarsko društvo Lipa

<http://www.pdlipa.hr/2014/04/06/vaznost-oprasivanja/>-pristup: 05.08.2020.

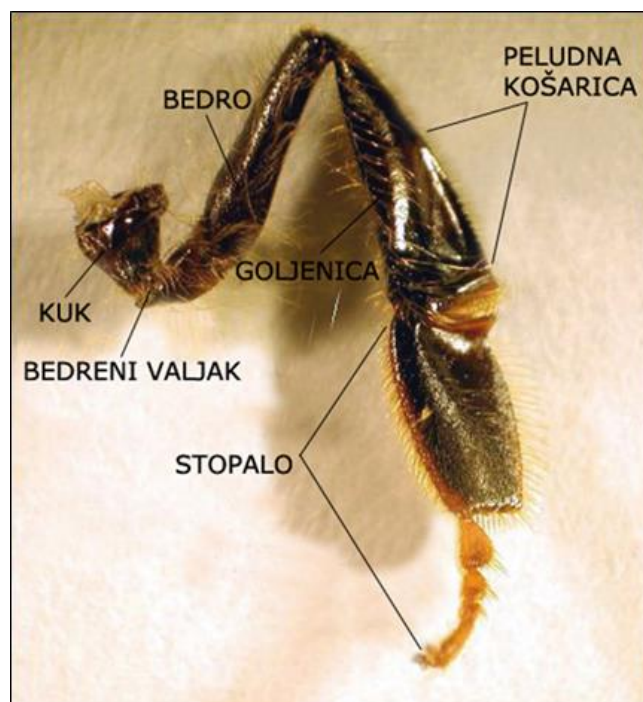
## 2.3. Skupljanje peludi

Pčele i biljke cvjetnice su tijekom evolucije stvorili sustav u kojem se međusobno nadopunjuju. Cvijeće svojim mehanizmom stvara nektar i pelud, privlačnog mirisa i okusa kojeg žele distribuirati te koji privlači pčele i ostale kukce da obave posao oprašivanja. Tako cvjetnice kukcima osiguravaju prijeko potrebnu hranu za normalni rast i razvoj. Oprašivanje pčelama i ostalim kukcima je puno pouzdanije od oprašivanja vjetrom i prilikom takvog oprašivanja je potrebno manje peludi. Mnoge vrste pčela su usko povezane s određenom biljnom vrstom, ali većina se hrani iz različitih biljnih izvora. Za pčele su manje privlačne biljne vrste sa složenim cvjetnim dijelovima ili nektarom koji ima nepovoljna organoleptička svojstva (Burlew, 2018). Pčele često preferiraju jedan izvor hrane nad drugim, kao i određeni položaj, oblik, boju i miris jednog cvijeta nad drugim (Abou-Shaara, 2014). Biljne vrste koje se oprašuju samo pomoću oprašivača razvile su posebnu tehniku privlačenja kukaca, kako bi zaštitile svoju pelud za daljnju reprodukciju. Kako bi se smanjio gubitak peludi, biljke su razvile heterantiju. Takve biljne vrste većinom imaju skup stabljika koje se razlikuju u veličini, obliku i položaju na cvijetu, dok neke imaju atraktivnu boju koja privlači oprašivače. Prisutnost različitih stabljika na cvijetu smanjuje sukobe između oprašivača (Pinheiro-Costa i sur., 2018).

Prije samog početka skupljanja peludi, pčele se osiguravaju s dovoljnom količinom hrane, koju prije leta unesu u svoj organizam, kako bi izbjegle izgladnjivanje u slučaju slabe paše. To je korisno i kada je potencijalni izvor hrane poprilično udaljen ili nepoznat za pčele (Tan i sur., 2015). Kako bi se osiguralo kvalitetno skupljanje peludi, u pčelinjoj zajednici mora postojati komunikacija i raspodjela poslova. Pčele izviđačice svojim pčelinjim plesom informiraju pčele skupljačice gdje se nalazi izvor hrane. Naime, pčele predstavljaju veliku skupinu kukaca u kojem sustav komunikacije plesom omogućava pronalazak hrane te orijentaciju u okolišu. Tako velike skupine imaju više koristi od međusobne komunikacije od manjih, jer mogu prikupiti više informacija o izvoru hrane u relativno kratkom vremenu (Donaldson-Matasci i sur., 2013). Pčele skupljaju od 10 do 1 000 puta više peludi od ostalih kukaca, a pojedine pčele mogu izlaziti iz košnice i do 30 puta dnevno te tijekom jedne sezone mogu posjetiti oko 30 milijuna cvjetova. (Saavedra-Carhuatocto i sur., 2014). Kod skupljanja peludi, ovisno o vremenskim uvjetima i tipu cvijeta, pčele posjećuju oko 40 cvjetova u minuti. Pčele za vrijeme jednog leta najčešće posjećuju samo jednu biljnu vrstu, ukoliko je taj izvor bogat peludi i nektarom. Kasnije je u peludnom teretu prisutan samo pelud jedne biljne vrste. Kada je izvor hrane siromašan ili postoji velika biljna raznolikost na malom području, pčele često tijekom jednog leta posjećuju više biljnih vrsta, čime nastaje pomiješani peludni teret (Government of British Columbia, 2015).

Pčele moraju dosezati duboko u središte cvijeta kako bi mogle skupiti nektar i pri tome su prisiljene da svojim tijelom dodiruju antere na kojima se nalaze peludna zrnca. Kod tog procesa se ljepljiva pelud zbog elektrostatičkog naboja pričvrsti za pčelinje dlake i time omogućuje daljnje oprašivanje cvjetova koje pčele posjećuju. Tako skupljena pelud se vrlo lako prenosi na stigme drugog cvijeta. Prilikom skupljanja peludi, pčela koristi sva tri para nogu. Prednjim nogama obično čisti pelud koja se

nalazi na prednjem dijelu tijela i tom prigodom dodaje svoje izlučevine i malu količinu nektara. Srednje noge koristi za čišćenje prsišta i ostatka peludi s prednjih nogu. Stražnje su noge prilagođene za skupljanje peludi, tj. formiranje peludnog tereta (Slika 4). One su razvijenije u odnosu na prednje i srednje noge. Na unutarnjoj se strani stražnjih nogu nalazi gusti sloj dlaka koji se naziva peludna četka i trljanjem stražnje noge o češalj suprotne noge se pelud premješta u košarice. Taj cijeli proces se odvija za vrijeme pčelinjeg leta. Pčela tijekom skupljanja peludi ravnomjerno raspoređuje peludni teret u košarice stražnjih nogu te odlazi u košnicu kad napuni obje košarice (Burlaw, 2018). Zatim kućne pčele pristigli peludni teret odlažu u stanice saće koje ne napune do kraja, veće ostavljaju prostor za dodavanje meda, čime se potiče mliječno-kiselo vrenje i time sprječava kvarenje pčelinje peludi te takvu uskladištenu pelud nazivamo „pčelinjim kruhom“ (Bogdanov, 2016). „Pčelinji kruh“ je hranjiviji od pčelinje peludi, probavljiviji, obogaćen je novim hranjivim tvarima i omogućuje kvalitetnu ishranu svim članovima pčelinje zajednice (Sammataro i Avitabile, 2011).



Slika 4. Građa stražnje noge

Izvor: Apikultura, 2013. <https://blog.dnevnik.hr/apikultura/2013/01/1631482242/vanjska-grada-pcele.2.html>-pristup: 10.08.2020.

## 2.4. Utvrđivanje botaničkog podrijetla pčelinje peludi

Utvrđivanje botaničkog podrijetla pčelinje peludi od velike je važnost za poznavanje svojstava pčelinje peludi pojedinih biljnih vrsta jer je prije različitih kemijskih analiza potrebno provesti njezinu peludnu analizu i time potvrditi botaničko podrijetlo. Za potvrđivanje uniflornosti pčelinje peludi uzorak mora sadržavati najmanje 80% peludi određene biljne vrste (Campos i sur., 2008). Spulber i sur. (2018) čak navode više od 90% peludi određene biljne vrste. Za utvrđivanje botaničkog podrijetla pčelinje peludi koriste se različite metode pripreme uzoraka. Barth i sur. (2010) navode

postupak pripreme uzoraka za identifikaciju botaničkog podrijetla pčelinje peludi, a koji koriste i neki autori s određenim prilagodbama (Soares de Arruda i sur., 2013; De-Melo i sur. 2018). Postupak se temelji na činjenici da reprezentativni uzorak predstavlja mješavina 2 g pčelinje peludi (približno 300 grudica) i etanola. Pomoću ultrazvuka i centrifugiranja nastaje talog kojem se dodaju destilirana voda i glicerol (1:1). Kap tako pripremljene smjese nanosi se na predmetnicu te pomoću svjetlosnog mikroskopa identificiraju peludna zrnca, brojeći ih do 500.

Osim ove metode, za utvrđivanje botaničkog podrijetla pčelinje peludi, na reprezentativnom se uzorku od 2 g izvrši razvrstavanje po boji u skupine i važe svaka skupina kako bi se dobio udio pčelinje peludi određene biljne vrste u ukupnom uzorku (Feás i sur., 2012; Estevinho i sur., 2012; Gardana i sur., 2018). Međutim, glavna zamjerka navedenoj metodi, prema Barth i sur. (2010), je u tome što boja pčelinje peludi može potamniti zbog izloženosti zraku i oksidacijskim procesima u citoplazmi i time promijeniti boju te postati slična drugim biljkama. Atanassova i Lazarova (2010) također navode da se na osnovu samo boje peludnog tereta ne može sa sigurnošću utvrditi botaničko podrijetlo jer se pod istom bojom peludnog tereta, nakon mikroskopiranja, utvrđuju značajne razlike.

## **2.5. Metode skupljanja pčelinje peludi**

Pčele bez peludi ne mogu povećati svoju zajednicu niti proizvoditi med jer je pčelinja pelud glavni izvor hranjivih tvari za pčele. Zbog toga pčele početkom proljeća započinju sa skupljanjem peludi. Pčelinja zajednica se počinje povećavati u rano proljeće, kako raste temperatura zraka i pojavljuju biljne vrste koje proizvode pelud i nektar. Ovisno o potrebi pčelinje zajednice, pelud se može koristiti za uzgoj legla ili se može spremirati u obliku „pčelinjeg kruha“ za buduću upotrebu (Fortunato i sur., 2006).

Pčelinja pelud je komercijalni proizvod koji se koristi u različite svrhe. Tijekom obilnih paša moguće je dnevno skupiti i do 1 kg, dok je prosječni prinos po sezoni od 8 do 10 kg (Crane, 1976). U područjima s dugim vegetacijskim razdobljem i obilnom pašom moguće je prikupiti 10-20 kg, dok se prosjek kreće od 5 do 15 kg po pčelinjoj zajednici (Bogdanov, 2016).

U slučaju nedostatka hrane s jednog izvora ili je taj izvor siromašan hranjivim tvarima, pčele prelaze na ostale izvore peludi. Tako pčele iz više izvora nadoknađuju nedostatak hranjivih tvari. Kako ne bi došlo do nedostatka pčelinje peludi za pčele, ona se uzima samo iz jakih pčelinjih zajednica, koje imaju dovoljno skupljenih zaliha kojom mogu zadovoljiti svoje potrebe (Somerville i sur., 2011). Postoje dvije vrste peludi, a to su: pčelinja pelud kojoj pčele prilikom skupljanja dodaju svoje izlučevine i malu količinu nektara te cvjetna pelud koja se proizvodi u znatno većim količinama od pčelinje peludi zbog mogućnosti uporabe raznih strojeva za skupljanje (Campos i sur., 2010).

Za skupljanje pčelinje peludi posebno su dizajnirane peludne zamke ili skupljači peludi koji omogućuju struganje pčelinje peludi s pčelinjih nogu. Prilikom prolaska pčele u košnicu kroz rešetku s rupama određene veličine, pelud se skida i pada u ladicu koja se nalazi ispod skupljača (Mauriello i sur., 2017). Skupljači peludi omogućuju kvantitativnu procjenu skupljene peludi po pčelinjoj zajednici. Kako nije



moguće istražiti gdje se točno pčele i kojom biljnom vrstom hrane, skupljači predstavljaju dobar način praćenja izvora hrane pčela.

Postoji više tipova skupljača peludi koji rade na sličnom principu skupljanja. Izgrađeni su tako da ne odstranjuju previše peludi od radilica te da ih ne ometaju prilikom prolaska kroz otvore (Newstrom-Lloyd i sur., 2017). Skupljači peludi se razlikuju po izgledu, veličini i načinu postavljanja na košnicu te se sastoje od dva glavna elementa: rešetke kroz koju radilice prolaze i time dolazi do skidanja dijela njihova peludnog tereta te spremnika za skupljanje skinute peludi. Rešetka je najčešće izrađena od plastike ili metala, pričvršćena je na ulazu u košnicu tako da se radilica koja se vraća u košnicu mora progurati kroz jednu rupu te se pri tome skida dio peludi. Spremnik je prekriven sitnom mrežom kroz koju pčele ne mogu proći (Crane, 1976). Skupljač peludi mora zadovoljiti osnovne uvjete: jednostavnost rada, učinkovit mehanizam skidanja peludi, uniformnost s ostalim komponentama košnice i zaštita peludi od vlage i sunčeve svjetlosti (Somerville i sur., 2011). Skupljači peludi se razlikuju u nekoliko karakteristika koje su prikazane u tablici 2. Oni se mogu postaviti na ulaz u košnicu, iznad podnice i između plodišta (Bogdanov, 2016). Najčešće se koriste skupljači na letu (vanjski) i skupljači na podnici (unutarnji).

Tablica 2. Razlike između vrsta sakupljača

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Ulaz</b>                 | jedan od nekoliko položaja košnice       |
| <b>Rešetka</b>              | okomita, vodoravna i kosa                |
| <b>Spremnik peludi</b>      | ispred, ispod ili u blizini vrha košnice |
| <b>Pražnjenje spremnika</b> | s prednje, bočne ili stražnje strane     |

Izvor: Crane (1976) prilagođeno

### 2.5.1. Skupljač na letu – vanjski skupljač pčelinje peludi

Skupljač na letu predstavlja kutiju koja je postavljena na prednji dio košnice i prekriva ulaz u košnicu, a pričvršćuje se na prednju stjenku košnice pomoću dvije kuke (Slika 5). Kako je sakupljač širi od otvora leta, radilice moraju ulaziti u košnicu preko postavljenog skupljača i pritom dolazi do skidanja dijela njihovog peludnog tereta (Mauriello i sur, 2017). U slučaju da bi sakupljač bio manji od otvora leta, radilice bi pronalazile otvore i nesmetano bi prošle u košnicu bez skidanja peludnog tereta. Na ulazu u košnicu pčele skupljačice moraju proći kroz perforirane ploče s otvorima promjera 5 mm. Veličina otvora je dovoljno velika da one mogu neometano proći bez opasnosti od oštećenja nogu ili krila, a da se dio peludnog tereta ipak odstrani (Idlbek i sur, 2014). Odstranjena pelud pada kroz sito manjeg promjera otvora i upada u ladicu skupljača. Rešetka i ladica skupljača su zaštićeni štitom koji sprječava dopiranje kiše. Prednost skupljača na letu je da se oni lako uklanjaju, skupljena pelud je čišća te se za njihovu proizvodnju koristi manje materijala (Aličić, 2014), a nedostatak je njegova izloženost atmosferilijama, što zahtjeva njegovo svakodnevno pražnjenje.



Slika 5. Skupljač na letu – vanjski skupljač peludi

Izvor: Tastyfoods, 2020.

<https://tastyfoods.ca/products/1-set-plastic-pollen-trap-bee-keeping-tools-tray-entrance-pollen-collector-beekeeper-beekeeping-equipments>-pristup: 13.08.2020.

### 2.5.2. Skupljač na podnici – unutarnji skupljač pčelinje peludi

Skupljač na podnici je fiksiran na dnu košnice i sastoji se od dva elementa: rešetke i ladice za skupljanje peludi (Slika 6). Prilikom prolaska radilica kroz rešetku dolazi do uklanjanja peludi sa stražnjih nogu te se pelud zatim skuplja u ladici. Ladica skupljača može imati plastičnu mrežicu ili mrežicu od nehrđajućeg čelika, što omogućuje dobru ventilaciju. Iznad ladice se nalazi zaštitna mrežica s otvorima od 3 mm koja sprječava prolazak pčela (Somerville i sur., 2011). Prednost skupljača na podnici je njegovo lako uklanjanje kada nije potreban, njegova velika površina koja omogućuje bolji protok zraka, a time i bolje sušenje peludi. Kako se sakupljač na podnici nalazi unutar košnice, bolje štiti pelud od vanjskih utjecaja (Mauriello i sur., 2017). Glavni nedostatak takvog skupljača je nakupljanje različitih nečistoća iz košnice koje onečišćuju skupljenu pelud. Kako bi se uklonile sve nečistoće, mora se provesti dodatni posao prosijavanja skupljene pčelinje peludi (Crane, 1976).



Slika 6. Skupljač na podnici – unutarnji skupljač pčelinje peludi

Izvor: Košnica sb, 2014.

<http://www.kosnica-sb.hr/proizvod/LR%20podnica%20skuplja%C4%8D%20peluda-7109.html>

-pristup: 17.08.2020.

## 2.6. Kemijski sastav pčelinje peludi

Sastav pčelinje peludi može varirati zbog zemljopisnog i botaničkog podrijetla, odnosno o biljnom izvoru te drugim čimbenicima kao što su: vremenski uvjeti, aktivnost pčelara i vrsta tla (Aličić i sur., 2014). Pčelinja pelud je proizvod koji je biološki bogat različitim aktivnim tvarima, a osnovne sastavnice predstavljaju: bjelančevine, aminokiseline, masti, ugljikohidrati, masne kiseline, fenolni spojevi, enzimi, vitamini, minerali i ostale bioaktivne tvari (Campos i sur., 2008; Campos i sur., 2010).

Pelud sadrži u prosjeku 22,7% bjelančevina, uključujući 10,4% esencijalnih aminokiselina, kao što su metionin, lizin, leucin, izoleucin, histidin, treonin, triptofan i fenilalanin (Komosinska-Vassev i sur., 2015). Druga istraživanja pokazuju da su ugljikohidrati zastupljeni u rasponu od 13 do 55%, bjelančevine od 10 do 40%, sirova vlakana od 0,3 do 20% i lipidi od 1 do 10% (Guine, 2015). Pčelinja pelud je bogat masnim kiselinama, posebice linolnom, koja se pojavljuje u rasponu od 1 do 10%, fosfolipidima oko 1,5%, fitosterolima oko 1,1% te terpenima. Ona je također bogat flavonoidima (3-8%) te karatenoidnim pigmentima, kao što su zeaksantin i likopen (Denisow i Denisow-Pietrzyk, 2016). U pčelinjoj peludi nalaze se tri glavna šećera, glukoza koja se može kretati u rasponu 8,2-13,1%, fruktoza 15,9-19,9% te saharoza 14,8-18,4% (Guine, 2015). Kemijski sastav najčešće varira zbog botaničkog i zemljopisnog podrijetla te je u tablici 3 prikazan njezin sastav.

Tablica 3. Kemijski sastav osušene pčelinje peludi

| <b>Sastavnice</b>       | <b>Sadržaj (g/100 g) (min.–maks.)</b> |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Ugljikohidrati          | 13–55                                 |
| Bjelančevine            | 10–40                                 |
| Prehrambena vlakna      | 0,3–20                                |
| Masti                   | 1–13                                  |
| Pepeo                   | 2–6                                   |
| Ostalo                  | 2–5                                   |
| <b>Makroelementi</b>    | <b>Sadržaj (mg/kg) (min.–maks.)</b>   |
| Kalij                   | 4 000–20 000                          |
| Fosfor                  | 800–6 000                             |
| Kalcij                  | 200–3 000                             |
| Magnezij                | 200–3 000                             |
| <b>Mikroelementi</b>    | <b>Sadržaj (mg/kg) (min.–maks.)</b>   |
| Cink                    | 30–250                                |
| Željezo                 | 11–170                                |
| Mangan                  | 20–110                                |
| Bakar                   | 2–16                                  |
| <b>Vitamini</b>         | <b>Sadržaj (mg/kg) (min.–maks.)</b>   |
| Vitamin C               | 70–560                                |
| Vitamin A (retinol)     | 10–200                                |
| Vitamin E (tokoferoli)  | 40–320                                |
| Niacin                  | 40–110                                |
| Vitamin B2 (riboflavin) | 6–20                                  |
| Pantotenska kislina     | 5–20                                  |
| Vitamin B1 (tiamin)     | 6–13                                  |
| Folna kislina (folat)   | 3–10                                  |
| Vitamin B6 (piridoksin) | 2–7                                   |
| Biotin                  | 0,5–0,7                               |

Izvor: Campos i sur, 2008.

Bioelementi prisutni u pčelinjoj peludi čine oko 1,6% ukupnog sastava, od čega su najzastupljeniji makronutrijenti (kalcij, kalij, magnezij, fosfor i natrij) i mikronutrijenti (željezo, cink, bakar, silicij, mangan i selen). Pelud je značajan izvor vitamina topivih u vodi (B1, B2, B6 i C) oko 0,6%, vitamina topivih u masti (provitamin A, vitamin E i D) oko 0,1%, pantotenske, folne i nikotinske kiseline te drugih spojeva oko 0,7%. (Komosinska-Vassev i sur., 2015).

## 2.7. Skladištenje pčelinje peludi

Pelud za ljudsku upotrebu se mora skupljati barem jednom dnevno jer je lako kvarljiva zbog visokog sadržaja vode što može dovesti do rasta i razvoja bakterija i gljiva. Prilikom skupljanja peludi on se mora ručno očistiti od svih nečistoća (Palinić i Batinić, 2014). Vrlo je važna kontrola kvalitete i sigurnosti peludi za ljudsku upotrebu te brza prerada peludi nakon skupljanja kako bi se spriječilo kvarenje. Pčelinja pelud se može konzumirati svježa, ali se češće koristi nakon sušenja na temperaturama od 40 do 50 ° C koje smanjuju kvarenje (Anjos i sur., 2019). Svježe skupljena pelud sadrži oko 20-30 g vode na 100 g, a za ljudsku potrošnju, pelud se najčešće suši. Sušenjem se sprječava rast plijesni te se dobiva poželjan sadržaj vlage između 2,5 i 6 %, što omogućava njezino kvalitetno skladištenje. Sušenje se može provesti na zraku tako da se pelud rasporedi na plitke ladice. Kod sušenja na zraku, pelud ne smije biti na izravnom suncu i treba ju zaštititi od pčela (Somerville i sur., 2011). Ona se najčešće suši u modificiranim sušionicama i električnim pećnicama na temperaturama oko 40 ° C i nakon sušenja sadržaj vode bi trebao biti oko 6 g na 100 g peludi. Uporabom električnih pećnica se može uspješno kontrolirati temperatura sušenja kako bi se spriječilo uništavanje aminokiselina i vitamina koji su osjetljivi na visoke temperature (Bogdanov, 2016).

Nakon sušenja je potrebno još ukloniti zaostale strane primjese ručno ili uporabom različitih ručnih sita. Za sakupljanje vrlo sitnih nečistoća i prašine se koristi sustav probiranja koji djeluje na temelju gravitacije. Pčelinja pelud se zasipava preko kosog proreza i ona prolazi kroz uzastopne zaslone kako bi se pročistila, a prašina i sitne nečistoće se nakupljaju u kutiji (Somerville i sur., 2011).

Osim sušenja pčelinja se pelud nakon skupljanja može izravno skladištiti u zamrzivaču na temperaturi od -18 ° C. Zamrzavanje predstavlja dobar način njezinog skladištenje, ali se nakon odmrzavanja mora odmah iskoristiti ili osušiti zbog povećanog sadržaja vode.

Postoji još jedan način skladištenja, a to je konzerviranje šećerom kod kojeg se u posudu naizmjenično slaže sloj peludi i sloj šećera te se drži na hladnom mjestu (Kezić i sur., 2013).

Sušenje i zamrzavanje peludi je nužno, ali mogu utjecati na organoleptička svojstva i kemijski sastav peludi. Pelud u zamrznutom stanju sporije gubi hranjivu vrijednost od sušene peludi i ne dolazi do značajnih promjena u kemijskom sastavu. Prema provedenim istraživanjima, proces liofilizacije smanjuje sadržaj vitamina C i provitamina A, a sušenje peludi na 45 ° C dovodi do značajnih gubitaka vitamina E, provitamina A te  $\beta$ -karotena za 15 do 25%. Stoga bi se pelud trebala sušiti na temperaturi oko 30 ° C. Pelud se može uspješno skladištiti do 2 godine ukoliko se čuva na suhom, hladnom i tamnom mjestu. Za dulje čuvanje se preporučuje liofilizacija i čuvanje na -20 ° C u dušiku kako bi se očuvala biološka aktivnost peludi (Bogdanov, 2016).

## 2.8. Ljekovita svojstva pčelinje peludi

Pčelinja pelud se zbog svojih povoljnih svojstava sve više koristi u ljudskoj prehrani. Ona je bogat izvor energije i važnih komponenti koje pozitivno utječu na ljudski organizam. Sadrži sve potrebne sastojke za normalan rast i razvoj, posebice: bjelančevine, masti, aminokiseline, ugljikohidrate, vitamine, minerale, fenolne spojeve i dr. Pčelinja pelud sadrži i sve esencijalne aminokiseline u koncentracijama koje su od pet do sedam puta veće od namirnica koje su bogate bjelančevinama (Anjos i sur., 2019). Fenolni spojevi i karotenoidi predstavljaju najvažnije bioaktivne tvari u pčelinjoj peludi. Fenolni spojevi utječu na boju te gorak okus, dok su karotenoidi također važni za boju i biološke funkcije. Ujedno, karotenoidi djeluju antioksidativno i utječu na jačanje imunskog sustava te povećavaju aktivnost provitamina A (Nascimento i Luz, 2018). Od ostalih spojeva još su važni polifenolni spojevi-flavonoidi i glikozidi, derivati fenolne kiseline i fitosteroli. Fitosteroli su posebice važni za snižavanje kolesterola u krvi (Campos i sur., 2010).

Pčelinja pelud ima i hipolipidemijsku aktivnost, odnosno smanjuje sadržaj ukupnih lipida i triacilglicerola. Isto tako se koristi kod hiperlipidemije i ateroskleroze. Uspješno djeluje na smanjenje kolesterola (Komosinska-Vassev i sur., 2015) te učinkovito regulira probavu, kardiovaskularni sustav, jača imunitet i pomaže kod respiratornih bolesti, kao i bolesti prostate (Aličić i sur., 2014). Zatim povećava broj crvenih krvnih stanica, isto tako i hemoglobina, koji je glavni sastojak crvenih krvnih stanica. Također, smanjuje nuspojave kemoterapije, poboljšava stanje organizma, omogućava jačanje mišićne funkcije i povećava tjelesnu masu (Denisow i Denisow-Pietrzyk, 2016). Koristi se i kod akutne i kronične upale te kod posttraumatskih i toksičnih oštećenja jetre.

Iako pčelinja pelud ima pozitivne učinke na ljudski organizam, mogu se pojaviti nuspojave uslijed njezine konzumacije, koje su najčešće izazvane kontaminacijom peludi. Najveći problem predstavlja kontaminacija mikotoksinima, posebice ohratoksinom A koji ima mutagena svojstva. Ona može biti i onečišćen raznim pesticidima te teškim metalima (Denisow i Denisow-Pietrzyk, 2016). Problem s korištenjem pčelinje peludi povezuje se i s prisutnošću alergena i to uglavnom one peludi koja lebdi zrakom, dok je alergija na pelud koja se konzumira kao hrana relativno rijedak. Pčelinja se pelud dobro podnosi te se može koristiti i za sprečavanje alergijskih reakcija, posebice je koristan vodeni ekstrakt peludi za liječenje astme uzrokovan kućnom prašinom (Campos i sur., 2010).

### 3. Materijali i metode

#### 3.1. Područje istraživanja

U svrhu određivanja botaničkog i zemljopisnog podrijetla pčelinje peludi, istraživanje je bilo provedeno na tri pokusna pčelinjaka. Jedan se pčelinjak nalazio na području Krapinsko-zagorske županije (Krapina) te dva na području Ličko-senjske županije (Otočac i Senj). Pokusni su pčelinjaci bili smješteni na različitim zemljopisno-klimatskim područjima Hrvatske te su pčelinje zajednice bile smještene u Langstroth-Roothove (LR) košnice.

Prvi se pokusni pčelinjak nalazio u Krapinsko-zagorskoj županiji na području grada Krapine na nadmorskoj visini od 207 m i GPS koordinata: X 4693809, Y 1552505 (Slika 7).



Slika 7. Pokusni pčelinjak u Krapini

Izvor: Prđun, 2019.

Drugi se pokusni pčelinjak nalazio u Ličko-senjskoj županiji na području grada Otočca na nadmorskoj visini od 470 m i GPS koordinata: X 44484708, Y 15213537 (Slika 8).



Slika 8. Pokusni pčelinjak u Otočcu  
Izvor: Prđun, 2019.

Treći se pokusni pčelinjak nalazio u Ličko-senjskoj županiji na području grada Senja na nadmorskoj visini od 49 m i GPS koordinata: X 44595959, Y 14542451 (Slika 9).



Slika 9. Pokusni pčelinjak u Senju  
Izvor: Prđun, 2019.

### 3.2. Meteorološki podatci

Podatci o vremenskim uvjetima koji su se odvijali na pokusnim pčelinjacima tijekom tri mjeseca preuzeti su od Državnog Hidrometeorološkog zavoda. Najvažniji praćeni meteorološki podaci za mjesec travanj, svibanj i lipanj 2019. godine bili su: temperatura zraka, količina oborina i jačina vjetra.



### 3.3. Prikupljanje uzoraka pčelinje peludi

U svrhu utvrđivanja botaničkog podrijetla pčelinje peludi, po pokusnom je pčelinjaku bilo odabrano pet pčelinjih zajednica, a uzorci su pčelinje peludi bili skupljani pomoću vanjskih skupljača postavljenih na leto košnice (Slika 10).



Slika 10. Vanjski skupljači peludi postavljeni na leto košnice  
Izvor: Prđun, 2019.

Skupljanje se peludnog tereta provodilo svakih 15 dana i to u razdoblju od 1. travnja do 15. lipnja 2019. godine. Skupljena pčelinja pelud je bila pohranjena u plastične bočice (Slika 11) na temperaturu od  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  od daljnjih analiza u laboratoriju.



Slika 11. Pčelinja pelud pohranjena u plastične bočice  
Izvor: Prđun, 2019.

### 3.4. Utvrđivanje botaničkog podrijetla pčelinje peludi

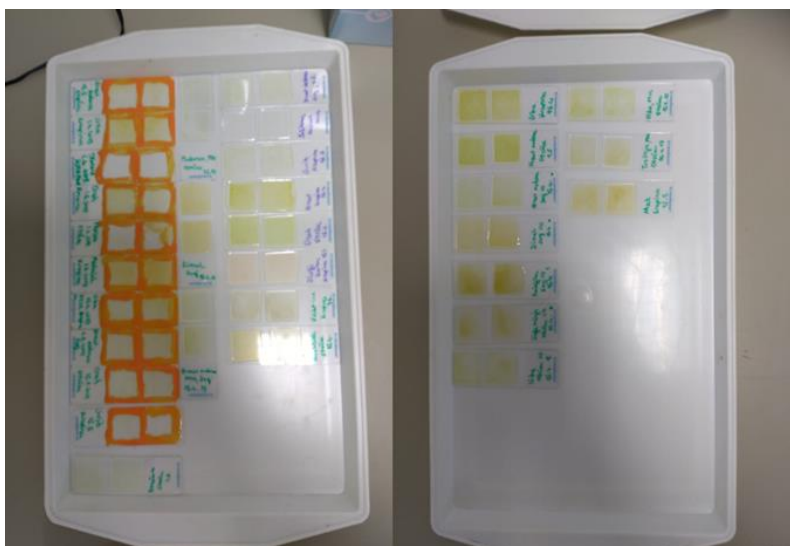
#### 3.4.1. Priprema uzoraka za melisopalinološku analizu

Priprema uzoraka pčelinje peludi za melisopalinološku analizu provedena je uz pomoć centrifuge Rotina 308 i vodene kupelji RK 100 H prema metodi Barth i sur. (2010). Priprema uzorka za melisopalinološku analizu započela je vaganjem dva grama svakog uzorka pčelinje peludi koja se stavila u plastičnu epruvetu zapremnine 50 ml. Nakon toga je dodano 10 ml 70 % etilnog alkohola kako bi se pčelinja pelud otopila (Slika 12).



Slika 12. Uzorak pčelinje peludi u 70 % etilnom alkoholu

Tako dobivena smjesa se dalje miješala na Vorteks miješalici te je stavljena u ultrazvučnu kupelj u trajanju od 5 minuta. Zatim je smjesa odstajala 25 minuta i nakon toga je bilo izvršeno centrifugiranje u trajanju od tri minute na 1 500 okretaja/min-1 te se iz epruvete odlio višak alkohola, tako da je ostao samo sediment i zatim se cijeli postupak ponovio. Po završetku ponavljanja postupka, sedimentu je dodana voda i glicerol u omjeru 1:1 u količini od 15 ml. Tako dobivena otopina je zatim odstajala 30 minuta te se pomoć Paster-ove pipete izvršio razmaz na predmetno stakalce. Otopina se zatim sušila na sobnoj temperaturi te joj je dodana kap glicerolne želatine, a uzorak je bio spreman za mikroskopiranje nakon stavljanja pokrovnog stakalca (Slika 13).



Slika 13. Razmazi pčelinje peludi pripremljeni za melisopalinološku analizu

### 3.4.2. Melisopalinološka analiza

Identifikacija je peludnog tereta provedena melisopalinološkom analizom prema metodi von der Ohe i sur. (2004). Identifikacija i brojanje peludnih zrnaca izvršena je svjetlosnim mikroskopom Carl Zeiss Axio pri povećanju od 400 -1 000 x te pomoću zbirke referentnih uzoraka peludnih zrnaca nativnih preparata (interna zbirka Zavoda za ribarstvo, pčelarstvo i specijalnu zoologiju, Agronomski fakultet) i literature (Ricciardelli D'Albore, 1998; von der Ohe i von der Ohe, 2003). Pritom je promatran oblik, boja i veličina peludnog zrnca, struktura eksine te broj i mjesta pora klijanja. U svakom je preparatu izbrojano najmanje 500 peludnih zrnaca te se uniflornom pčelinjom peludi smatrao onaj uzorak koji je na osnovi peludne analize sadržavao najmanje 80% zastupljenosti dotične biljne vrste (Campos i sur., 2008).

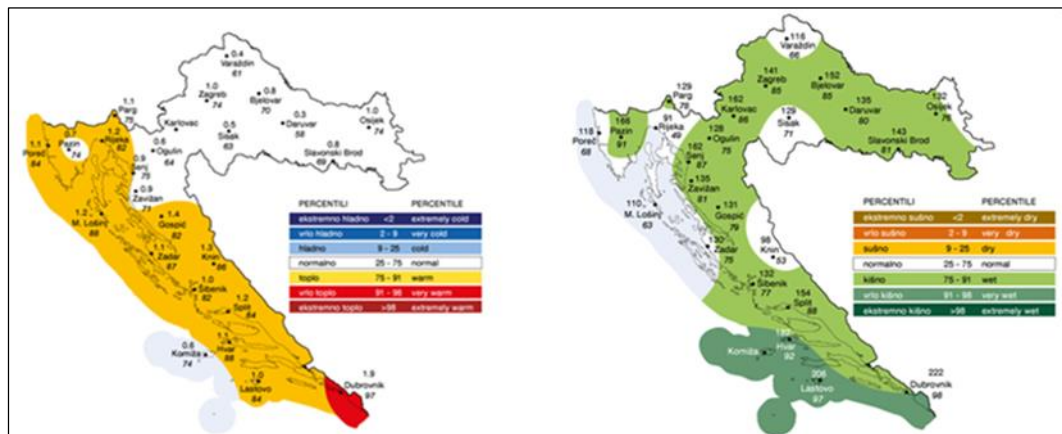
Iz ukupnog (apsolutnog) broja peludnih zrnaca izračunata je pojavnost i učestalost biljnih vrsta unutar svakog uzorka pčelinje peludi, a relativne su frekvencije bile podijeljene u 4 skupine:

- 45% prevladavajuća pelud,
- 15-45% prateća pelud,
- 3-15% sporedna pelud,
- <3% rijetka pelud.

## 4. Rezultati i rasprava

### 4.1. Meteorološki podatci

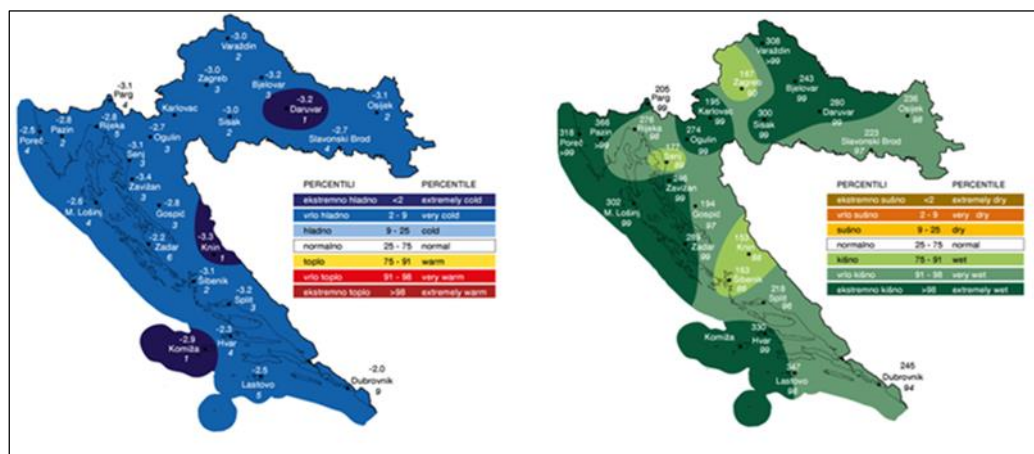
Tijekom travnja 2019. na području grada Krapine i Otočca srednja je mjesečna temperatura ocjenjena normalnom, dok je na području grada Senja ocjenjena toplom. Sva tri područja su imala kišni mjesec (Slika 14).



Slika 14. Ocjena mjeseca travnja

Izvor: DHMZ

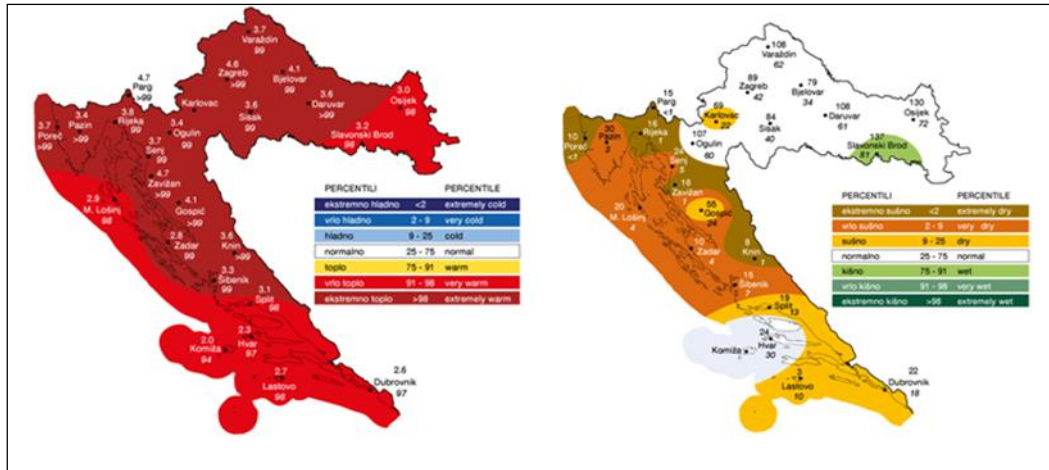
Mjesec svibanj 2019. godine je ocjenjen vrlo hladnim za sva tri područja. Grad Krapina i Senj su tijekom svibnja imali kišno razdoblje, dok je Grad Otočac imao vrlo kišno razdoblje (Slika 15).



Slika 15. Ocjena mjeseca svibnja

Izvor: DHMZ

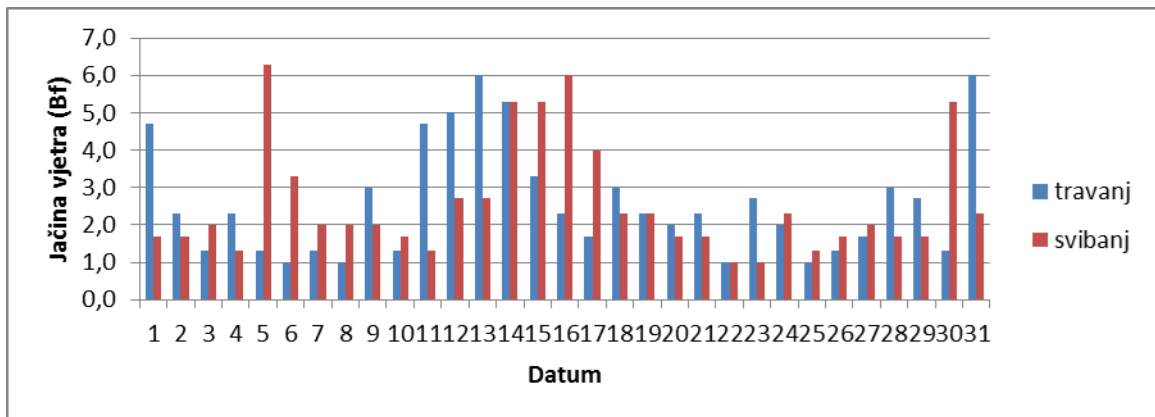
Lipanj je ocjenjen vrlo toplim za sva tri područja, dok je količina oborina na području grada Krapine bila normalna. Za područje grada Senja razdoblje mjeseca lipnja je bilo vrlo suho, a grada Otočca ekstremno suho (Slika 16).



Slika 16. Ocjena mjeseca lipnja

Izvor: DHMZ

Zbog jakog vjetra na području pokusnog pčelinjaka u Senju nije bilo moguće prikupljanje pčelinje peludi 1. travnja i 15. svibnja 2019. godine. U grafikonu 1 prikazana je jačina vjetra tijekom mjeseca travnja i svibnja 2019. godine u kojem je vidljivo da je 1. travnja brzina vjetra bila 4,7 Bf, a 15. svibnja 5,3 Bf.



Grafikon 1. Srednja dnevna jačina vjetra (Bf) u travnju i svibnju 2019. godine na lokaciji Senj

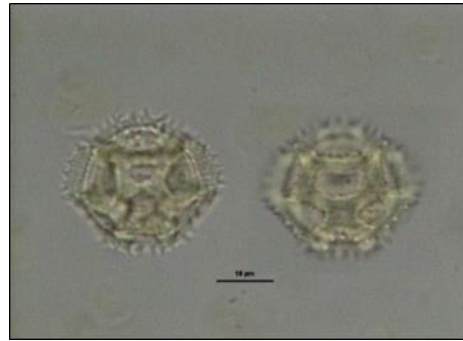
Izvor: DHMZ

## 4.2. Botaničko podrijetlo uzoraka pčelinje peludi

Obradom melisopalinoloških podataka utvrđen je udio zastupljenosti peludi na osnovu kojeg je definirano botaničko podrijetlo ispitivanih uzoraka pčelinje peludi. Na osnovu specifične strukture (unutarnja organizacija vanjskog sloja peludnog zrnca - eksine) i skulpture (vanjski izgled peludnog zrnca) peludnih zrnaca biljnih vrsta identificirano je botaničko podrijetlo pčelinje peludi te je na slikama od 17 do 26 izdvojena pelud određenih biljnih vrsta koje su bile utvrđene tijekom istraživanja.



Slika 17. Pelud končare  
Izvor: Bubalo, 2019.



Slika 18. Pelud maslačka  
Izvor: Bubalo, 2019.



Slika 19. Pelud drače  
Izvor: Bubalo, 2019.



Slika 20. Pelud rašeljke  
Izvor: Bubalo, 2019.



Slika 21. Pelud maka  
Izvor: Bubalo, 2019.



Slika 22. Pelud vrbe  
Izvor: Bubalo, 2019.



Slika 23. Pelud kupine  
Izvor: Bubalo, 2019.



Slika 24. Pelud kiselice  
Izvor: Bubalo, 2019.



Slika 25. Pelud lipa  
Izvor: Bubalo, 2019.



Slika 26. Pelud jasena  
Izvor: Bubalo, 2019.

#### 4.2.1. Botaničko podrijetlo uzoraka pčelinje peludi na lokaciji Krapina

Na lokaciji Krapina ukupno je analizirano šest skupnih uzoraka pčelinje peludi. Promatrajući po datumu prikupljanja uzoraka razvidno je da se broj utvrđenih biljnih vrsta postupno povećavao od travnja prema lipnju (Tablica 4) te je 1. travnja bila utvrđena pelud triju biljnih vrsta od kojih je prevladavala trnina (*Prunus spinosa*) sa 69%, a 15. travnja u znakovito većem udjelu je ustanovljena pelud vrbe (*Salix* spp.) također sa 69%. Uz vrbu i trninu 15. je travnja utvrđena i pelud ljekovitog maslačka (*Taraxacum officinale*) te divljeg kestena (*Aesculus hippocastanum*).

U uzorku pčelinje peludi prikupljene 1. svibnja u najvećem je udjelu (69%) utvrđena pelud oraha (*Juglans regia*). Međutim, unatoč ovako velikim udjelima utvrđene peludi biljnih vrsta, navedeni se uzorci nisu mogli smatrati uniflornim jer za proglašenje uniflornosti isti moraju sadržavati najmanje 80% zastupljenosti dotične biljne vrste (Campos i sur., 2008). Nakon 1. svibnja broj se peludnih zrnaca biljnih vrsta povećavao i samim time smanjila mogućnost pojavnosti uniflornosti u ispitivanim uzorcima pčelinje peludi. Tako je 15. svibnja ustanovljen podjednak udio peludi jasena (*Fraxinus* spp.) i dvogodišnjeg dimka (*Crepis biennis*) od 15 i 14% te također s podjednakim udjelom od 7 do 9% bagrema (*Robinia pseudoacacia*), hrasta (*Quercus* spp.), trušljike (*Frangula alnus*) i maka turčinka (*Papaver rhoeas*). Na početku lipnja je prevladavala pelud sviba (*Cornus sanguinea*) s udjelom od 26% te trušljike (*F. alnus*) s udjelom od 25%, dok je pelud ostalih biljnih vrsta bila manje zastupljena. U posljednjem je mjerenju (15. lipnja) u većem udjelu (29%) utvrđena pelud kupine (*Rubus* spp.) te s podjednakim udjelom od 13 do 16% pelud pajasena (*Ailanthus altissima*), sviba (*C. sanguinea*) i pavatine (*Clematis* spp.) (Tablica 4).

Uspoređujući navedene rezultate s rezultatima s relativno sličnih zemljopisno-klimatskih područja, Lilek i sur. (2015) su na području Slovenije, kroz tri godine praćenja, prema pojavnosti tijekom godine, u travnju utvrdili crni jasen (*Fraxinus ornus*) u 40% uzoraka, vrbe (*Salix* spp.) u 20% uzoraka te biljke iz porodice krstašica (Brassicaceae) u također 20% uzoraka. U svibnju su utvrdili također crni jasen (*F. ornus*), ali u puno manjem udjelu (18%) u odnosu na travanj, kao i biljke iz porodice krstašica (Brassicaceae) (9%), biljke iz porodice krstašica tipa repice (Brassicaceae tip *Brassica*) (18%) i biljke iz porodice glavočika tipa maslačka (Asteraceae tip

*Taraxacum*) (9%). Iz ovih je podataka vidljivo da je samo pelud vrbe (*Salix* spp.) u travnju utvrđena u oba područja, dok je pelud jasena (*Fraxinus* spp.) na području Slovenije utvrđena u travnju, a na području Krapine u svibnju. Međutim treba uzeti u obzir da je istraživanje na području Slovenije provedeno tijekom duljeg razdoblja i na različitim lokacijama u odnosu na istraživanje provedeno na području Krapine. Sljedeće istraživanje koje je usporedivo s obzirom na relativno slično zemljopisno-klimatsko područje je istraživanje Aličić i sur. (2020), koje je bilo provedeno na području tuzlanskog kantona (Bosna i Hercegovina). Naime, na navedenom je području u razdoblju ožujka i travnja u većem udjelu ustanovljena pelud ljekovitog maslačka (*T. officinale*), zatim biljaka iz porodice ruža (Rosaceae) te vrbe (*Salix* spp.), što je ustanovljeno i na području Krapine. U svibnju i lipnju na području tuzlanskog kantona u većem je udjelu utvrđena pelud kupine (*Rubus* spp.), biljaka iz porodice trava (Poaceae), trputca (*Plantago* spp.) i djeteline (*Trifolium* spp.). Od navedenih je biljnih vrsta na području Krapine utvrđena jedino pelud kupine.

Tablica 4. Udio peludi biljnih vrsta u uzorcima pčelinje peludi na lokaciji Krapina u razdoblju od 1. travnja do 15. lipnja 2019.

| Datum        | Biljna vrsta                      |                                     | %  |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----|
| 1. travnja   | trnina                            | <i>Prunus spinosa</i>               | 69 |
|              | vrbe                              | <i>Salix</i> spp.                   | 28 |
|              | nedeterminirane                   | nedeterminirane                     | 2  |
|              | porodica glavočika forma maslačka | Asteraceae ( <i>Taraxacum</i> form) | 1  |
| 15. travnja  | vrbe                              | <i>Salix</i> spp.                   | 69 |
|              | ljekoviti maslačak                | <i>Taraxacum officinale</i>         | 11 |
|              | divlji kesten                     | <i>Aesculus hippocastanum</i>       | 11 |
|              | trnina                            | <i>Prunus spinosa</i>               | 6  |
|              | nedeterminirane                   | nedeterminirane                     | 3  |
| 1. svibnja   | orah *                            | <i>Juglans regia</i>                | 69 |
|              | jaseni *                          | <i>Fraxinus</i> spp. *              | 18 |
|              | ljekoviti maslačak                | <i>Taraxacum officinale</i>         | 4  |
|              | dimak                             | <i>Crepis biennis</i>               | 2  |
|              | porodica krstašica                | Brassicaceae                        | 2  |
|              | nedeterminirane                   | nedeterminirane                     | 2  |
|              | borovi *                          | <i>Pinus</i> spp. *                 | 1  |
|              | divlji kesten                     | <i>Aesculus hippocastanum</i>       | 1  |
|              | divlja jagoda                     | <i>Fragaria vesca</i> *             | 1  |
| 15. svibnja. | jaseni *                          | <i>Fraxinus</i> spp. *              | 15 |
|              | dvogodišnji dimak                 | <i>Crepis biennis</i>               | 14 |
|              | bagrem                            | <i>Robinia pseudoacacia</i>         | 9  |
|              | hrastovi *                        | <i>Quercus</i> spp. *               | 8  |
|              | trušljika                         | <i>Frangula alnus</i>               | 8  |
|              | porodica trava*                   | Poaceae *                           | 8  |
|              | mak turčinak *                    | <i>Papaver rhoeas</i> . *           | 7  |
|              | svib                              | <i>Cornus sanguinea</i>             | 5  |



Nastavak tablice 4.

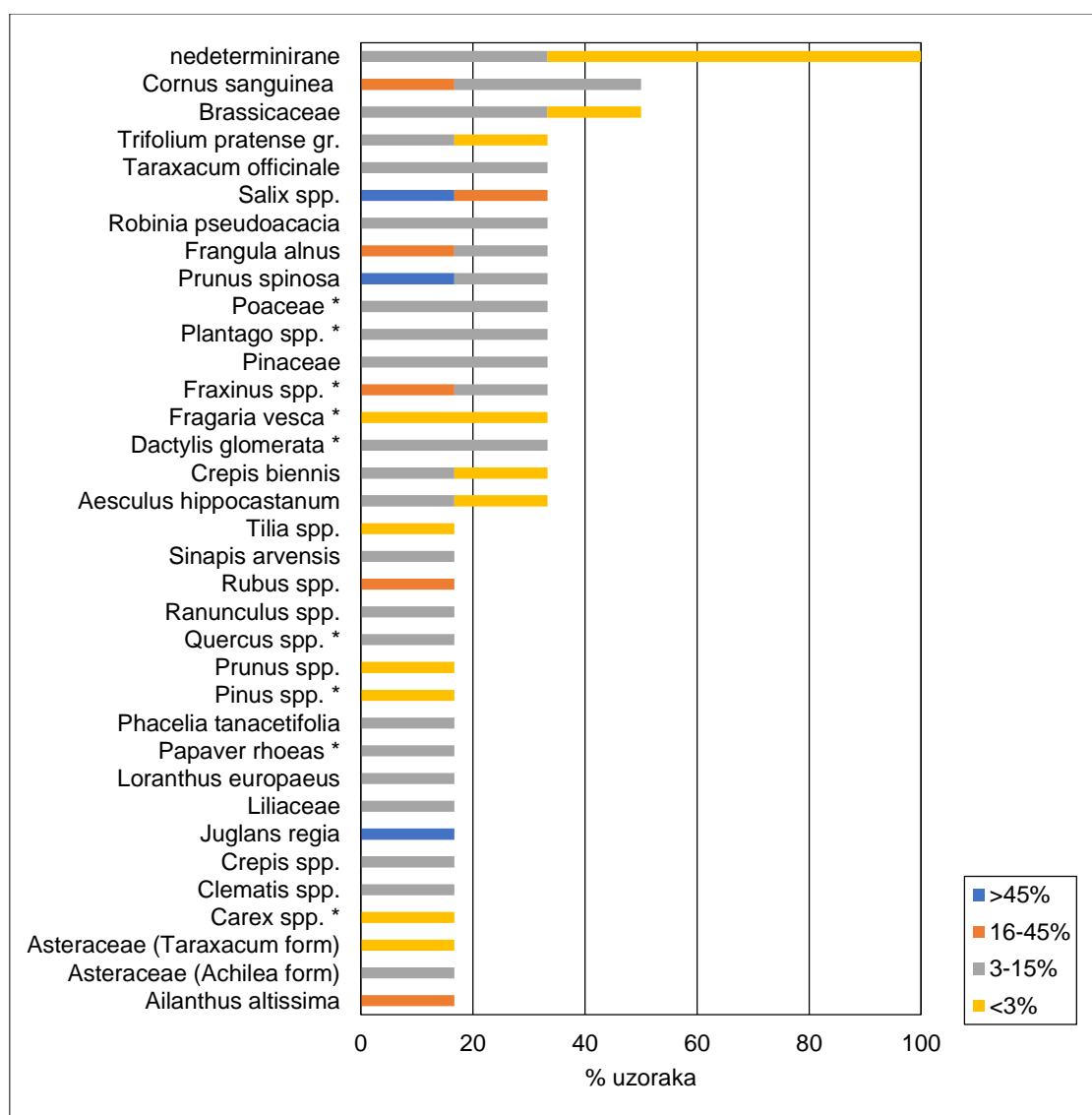
|            |                                     |                                    |    |
|------------|-------------------------------------|------------------------------------|----|
|            | borovke *                           | Pinaceae                           | 5  |
|            | lijepak                             | <i>Loranthus europaeus</i>         | 5  |
|            | porodica krstašica                  | Brassicaceae                       | 4  |
|            | klupčasta oštrica *                 | <i>Dactylis glomerata</i> *        | 3  |
|            | nedeterminirane                     | nedeterminirane                    | 2  |
|            | divlja jagoda                       | <i>Fragaria vesca</i> *            | 2  |
|            | šaševi *                            | <i>Carex</i> spp. *                | 2  |
|            | crvena djetelina                    | <i>Trifolium pratense</i>          | 2  |
|            | voćkarice                           | <i>Prunus</i> spp.                 | 1  |
| 1. lipnja  | svib                                | <i>Cornus sanguinea</i>            | 26 |
|            | trušljika                           | <i>Frangula alnus.</i>             | 25 |
|            | dimak vrste                         | <i>Crepis</i> spp.                 | 7  |
|            | bagrem                              | <i>Robinia pseudoacacia</i>        | 7  |
|            | žabnjaci                            | <i>Ranunculus</i> spp.             | 6  |
|            | trpuci *                            | <i>Plantago</i> spp. *             | 5  |
|            | porodica trava*                     | Poaceae *                          | 5  |
|            | porodica glavočika forma stolisnika | Asteraceae ( <i>Achilea form</i> ) | 5  |
|            | porodica krstašica                  | Brassicaceae                       | 5  |
|            | nedeterminirane                     | nedeterminirane                    | 3  |
|            | borovke *                           | Pinaceae                           | 3  |
|            | crvena djetelina                    | <i>Trifolium pratense</i>          | 3  |
| 15. lipnja | kupine                              | <i>Rubus</i> spp.                  | 29 |
|            | pajasen                             | <i>Ailanthus altissima</i>         | 16 |
|            | svib                                | <i>Cornus sanguinea</i>            | 14 |
|            | pavitine                            | <i>Clematis</i> spp.               | 13 |
|            | porodica ljiljani                   | Liliaceae                          | 6  |
|            | trpuci *                            | <i>Plantago</i> spp. *             | 6  |
|            | facelija                            | <i>Phacelia tanacetifolia</i>      | 6  |
|            | gorušica                            | <i>Sinapis arvensis</i>            | 4  |
|            | klupčasta oštrica *                 | <i>Dactylis glomerata</i> *        | 4  |
|            | lipe                                | <i>Tilia</i> spp.                  | 1  |
|            | nedeterminirane                     | nedeterminirane                    | 1  |

\* nenektarna biljna vrsta

Kvalitativnom je melisopalinološkom analizom u ispitivanim uzorcima pčelinje peludi s lokacije Krapina ukupno ustanovljena pelud 34 biljne vrste. Broj se ustanovljene peludi biljnih vrsta po uzorku kretala od 3 do 16, a prosjek je bio 9.

U 17% uzoraka pelud je sviba (*C. sanguinea*) svrstana u prateću, a u 33% uzoraka u sporednu skupinu, dok je pelud biljaka iz porodice krstašica (Brassicaceae) u 33% uzoraka svrstana u sporednu, a u 17% uzoraka u skupinu rijetke peludi. Navedene su biljne vrste bile zastupljene u kategoriji do 50% uzoraka. U kategoriji od 30 do 50% uzoraka zastupljena je pelud vrbe (*Salix* spp.), koja je u 17% uzorka svrstana u prevladavajuću i u 17% u prateću skupinu, kao i pelud trnine (*P. spinosa*),

koja je također u 17% uzoraka svrstana u prevladavajuću i u 17% u sporednu skupinu. Osim navedenih biljnih vrsta u ovu je kategoriju utvrđena pelud trušljike (*F. alnus*) i jasena (*Fraxinus* spp.), koje su u 17% uzoraka svrstane u prateću skupinu, dok je u ovu kategoriju bila utvrđena pelud sljedećih biljnih vrsta: dvogodišnjeg dimka (*C. biennis*), crvene djeteline (*Trifolium pratense*), ljekovitog maslačka (*T. officinale*), bagrema (*R. pseudoacacia*), biljaka iz porodice trava (Poaceae), trputca (*Plantago* spp.), biljaka iz porodice borovki (Pinaceae), divlje jagode (*F. vesca*), klupčaste oštrice (*D. glomerata*) i divljeg kestena (*A. hippocastanum*) (Grafikon 2). U istraživanju koje je bilo provedeno na područja Italije (pokrajina Udine), utvrđena je pelud 19 biljnih vrsta od kojih je najučestaliji bio ljekoviti maslačak (*T. officinale*), jasen (*Fraxinus* spp.), vrba (*Salix* spp.), biljke iz porodice lukova (Liliaceae) i topola (*Populus* spp.) ( Fortunato i sur., 2006). Usporedivši rezultate melisopalnološke analize pčelinje peludi s navedenog područja s područjem Krapine vidljivo je da je također u većem udjelu bila zastupljena pelud s maslačka, jasena i vrbe (Grafikon 2).



\* nenektarna biljna vrsta

Grafikon 2. Peludni spektar uzoraka pčelinje peludi na lokaciji Krapina (n=6)

#### 4.2.2. Botaničko podrijetlo uzoraka pčelinje peludi na lokaciji Otočac

Na lokaciji Otočac ukupno je analizirano šest skupnih uzoraka pčelinje peludi. U uzorcima prikupljenim 1. i 15. travnja na istraživanoj su lokaciji ustanovljene peludi istih biljnih vrsta, s tim da je 1. travnja u većem udjelu (58%) bila zastupljena pelud vrbe (*Salix* spp.), a 15. travnja pelud ljekovitog maslačka (*T. officinale*). Također je potrebno istaknuti da je i pelud trnine (*P. spinosa*) bila zastupljena u udjelu od 31 do 35 % u oba uzorkovanja. U uzorku pčelinje peludi prikupljene 1. svibnja, prema utvrđenom je udjelu prednjačio dvogodišnji dimak (*C. biennis*) s 37% te ljekoviti maslačak (*T. officinale*) s 26% i facelija (*Phacelia tanacetifolia*) sa 16%. Dvogodišnji dimak (*C. biennis*) s udjelom od 43%, kao i hrast medunac (*Quercus pubescens*) s udjelom od 28% znakovito su prednjačili u uzorku prikupljenom 15. svibnja. Od svih skupnih uzoraka pčelinje peludi i sa svih pokusnih lokacija jedino je u uzorku prikupljenom 1. lipnja u Otočcu ustanovljena uniflornost, jer je udio gomoljaste končare (*Filipendula vulgaris*) bio iznad 80%, tj. iznosio je 89%. Navedena je biljna vrsta i u sljedećem uzorkovanju (15. lipnja) utvrđena u najvećem udjelu (70%), što ukazuje na iznimno značajan izvor peludi na području Gacke (Tablica 5).

Tablica 5. Udio peludi biljnih vrsta u uzorcima pčelinje peludi na lokaciji Otočac u razdoblju od 1. travnja do 15. lipnja 2019.

| Datum        | Biljna vrsta                      |                                     | %  |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----|
| 1. travnja   | vrbe                              | <i>Salix</i> spp.                   | 58 |
|              | trnina                            | <i>Prunus spinosa</i>               | 31 |
|              | ljekoviti maslačak                | <i>Taraxacum officinale</i>         | 7  |
|              | porodica glavočika forma maslačka | Asteraceae ( <i>Taraxacum</i> form) | 2  |
|              | nedeterminirane                   | nedeterminirane                     | 2  |
| 15. travnja  | ljekoviti maslačak                | <i>Taraxacum officinale</i>         | 44 |
|              | trnina                            | <i>Prunus spinosa</i>               | 35 |
|              | vrbe                              | <i>Salix</i> spp.                   | 10 |
|              | porodica glavočika forma maslačka | Asteraceae ( <i>Taraxacum</i> form) | 9  |
|              | nedeterminirane                   | nedeterminirane                     | 2  |
| 1. svibnja   | dvogodišnji dimak                 | <i>Crepis biennis</i>               | 37 |
|              | ljekoviti maslačak                | <i>Taraxacum officinale</i>         | 26 |
|              | facelija                          | <i>Phacelia tanacetifolia</i>       | 16 |
|              | hrast medunac *                   | <i>Quercus pubescens</i> *          | 7  |
|              | jaseni *                          | <i>Fraxinus</i> spp. *              | 6  |
|              | žabnjaci                          | <i>Ranunculus</i> spp.              | 4  |
|              | nedeterminirane                   | nedeterminirane                     | 2  |
|              | osjak vrste                       | <i>Cirsium</i> spp.                 | 2  |
| 15. svibnja. | dvogodišnji dimak                 | <i>Crepis biennis</i>               | 43 |
|              | hrast medunac *                   | <i>Quercus pubescens</i> *          | 28 |
|              | orah *                            | <i>Juglans regia</i>                | 11 |
|              | okriljena lesandra                | <i>Smyrnium perfoliatum</i>         | 4  |
|              | makovi *                          | <i>Papaver</i> spp. *               | 4  |

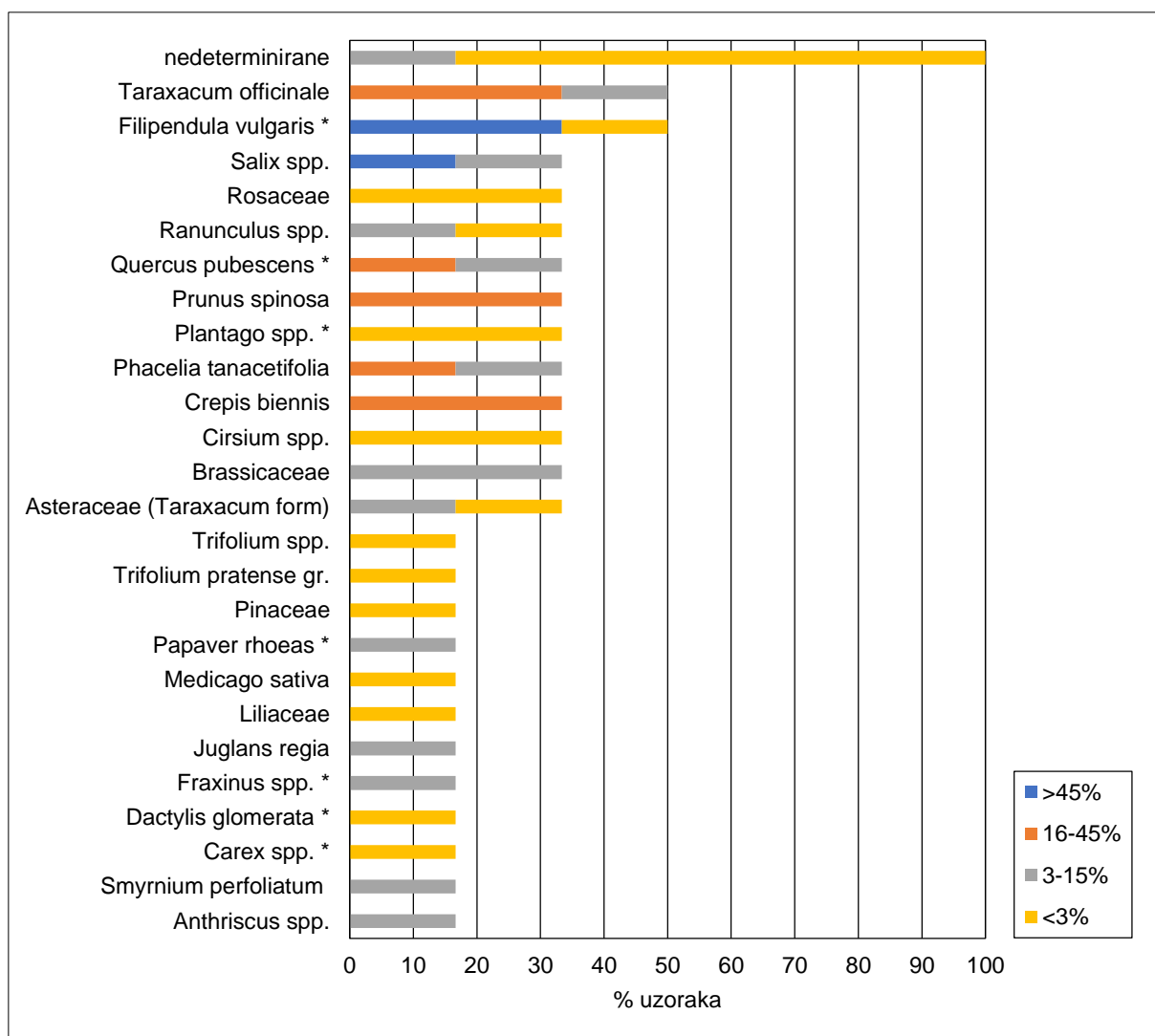
Nastavak tablice 5.

|             |                      |                               |    |
|-------------|----------------------|-------------------------------|----|
|             | nedeterminirane      | nedeterminirane               | 3  |
|             | porodica ljiljani    | Liliaceae                     | 2  |
|             | crvena djetelina     | <i>Trifolium pratense</i>     | 2  |
|             | šaševi *             | <i>Carex spp.</i> *           | 1  |
|             | gomoljasta končara * | <i>Filipendula vulgaris</i> * | 1  |
|             | borovke *            | Pinaceae                      | 1  |
| 1. lipnja   | gomoljasta končara * | <i>Filipendula vulgaris</i> * | 89 |
|             | porodica krstašica   | Brassicaceae                  | 3  |
|             | klupčasta oštrica *  | <i>Dactylis glomerata</i> *   | 2  |
|             | lucerna              | <i>Medicago sativa</i>        | 2  |
|             | porodica ruža        | Rosaceae                      | 2  |
|             | trpuci *             | <i>Plantago spp.</i> *        | 1  |
|             | nedeterminirane      | nedeterminirane               | 1  |
| 15. lipnja. | gomoljasta končara * | <i>Filipendula vulgaris</i> * | 70 |
|             | facelija             | <i>Phacelia tanacetifolia</i> | 11 |
|             | porodica krstašica   | Brassicaceae                  | 5  |
|             | krasuljice           | <i>Anthriscus spp.</i>        | 5  |
|             | žabnjaci             | <i>Ranunculus spp.</i>        | 2  |
|             | porodica ruža        | Rosaceae                      | 2  |
|             | djeteline            | <i>Trifolium spp.</i>         | 2  |
|             | nedeterminirane      | nedeterminirane               | 1  |
|             | osjak vrste          | <i>Cirsium spp.</i>           | 1  |
|             | trpuci *             | <i>Plantago spp.</i> *        | 1  |

\* nenektarna biljna vrsta

Kvalitativnom je melisopalinološkom analizom u ispitivanim uzorcima pčelinje peludi s lokacije Otočac ukupno ustanovljena pelud 25 biljnih vrsta. Broj se ustanovljene peludi biljnih vrsta po uzorku kretala od 4 do 10, a prosjek je bio 7.

U 33% uzoraka pelud je ljekovitog maslačka (*T. officinale*) svrstana u prateću, a u 17% uzoraka u sporednu skupinu, dok je pelud gomoljaste končare (*F. vulgaris*) u 33% uzoraka svrstana u prevladavajuću, a u 17% uzoraka u skupinu rijetke peludi. Navedene su biljne vrste bile zastupljene u kategoriji do 50% uzoraka. U kategoriji od 30 do 50% uzoraka zastupljena je pelud vrbe (*Salix spp.*), koja je u 17% uzorak svrstana u prevladavajuću i u 17% u sporednu skupinu. U uzorcima pčelinje peludi s navedene lokacije u 17% uzoraka ustanovljena je i pelud hrasta medunca (*Q. pubescens*), koja je svrstana u prateću i u 17% u sporednu skupinu, kao i trnine (*P. spinosa*), koja je u 33% uzorka svrstana u prateću skupinu. Ujedno, u ovoj je kategoriji utvrđena i pelud dvogodišnjeg dimka (*C. biennis*), koja je u 33% uzorka svrstana u prateću skupinu te pelud facelije (*P. tanacetifolia*), koja je u 17% uzoraka svrstana u prateću i u 17% uzoraka u sporednu skupinu. Također, u ovoj je kategoriji utvrđena i pelud sljedećih biljnih vrsta: biljaka iz porodice krstašica (Brassicaceae), žabnjaka (*Ranunculus spp.*), biljaka iz porodice glavočika forme maslačka (Asteraceae - *Taraxacum* form), osjaka (*Cirsium spp.*), trputca (*Plantago spp.*) i biljaka iz porodice ruža (Rosaceae) (Grafikon 3).



\* nenektarna biljna vrsta

Grafikon 3. Peludni spektar uzoraka pčelinje peludi na lokaciji Otočac (n=6)

#### 4.2.3. Botaničko podrijetlo uzoraka pčelinje peludi na lokaciji Senj

Na posljednjoj lokaciji, lokaciji Senj, zbog nenaklonjenih vremenskih uvjeta, tj. učestalih dana s dugotrajnom burom (grafikon 1), ukupno je analizirano četiri skupna uzoraka pčelinje peludi. U uzorku prikupljenom 15. travnja u udjelu od 61% utvrđena je pelud rašeljke (*P. mahaleb*) i crnog jasena (*F. ornus*) s udjelom od 16%. U uzorkovanju provedenom 1. svibnja u podjednakom je udjelu bila ustanovljena pelud hrasta medunca (*Q. pubescens*) i dvogodišnjeg dimka (*C. biennis*). Pelud drače (*Paliurus spina christi*) s udjelom od 20% te kupine (*Rubus* spp.) s udjelom od 15% i pavitine (*Clematis* spp.) s udjelom do 10% su bile najzastupljenije biljne vrste 1. lipnja, dok je također pelud kupine (28%) i pavitine (23%) bio utvrđen u posljednjem uzorkovanju provedenom 15. lipnja. (Tablica 6).

Tablica 6. Udio peludi biljnih vrsta u uzorcima pčelinje peludi na lokaciji Senj u razdoblju od 15. travnja do 15. lipnja 2019.

| Datum        | Biljna vrsta        |                               | %  |
|--------------|---------------------|-------------------------------|----|
| 15. travnja. | rašeljka            | <i>Prunus mahaleb</i>         | 61 |
|              | crni jasen *        | <i>Fraxinus ornus</i> *       | 16 |
|              | okriljena lesandra  | <i>Smyrniium perfoliatum</i>  | 5  |
|              | dimak vrste         | <i>Crepis spp.</i>            | 4  |
|              | kiselice *          | <i>Rumex spp.</i> *           | 3  |
|              | porodica štitarki   | Apiaceae                      | 2  |
|              | porodica krstašica  | Brassicaceae                  | 2  |
|              | nedeterminirane     | nedeterminirane               | 2  |
|              | porodica ljiljani   | Liliaceae                     | 2  |
|              | ljekoviti maslačak  | <i>Taraxacum officinale</i>   | 1  |
|              | osjak vrste         | <i>Cirsium spp.</i>           | 1  |
|              | krkavine            | <i>Rhamnus spp.</i>           | 1  |
| 1. svibnja   | hrast medunac *     | <i>Quercus pubescens</i> *    | 27 |
|              | dvogodišnji dimak   | <i>Crepis biennis</i>         | 24 |
|              | jaseni *            | <i>Fraxinus spp.</i> *        | 14 |
|              | krkavine            | <i>Rhamnus spp.</i>           | 10 |
|              | trnina              | <i>Prunus spinosa</i>         | 6  |
|              | porodica krstašica  | Brassicaceae                  | 5  |
|              | djeteline           | <i>Trifolium spp.</i>         | 4  |
|              | nedeterminirane     | nedeterminirane               | 3  |
|              | kiselice *          | <i>Rumex spp.</i> *           | 3  |
|              | porodica štitarki   | Apiaceae                      | 2  |
|              | kokotac vrste       | <i>Melilotus spp.</i>         | 2  |
| 1. lipnja    | drača               | <i>Paliurus spina christi</i> | 20 |
|              | kupine              | <i>Rubus spp.</i>             | 15 |
|              | pavitine            | <i>Clematis spp.</i>          | 10 |
|              | dimak vrste         | <i>Crepis spp.</i>            | 8  |
|              | makovi *            | <i>Papaver spp.</i> *         | 7  |
|              | kokotac vrste       | <i>Melilotus spp.</i>         | 6  |
|              | pastirska torbica   | <i>Capsela bursa pastoris</i> | 5  |
|              | klupčasta oštrica * | <i>Dactylis glomerata</i> *   | 4  |
|              | trpuci *            | <i>Plantago spp.</i> *        | 4  |
|              | porodica ljiljani   | Liliaceae                     | 4  |
|              | žednjaci            | <i>Sedum spp.</i>             | 3  |
|              | rožac vrste         | <i>Cerastium spp.</i>         | 3  |
|              | porodica štitarki   | Apiaceae                      | 3  |
|              | kiselice *          | <i>Rumex spp.</i> *           | 2  |
|              | žečine              | <i>Centaurea spp.</i>         | 2  |
|              | nedeterminirane     | nedeterminirane               | 2  |
|              | lipe                | <i>Tilia spp.</i>             | 2  |
| 15. lipnja   | kupine              | <i>Rubus spp.</i>             | 28 |
|              | pavitine            | <i>Clematis spp.</i>          | 23 |

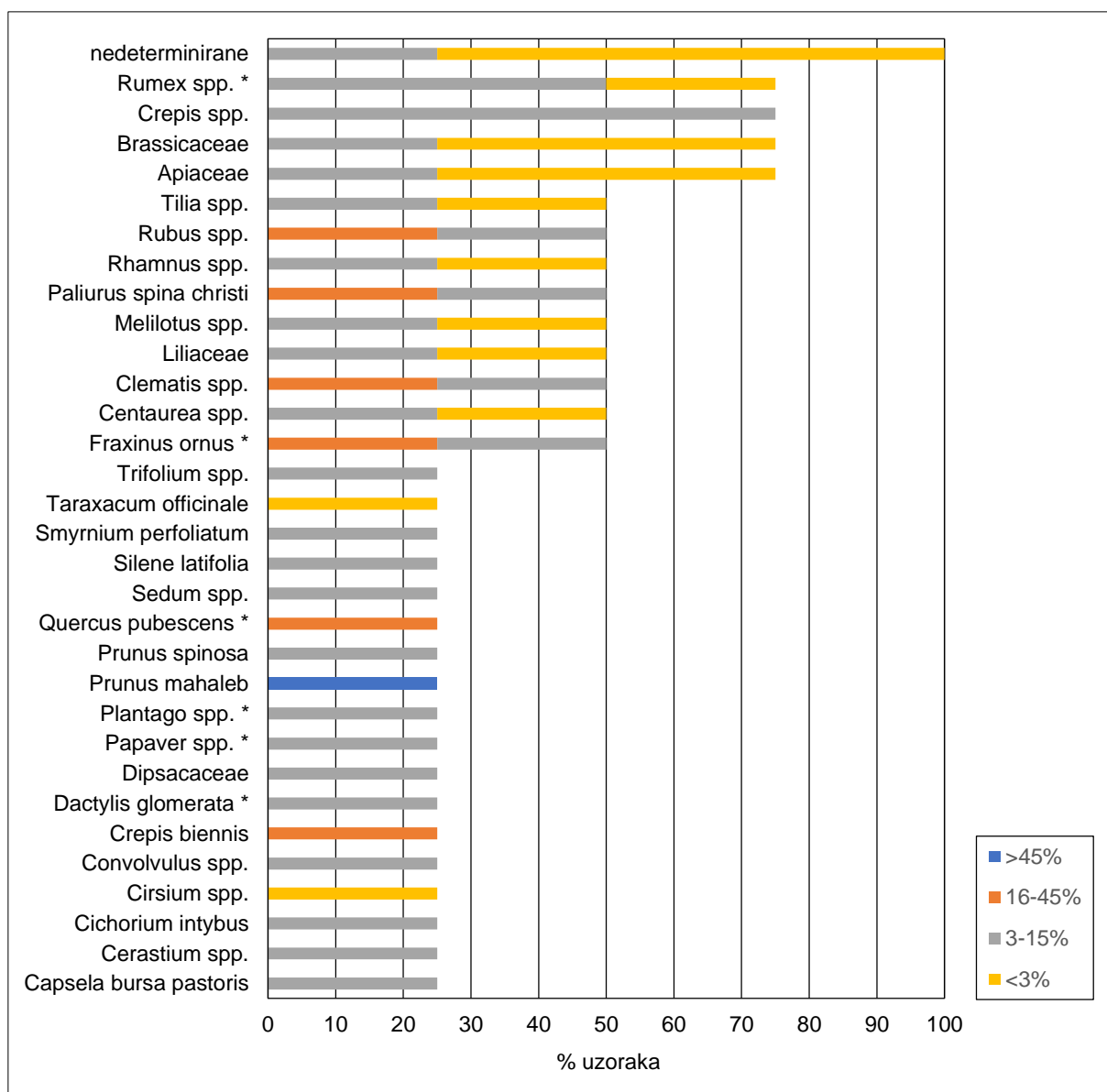
Nastavak tablice 6.

|  |                    |                               |    |
|--|--------------------|-------------------------------|----|
|  | dimak vrste        | <i>Crepis spp.</i>            | 15 |
|  | lipe               | <i>Tilia spp.</i>             | 8  |
|  | zečine             | <i>Centaurea spp.</i>         | 5  |
|  | vodopija           | <i>Cichorium intybus</i>      | 4  |
|  | drača              | <i>Paliurus spina christi</i> | 4  |
|  | češljugovice       | Dipsacaceae                   | 3  |
|  | slakovi            | <i>Convolvulus spp.</i>       | 3  |
|  | pušina             | <i>Silene latifolia</i>       | 3  |
|  | porodica krstašica | Brassicaceae                  | 2  |
|  | nedeterminirane    | nedeterminirane               | 2  |

\* nenektarna biljna vrsta

Kvalitativnom je melisopalinološkom analizom u ispitivanim uzorcima pčelinje peludi s lokacije Senj ukupno ustanovljena pelud 31 biljne vrste. Broj se ustanovljene peludi biljnih vrsta po uzorku kretala od 10 do 16, a prosjek je bio 12.

U kategoriji od 50 do 75% uzoraka na lokaciji Senj utvrđena je pelud sljedećih biljnih vrsta: kiselice (*Rumex spp.*), dimka (*Crepis spp.*), biljaka iz porodice krstašica (Brassicaceae) i biljaka iz porodice štitarki (Apiaceae). Osim navedene peludi biljnih vrsta, u kategoriji od 25 do 50% uzoraka, ustanovljene je pelud sljedećih biljnih vrsta: lipe (*Tilia spp.*), kupine (*Rubus spp.*), krkavine (*Rhamnus spp.*), drače (*Paliurus spina christi*), kokotca (*Melilotus spp.*), biljaka iz porodice lukova (Liliaceae), pavitine (*Clematis spp.*), zečine (*Centaurea spp.*) i crnog jasena (*F. ornus*). Iako po pojavnosti spada u kategoriju do 25% uzoraka potrebno je izdvojiti rašeljku (*P. mahaleb*) kao jedinu biljnu vrstu koja je na lokaciji Senj bila svrstana u prevladavajuću pelud te hrast medunac (*Q. pubescens*) i dvogodišnji dimak (*C. biennis*) čija je pelud bila svrstana u skupinu prateće peludi (Grafikon 4). Pošto lokacija u Senju spada u područje mediteranskog podneblja, navedeni se peludni spektar pčelinje peludi može usporediti s područjem Grčke. Naime, na osnovu istraživanja botaničkog podrijetla peludi s područja Grčke (Dimou i sur., 2014), koje je bilo provedeno tijekom trogodišnjeg razdoblja na 285 uzoraka utvrđeno su 64 biljne porodice, najčešće mahunarki (Fabaceae), glavočike (Asteraceae) i ruže (Rosaceae) te pelud 229 biljnih vrsta. Od biljnih vrsta najzastupljenija je bila pelud biljaka iz porodice krstašica (Brassicaceae), strička (*Carduus spp.*), ostaka (*Sonchus spp.*), kupine (*Rubus spp.*) te maka turčinka (*P. rhoeas*). S udjelom većim od 45%, pojavljivao se i pelud aktinidije (*Actinidia chinensis*), pelina (*Artemisia*), bušina (*Cistus spp.*), slaka (*Convolvulus spp.*), velike zečine (*Centaurea scabiosa*), masline (*Olea europaea*), divizme (*Verbascum spp.*) i ljekovitog maslačka (*T. officinale*). Stoga promatrajući pelud utvrđenih biljnih vrsta s područje Senja i grčkog istraživanja vidljivo je podudarnost u slučaju maslačka, slaka, kupine i maka (Grafikon 4).



\* nenektarna biljna vrsta

Grafikon 4. Peludni spektar uzoraka pčelinje peludi na lokaciji Senj (n=4)



## 5. Zaključci

Na osnovu provedenih melisopalinoloških analiza, samo je za jedan uzorak s lokacije Otočac utvrđena uniflornost, gdje je ustanovljena pelud gomoljaste končare (*F. vulgaris*) 89%.

Na lokaciji Krapina u većem su udjelu bile zastupljene trnina (*P. spinosa*), vrba (*Salix spp.*) i orah (*J. regia*), a na lokaciji Senj rašeljka (*P. mahaleb*).

Na svim lokacijama u većem su udjelu utvrđene biljne vrste koje uz nektar pčele posjećuju i zbog peludi, a od nenektarnih biljnih vrsta s kojih pčele isključivo skupljaju pelud bile su zastupljene sljedeće vrste: gomoljasta končara (*F. vulgaris*), orah (*J. regia*), jasen (*Fraxinus spp.*), hrast medunac (*Q. pubescens*), klupčasta oštrica (*D. glomerata*), mak (*Papaver spp.*), trputac (*Plantago spp.*), kiselica (*Rumex spp.*), šaš (*Carex spp.*), bor (*Pinus spp.*) i divlja jagoda (*F. vesca*).

Na osnovu rezultata ovog istraživanja, tj. botaničkog podrijetla pčelinje peludi omogućit će se daljnja istraživanja, gdje bi se uz podatke o kemijskom sastavu mogao utvrditi peludni potencijal određenog područja, koji je bitan za razvoj pčelinje zajednice, a također bi se mogla utvrditi i hranidbena vrijednost pčelinje peludi kao funkcionalne hrane.

## 6. Popis literature

1. Abou-Shaara H. F. (2014). The foraging behaviour of honey bees, *Apis mellifera*: a review. *Veterinarij Medicina*, 59(1): 1-10.
2. Aličić D., Šubarić D., Jašić M., Pašalić H., Ačkar Đ. (2014). Antioxidant properties of pollen. *Hrana u zdravlju i bolesti, znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku* (2014) 3 (1) 6-12
3. Aličić D., Flanjak I., Ačkar Đ., Jašić M., Babić J., Šubarić D. (2020). Physicochemical properties and antioxidant capacity of bee pollen collected in Tuzla Canton (B&H). *Journal of Central European Agriculture*, 21 (1): 42-50
4. Anjos O., Paula V., Delgado T., Estevinho L. (2019). Influence of the storage conditions on the quality of bee pollen. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 106, No. 1 (2019), p. 87–94
5. Atanassova J., Lazarova M. (2010). Pollen analysis of bee pollen loads from the region of the town of Shumen (NE Bulgaria). *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*. Tome 63, No 3, 2010.
6. Bačić T. (2003). *Morfologija i anatomija bilja*, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Pedagoški fakultet
7. Bačić T., Sabo M. (2007). *Najvažnije medonosne biljke u Hrvatskoj*. Prehrambeno – tehnološki fakultet u Osijeku, Osijek, 2007.
8. Barth O. M., Freitas S. A., Oliveira E. S., Silva R. A., Maester F. M., Andrella R. S., Cardozo M. B. Q. G. (2010). Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: a proposal for technical standardization. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82(4): 893-902
9. Burlew R. (2018). On the trail of a pollen tramp. *American Bee Journal*, 158 (4): 449-452.
10. Campos M. G. R., Bogdanov S., de Almeida-Muradian L. B., Szczesna T., Mancebo Y., Frigerio C., Ferreira F. (2008). Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research*, 47(2): 154-161.
11. Campos M. G. R., Frigerio C., Lopes J., Bogdanov S. (2010). What is the future of Bee-Pollen? *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 2(4): 131-144.
12. Crane E. (1975/1976). Pollen and its harvesting. *Bee World* 56 (4): 155 - 158, 57 (1) 20 -25. Eva Crane Trust
13. Denisow B. and Denisow-Pietrzyk M. (2016). Biological and therapeutic properties of bee pollen: a review. Article in *Journal of the Science of Food and Agriculture*. March 2016
14. Dimou M., Tananaki C., Liolios V., Thrasyvoulou A. (2014). Pollen foraging by honey bees (*Apis Mellifera* L.) in Greece: Botanical and geographical origin. DOI: 10.2478/jas -2014-0018, *J. APIC. SCI*. Vol. 58 No. 2 2014.
15. De-Melo A. A. M., Estevinho L. M., Moreira M. M., Delerue-Matos C., Silva de Freitas A., Barth O. M., Bicudo de Almeida-Muradian L. (2018). A multivariate approach based on physicochemical parameters and biological potential for the

- botanical and geographical discrimination of Brazilian bee pollen. *Food Bioscience*, 25: 91–110
16. Donaldson-Matasci M., De Grandi-Hoffman G., Dornhaus A. (2013). Bigger is better: honeybee colonies as distributed information-gathering systems. *Animal Behaviour*, 85(3): 585–592.
  17. Dubravec, K. D.(1996): *Botanika*, Agronomski fakultet, Zagreb, 1996.
  18. Estevinho L. M., Rodrigues S., Pereira A. P., Feas X. (2012). Portuguese bee pollen: palynological study, nutritional and microbiological evaluation. *International Journal of Food Science and Technology*, 47: 429–435
  19. Feás X., Pilar Vazquez-Tato M., Estevinho L., Seijas J. A., Iglesias A. (2012). Organic bee pollen: Botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. *Molecules*, 17: 8359–8377
  20. Fortunato L., Gazzola F., Barbattini R., Frilli F. (2006). A study on the pollen sources for honey bees in Udine province (northern Italy). *Dipartimento di Biologia applicata alla Difesa delle Piante – Entomologia, Università di Udine, Italy. Bulletin of Insectology* 59 (1): 39-43, 2006
  21. Gardana C., Del Bo C., Quicazan M. C., Correa A. R., Simonetti P. (2018). Nutrients, phytochemicals and botanical origin of commercial bee pollen from different geographical areas. *Journal of Food Composition and Analysis*, 73: 29–38
  22. Guine R. P. F. (2015) Bee Pollen: Chemical Composition and Potential Beneficial Effects on Health. *Current Nutrition & Food Science*, 11(4),301-308.
  23. Katifori E., Alben S., Cerda E., Nelson D.R., Dumais J. (2010). Foldable structures and the natural design of pollen grains. vol. 107 ,no. 17 , 7635- 7639
  24. Kezić, N., Bubalo, D., Grgić, Z., Dražić, M., Barišić, D., Filipi, J., Ševar, M., Krakar, D., Tretinjak, V., (2013) *Konvencionalno i ekološko pčelarenje Interna skripta, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet*
  25. Komosinska-Vassev K., Olczyk P., Kafmierczak J., Mencner L., Olczyk K. (2015). *Bee Pollen: Chemical Composition and Therapeutic Application*. Hindawi Publishing Corporation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Volume 2015, Article ID 297425, 6 pages
  26. Kremp W. O. G. (1965). *Morphologic encyclopedia of palynology; an international collection of definitions and illustrations of spores and pollen*. University of Arizona
  27. Lilek N., Pereyra Gonzales A., Božič J., Kandolf Borovšak A., Bertoncej J. (2015). Chemical composition and content of free tryptophan in Slovenian bee pollen. *Journal of Food and Nutrition Research*, 54, 4: 323–333
  28. Mauriello G., De Prisco A., Di Prisco G., La Storia A., Caprio E. (2017). Microbial characterization of bee pollen from the Vesuvius area collected by using three different traps. *PLOS ONE*, 12(9): 1-17.
  29. Nascimento A. M. C. B., Luz Jr G. E. (2018). Bee pollen properties: uses and potential pharmacological applications-a review. *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research*. Volume 7 Issue 5 – 2018

30. Newstrom-Lloyd L., Raine I., Xun Li (2017). The power of pollen profiles, for planting trees for bees
31. Palinić D., Batinić K. (2014). Priručnik o medu, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru
32. Pinheiro-Costa B. K., Mesquita-Neto José N., Ordones Rego J., Schlindwein C. (2018). Trade off between quantity and size of pollen grains in the heterandrous flowers of *Senna pendula* (Fabaceae). *Acta Bot. Bras.* vol.32 no.3 Belo Horizonte July/Sept. 2018 Epub July 30, 2018
33. Ricciardelli d'Albore G. (1988). Mediterranean melissopalynology. Instituto di Entomologia Agraria, Universita degli Studi, Perugia
34. Saavedra-Carhuatocto D., Aguinaga-Castro F., Rojas-Idrogo C., Delgado-Paredes G. (2014). Analysis of pollen loads collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from Lambayeque province (Peru): Botanical origin and protein content. *Journal of Global Biosciences* 3 (1): 285-298
35. Sammataro D., Avitabile A. (2011). *The Beekeeper's Handbook*, Fourth Edition 2011. Comstock publishing associates, a division of Cornell University Press
36. Somerville D. (2011). Pollen trapping and storage. State of New South Wales through Department of Trade and Investment, Regional Infrastructure and Services 2011
37. Stanley R. G., Linskens H. F. (1974). *Pollen: Biology Biochemistry Management*. Springer, Berlin, Heidelberg
38. Von der Ohe K., Von der der Ohe W. (2003). Celle's Mellisopalynological Collection. Niedersächsisches Landesinstitut für Bienenkunde, Celle
39. Von der Ohe W., Persano Oddo L., Piana L., Morlot M., Martin P. (2004). Harmonised methods of melissopalynological analysis. *Apidologie*. 35. special issue. 18-25
40. Zagorščak M. (2011). Botaničko podrijetlo meda u livadnom medu i medljici s područja Našica. Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

#### Internet izvori:

1. Bogdanov S. (2016). *The Bee Pollen Book*, Chapter 1. Bee-Hexagon. Dostupno na: [https://www.researchgate.net/profile/Stefan\\_Bogdanov/publication/304011810\\_Pollen\\_Collection\\_Harvest\\_Compostion\\_Quality/links/5762c0c808aee61395bef502/Pollen-Collection-Harvest-Compostion-Quality.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Stefan_Bogdanov/publication/304011810_Pollen_Collection_Harvest_Compostion_Quality/links/5762c0c808aee61395bef502/Pollen-Collection-Harvest-Compostion-Quality.pdf) (Pristup: 29.06.2020.)
2. Državni hidrometeorološki zavod. Dostupno na: [www.meteo.hr](http://www.meteo.hr) (Pristup 21.08.2020.)
3. Government of British Columbia (2015). Bee behaviour during foraging, *Apiculture Bulletin*, British Columbia, Ministry of Agriculture. Dostupno na: <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and->

[industry/agriculture-and-seafood/animal-and-crops/animal-production/bee-assets/api\\_fs111.pdf](#) (Pristup: 14.07.2020.)

4. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža (2020). Dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=21179> (Pristup: 02.07.2020.)
5. Idlbek R., Budimir V., Filipi J. (2014.) Priručnik za obrazovanje odraslih iz područja pčelarstva. Veleučilište u Požegi. Dostupno na: <http://pcelarski-inkubator.vup.hr/dok/prirucnik-za-obrazovanje.pdf> (Pristupljeno: 02.07.2020.)
6. <https://blog.dnevnik.hr/apikultura/2013/01/1631482242/vanjska-gradapcele.2.html> (Pristupljeno: 10.08.2020.)