

UNIVERZA V LJUBLJANI
PEDAGOŠKA FAKULTETA
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
Program: Biologija in gospodinjstvo

VZORČENJE IN DOLOČITEV IZVORA OBNOŽINE ZIBAJOČIH
PLESALK MEDONOSNE ČEBELE

DIPLOMSKO DELO

Mentor: doc.dr. Božič Janko

Kandidat: Podrižnik Blaž

Ljubljana, maj, 2007

POPRAVKI

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija Biologije in gospodinjstva na Pedagoški fakulteti v Ljubljani. Opravljeno je bilo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, na Katedri za Etologijo.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: dr. Ivan Kos

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Mentor: doc. dr. Janko Božič

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za Biologijo

Ocenjevalec: prof. dr. Barbara Bajd

Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

Datum zagovora: 28.5.2007

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Blaž Podrižnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK 595.799:591.55(043.2)=863
- KG cvetni prah/obnožina/opazovalni panj/polutanti/čebelji ples
- AV PODRIŽNIK, Blaž
- SA BOŽIČ, Janko (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za Biologijo
- LI 2007
- IN VZORČENJE IN DOLOČITEV IZVORA OBNOŽINE ZIBAJOČIH PLESALK
MEDONOSNE ČEBELE
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP XI, 8 pregl., 47 sl., 35 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Cvetni prah obnožine pašnih čebel predstavlja dragocen vzorec iz okolja. V nalogi smo raziskovali možnosti uporabe vzorcev za raziskave specifičnega stanja okolja čebelje družine. Z dodatnim koriščenjem podatkov, ki smo jih pridobili med plesnim sporazumevanjem čebel lahko te podatke povežemo s sporočeno lokacijo medonosne rastline. Poskus uporabe čebelje družine kranjske čebele (*Apis mellifera carnica* Poll.), kot orodja za monitoring okolja je potekal od 30.7.2004 do 24.8.2004 v Zadrečki dolini v vasi Kokarje. Pridobili smo 111 vzorcev obnožine, dnevno do 22, ki smo jim določili botanično poreklo z mikroskopiranjem. Dodatno smo opravili tudi poskusa za preverjanje zanesljivosti uporabe informacij iz zibajočega plesa za ugotavljanje lokacije s pomočjo označenih čebel in krmiščema na oddaljenosti 175 m in 460 m. S preverjanjem rastišč na terenu smo ugotovili, da je mogoče povezati informacije iz čebeljega panja in obnožine s prisotnostjo rastlin v okolici poskusnega panja. Rezultati so uporabni pri morebitni pripravi nadaljnjih poskusov, ki bi vodili v izdelavo mobilne testne postaje podprte z video-računalniško tehnologijo za zbiranje vzorcev obnožine, nektarja ali celo čebel za natančnejše kemijske in biološke raziskave okolja.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dn
DC 595.799:591.55(043.2)=863
CX pollen/pollen loads/observation beehive/pollutants/bee dance
AU PODRIŽNIK, Blaž
AA BOŽIČ, Janko (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology
PY 2007
TI SAMPLING AND ORIGIN DEFINITION OF THE POLLEN LOADS COLLECTED
BY HONEYBEE WAGGLE DANCERS
DT Graduation Thesis (University studies)
NO XI, 8 tab., 47 fig., 35 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Pollen from the legs of the pasture bees is a precious sample from the environment. In the graduation thesis there have been studied the possibilities of using the samples for researching specific state of the bee family environment. Additional use of the data collected by the dancing communication of the bees can identify the location of the honey-bearing plant. An experiment, in which the Carniola bee family (*Apis mellifera carnica* Poll.) was used as a tool for monitoring of the environment, lasted from 30 July 2004 to 24 August 2004 in the Zadrebka valley in the village Kokarje. In such a way 111 samples of pollen were collected, daily up to 22, and botanic origin was defined for them by means of microscopy. Additional experiments were performed for checking credibility of using information from the wagging dance for finding out the location by means of marked bees and feeding points in the distance of 175 and 460m. By checking the plants on the field we found out that the information from the beehive and the pollen can be connected to the presence of plants in surroundings of the experimental beehive. The results are useful for further experiments to be continued by a mobile testing station supported by video-computer technology for collecting samples of the pollen, nectar or even bees for more accurate chemical or biological researches of the environment.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	IV
KEY WORDS DOCUMENTATION	V
KAZALO VSEBINE.....	VI
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO PREGLEDNIC.....	XI
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 ČEBELE IN OPRAŠEVANJE.....	2
2.1.1 Medsebojna soodvisnost čebel in rastlin	2
2.2 ČEBELE IN CVETNI PRAH	3
2.3 ZGRADBA CVETNEGA PRAHU	5
2.4 POVRŠINA PELODNIH ZRNC	6
2.4.1 Površina pelodnih zrnč glede na odprtine	6
2.4.2 Najpogostejše strukture na površini pelodnih zrnč	7
2.4.2.1 Mrežasta (retikulatna) površina.....	7
2.4.2.2 Progasta (striatna) površina	7
2.4.2.3 Bodičasta (ehinatna) površina	8
2.4.3 Manj pogoste strukture na površini pelodnih zrnč	9
2.4.3.1 Luknjičasta (perforatna) površina	9
2.4.3.2 Jamičasta (foveolatna) površina	9
2.4.3.3 Psilatna in granulatna površina	10
2.4.3.4 Bakulatna in gematna površina	10
2.5 VELIKOST PELODA.....	12
2.6 MEDEČE RASTLINE V SLOVENIJI	12
2.7 SPORAZUMEVANJE IN ORIENTACIJA ČEBEL	13
3 NAMEN IN HIPOTEZA	17
4 MATERIALI IN METODE	18
4.1 NATANČNOST ČEBELJEGA PLESA PREKO VNAPREJ PREDVIDENEGA UMETNEGA KRMIŠČA	20
4.1.1 Opis poskusa	20
4.1.2 Priprava poskusa	20
4.1.2.1 Izbira lokacije za umetno krmišče.....	20
4.1.2.2 Označevanje čebel.....	20
4.1.2.3 Umetno krmišče	22
4.1.2.3.1 Priprava vira čebelje hrane na umetnem krmišču	22
4.1.2.3.1.1 Priprava in sestava pogače	22
4.1.2.4 Privajanje čebel na umetno krmišče.....	23
4.1.3 Izvedba poskusa	23
4.1.3.1 Snemanje čebeljih plesov	23
4.1.4 Zbiranje in obdelava podatkov	24
4.1.4.1 Podatki dobljeni z čebeljimi plesi	24
4.2 ČEBELJI PLES IN LOKACIJSKO PODROČJE TER BOTANIČNI SESTAV ČEBELJE PAŠE	24
4.2.1 Opis poskusa	24
4.2.2 Izvedba poskusa	25
4.2.2.1 Snemanje čebeljih plesov	25

4.2.2.2 Odvzem vzorcev iz obnožine	25
4.2.3 Zbiranje in obdelava podatkov	26
4.2.3.1 Podatki dobljeni s snemalnim delom izvedbe poskusa	26
4.2.3.2 Podatki dobljeni z odvzemom vzorcev iz obnožin.....	26
4.2.3.2.1 Priprava preparatov za mikroskopiranje.....	26
4.2.3.2.2 Mikroskopiranje in slikanje vzorcev	27
4.2.3.2.3 Določanje botaničnega izvora cvetnega prahu	27
4.2.3.2.3.1 Čas pojavljanja določene vrste cvetnega prahu.....	27
4.2.3.2.3.2 Velikost pelodnih zrn	28
5 REZULTATI.....	29
5.1 POSKUS DOLOČITVE NATANČNOSTI ČEBELJEGA PLESA V OPAZOVALNEM PANJU PREKO VNAPREJ PREDVIDENEGA UMETNEGA KRMIŠČA	29
5.1.1 Poskus A.....	29
5.1.1.1 Rezultati v opazovalnem panju	29
5.1.1.2 Geografska določitev lokacije čebeljih plesov in primerjava z umetnim krmiščem v naravi	30
5.1.2 Poskus B.....	31
5.1.2.1 Rezultati na umetnem krmišču	31
5.1.2.2 Rezultati v opazovalnem panju	31
5.1.2.3 Geografska določitev lokacije čebeljih plesov in primerjava z umetnim krmiščem v naravi	32
5.2 POSKUS DOLOČITVE LOKACIJSKEGA PODROČJA ČEBELJE PAŠE PREKO ČEBELJEGA PLESA TER BOTANIČNA SESTAVA ČEBELJE OBNOŽINE	33
5.2.1 Rezultati čebeljih plesov v opazovalnem panju	33
5.2.2 Rezultati obnožin odvzetih v opazovalnem panju.....	37
5.2.2.1 Botanični izvor cvetnega prahu v obnožini.....	37
5.2.2.1.1 Pregled botanične uvrstitve cvetnih prahov iz obnožin.....	37
5.2.2.1.1.1 Opis in botanična uvrstitev tipov cvetnega prahu v obnožinah	37
5.2.2.1.2 Razvrstitev cvetnega prahu glede na intenziteto, čas in botanično uvrstitev	45
5.2.3 Geografska uvrstitev lokalitete čebeljih plesov in botanična pestrost čebeljih obnožin.....	47
6 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	50
6.1 RAZPRAVA	50
6.1.1 Učinkovitost vzorčenja.....	50
6.1.2 Določljivost izvora obnožine	51
6.1.3 Uporabnost vzorcev.....	51
6.1.4 Možnost za avtomatizacijo postopkov v prihodnosti	52
6.1.5 Predlog za rabo monitoringa okolja	53
6.2 SKLEPI	55
7 POVZETEK	56
8 PEDAGOŠKI DEL	57
9 VIRI.....	61
9.1 CITIRANI VIRI	61
9.2 DRUGI VIRI.....	63

KAZALO SLIK

Slika 1a,b: Naloge pašnih čebel..	4
Slika 2: Prečni prerez skozi plasti površine pelodnega zrnca.	5
Slika 3a,b: Lega kolpov pri pelodnih zrncah.	6
Slika 4a,b: Retikulatna površina pelodnih zrnca.	7
Slika 5a,b: Striatna površina pelodnih zrnca.	8
Slika 6a,b: Ehinatna površina pelodnih zrnca.	8
Slika 7: Perforatna površina pelodnih zrnca.	9
Slika 8a,b: Foveolatna površina pelodnih zrnca.	9
Slika 9a,b: Psilatna površina pelodnih zrnca.	10
Slika 10a,b: Granulatna površina pelodnih zrnca.	10
Slika 11a,b: Bakulatna površina pelodnih zrnca.	10
Slika 12a,b: Gematna površina pelodnih zrnca.	11
Slika 13a,b: Rugulatna površina pelodnih zrnca.	11
Slika 14a,b: Klavatna površina pelodnih zrnca.	11
Slika 15a,b: Verukatna površina pelodnih zrnca.	11
Slika 16a,b: Plesno sporazumevanje čebel.	14
Slika 17a,b: Prepoznavanje smeri paše s pomočjo smernega sporočila zibajočih plesalk.	15
Slika 18: Primerjalna razvrstitev vidnega spektra čebel in ljudi.	16
Slika 19a,b: Opazovalni panj.	19
Slika 20: Stojišče opazovalnega panja.	19
Slika 21: Markacija pašnih čebel z rumeno, rdečo in modro barvo na satu opazovalnega panja.	21
Slika 22: Snemanje pašnih čebel.	25

Slika 23a,b: Odvzem vzorca cvetnega prahu iz obnožine.....	26
Slika 24: Izsledki poskusa A.	30
Slika 25: Izsledki poskusa B.	32
Slika 26a,b: Cvetni prah <i>Zea mays</i> L. (koruza).....	37
Slika 27a,b: Cvetni prah <i>Impatiens</i> sp. L. (nedotika).....	38
Slika 28a,b: Cvetni prah <i>Plantago</i> sp. L. (trpotec).....	38
Slika 29a,b: Cvetni prah <i>Centaurea</i> sp. L. (glavinec).....	39
Slika 30: Cvetni prah <i>Heracleum</i> sp. L. (dežen).	39
Slika 31a,b: Cvetni prah <i>Cirsium</i> sp. Miller (osat).	40
Slika 32a,b: Cvetni prah <i>Filipendula</i> sp. Mill. (oslad).....	40
Slika 33a,b: Cvetni prah <i>Galeopsis</i> sp. L. (zebrat).....	41
Slika 34a,b: Cvetni prah <i>Leontodon</i> sp. L. (jajčar).	41
Slika 35a,b: Cvetni prah <i>Cichorium intybus</i> L. (navadni potrošnik).....	42
Slika 36a,b: Cvetni prah <i>Artemisia</i> sp. L. (pelin).....	42
Slika 37: Cvetni prah <i>Rubus</i> sp. L. (robida).....	43
Slika 38a,b: Cvetni prah <i>Trifolium</i> sp. L. (detelja).....	44
Slika 39a,b: Cvetni prah <i>Melilotus</i> sp. Hill. (medena detelja).	44
Slika 40: Prikaz intenzitete pojavljanja in botanične raznovrstnosti rastlin, ki so jih pašne čebele med poskusom obiskale na paši.	45
Slika 41: Prikaz zastopanosti določenih rastlinskih vrst, izoliranih iz obnožin v času poskusa.	46
Slika 42: Zračni posnetek prvega poskusa z prikazano botanično in lokacijsko determinacijo čebel 1-39.	47
Slika 43: Zračni posnetek prvega poskusa z prikazano botanično in lokacijsko determinacijo čebel 40-76.	47
Slika 44: Zračni posnetek prvega poskusa z prikazano botanično in lokacijsko determinacijo čebel 77-111.	48

Slika 45: Prepoznavna smeri paše s pomočjo smernega sporočila zibajočih plesalk..	58
Slika 46: Folijska mrežnica za odčitavanje dvanajstih smeri čebeljih plesov.	59
Slika 47a,b: Prikaz števila plesalk in smeri pri čebeljih plesih, ter časovnih intervalov.	60

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Osnovne kategorije velikosti pelodnih zrn.	12
Preglednica 2: Prikaz informacij pridobljenih z plesom poskusnih čebel pri poskusu A.	29
Preglednica 3: Prikaz informacij pridobljenih s plesom poskusnih čebel pri poskusu B.	31
Preglednica 4: Prikaz informacij pridobljenih iz plesov in analize obnožine poskusnih čebel 1-39.	34
Preglednica 5: Prikaz informacij pridobljenih iz plesov in analize obnožine poskusnih čebel 40-76.	35
Preglednica 6: Prikaz informacij pridobljenih iz plesov in analize obnožine poskusnih čebel 77-111.	36
Preglednica 7: Prikaz učnega načrta za učno vsebino Čebele, čebelnjak in čebelarjenje.	57
Preglednica 8: Delovni list za zapisovanje informacij o čebeljih plesih.	59

1 UVOD

Čebele v naravi nabirajo medicino, mano in cvetni prah za svojo prehrano in razvoj čebelje družine. Mano izločajo predvsem listne uši in kaparji in ne predstavljajo redne vsakoletne paše. Medonosne rastline pa v večjem ali manjšem obsegu cvetijo vsako leto. Čebelam nudijo medicino v medovnikih cvetov in cvetni prah. Čebele sesajo in ližejo medicino in mano in ju shranjujejo v medne golše. Hkrati, običajno pa posebej, zbirajo v koške na zadnjem paru nog obnožino s tlačanjem osmukanega cvetnega prahu cvetov. Na vir medenja in na cvetni prah cvetov pa lahko zaidejo tudi snovi iz zraka, ali pa preko rastlin iz tal. Tako nam vsaka posamezna čebela prinese svoj vzorec iz okolja svoje pašne poti na izbrani medonosni rastlini. Čebele običajno obiskujejo bolj pogosto le najbolj medečo rastlino, ali pa največ le nekaj primerljivo enako dobrih rastlin. Poleg tega pa se pojavljajo v manjšem obsegu tudi cvetni prahovi drugih rastlin. Ker so nabiralke cvetnega prahu običajno specializirane čebele za nošenje obnožine, medenje cvetov za obisk cvetov ni najpomembnejši dejavnik. Natančni dejavniki, ki uravnavajo izbiro rastlin za nabiranje cvetnega prahu niso podrobno pojasnjeni, vemo pa, da čebelje družine nabirajo cvetni prah na več rastlinah hkrati (Božič, 1998). V Sloveniji smo našli preko 140 različnih taksonov glede na obliko cvetnih prahov v točenem medu. Ker pa vrst ni mogoče določiti z običajno mikroskopijo, ocenjujemo, da ima vsaj 200 vrst različnih medonosnih rastlin (Božič s sod., 2006).

Čebele se pasejo tudi po več kilometrov stran od panja, čeprav večina pašnih čebel nabira na rastlinah, ki so bližje kot 1000 m od panja. To pa pomeni, da je glavna vzorčna površina za eno čebeljo družino nekaj km², natančneje 3,14 km² za 1000 m polmer območja. Donosnost iz bolj oddaljenih paš je slabša, kar običajno pomeni tudi manjše število pašnih čebel s teh pasišč in manjši prispevek k celokupnemu nabranemu medu ali zalogam cvetnega prahu (Božič, 1998). Čebele so zaradi svoje velike geografske razširjenosti izredno primerne za pridobivanje vzorcev iz določenih okolij (Božič, 2004). V Italiji so že v osemdesetih letih prejšnjega stoletja pričeli s projektom v katerem so čebelje družine uporabili kot indikatorske organizme za monitoring onesnaženih predelov okolja. V nalogi smo raziskovali možnosti uporabe vzorcev za raziskave specifičnega stanja okolja čebelje družine, njihovo uporabo pri kemijskih analizah za vsebnosti polutantov ter za ugotavljanje fitocenološke sestave okolja. Izvirnost naloge je v lokacijski determinaciji izvora obnožine s pomočjo zibajočega ples pašnih čebel. Na ta način smo želeli preizkusiti uporabnost čebel za raziskave specifičnih lokacij znotraj pašnega območja posamezne čebelje družine.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ČEBELE IN OPRAŠEVANJE

2.1.1 Medsebojna soodvisnost čebel in rastlin

Medsebojna odvisnost rastlin in čebel se je razvijala več milijonov let in prinaša koristi tako rastlinam, kot tudi čebelam. Ta soodvisnost se vedno bolj vzpostavlja tudi med rastlinami, čebelami in človekom, saj čebele oprashaujejo tudi rastline, katerih sadeži in semena predstavljajo hrano človeku. Z izboljšanjem oprashitve teh kultur se poveča pridelek rastlin in prav tako medu (Gregorc, 2002).

Čebele na medonosnih rastlinah iz cvetnega prahu dobijo nujno potrebne beljakovine in rudninske snovi iz nektarja in mane pa energijo. Cvetni prah se iz rastline na rastlino lahko prenaša s pomočjo vetra (vetrocvetke), ali pa z oprashaevalci – žuželke, določene vrste ptic (žužkocvetke). Če so v okolju prisotni oprashaevalci je za določeno rastlino zagotovo bolje, da del svojih sokov predela v nektar in proizvede zmerno količino cvetnega prahu, kot pa da oprashitev prepusti vetru in posledično zato proizvede ogromno količino cvetnega prahu. V svetu oprashaevalcev imajo čebele zelo pomembno vlogo, ker prezimujejo v zelo velikem številu in že zgodaj spomladi lahko v velikem številu opravljajo svojo funkcijo (Hoopingarner in Waller, 1995).

Čebelja družina sprejema iz okolja številne dražljaje. Med drugimi so prisotne tudi informacije o rastlinah, katere so čebelam zanimive zaradi vira cvetnega prahu in nektarja. Pašne čebele raziščejo morebitne nove vire ter v domačem panju čebelam zasledovalkam sporočijo informacijo o obsegu in vrsti paše. Čebele ocenijo katere rastline so za njih bolj zanimive in katere manj. Atraktivnost paše čebele ocenijo s pomočjo informacijskega sistema, ki temelji na podlagi etološko - fiziološko - kemijskih odnosov znotraj čebelje družine. V praksi se pogosto zgodi, da čebele opustijo bogat vir medenja in se preusmerijo na vir cvetnega prahu (intenzivno zaleganje je namreč povezano s povečanim vnosom cvetnega prahu). V določenih primerih se lahko zgodi, da čebele zbirajo le določeno vrsto cvetnega prahu, ostale pa povsem opustijo. To se zgodi med cvetenjem sadnega drevja, če v bližini cveti (*Brassica napus* – Oljna ogrščica), katere nektar vsebuje več sladkorja, kar imajo čebele rajši (Poklukar, 1998).

Cvetni prah ima večina cvetnic, ki čebelarom ponujajo tudi medicino, vendar so njihovi cvetovi z njim različno bogati. Prav tako obstajajo rastline, ki ne vsebujejo nektarja v cvetovih.

Pri teh rastlinah čebele nabirajo le cvetni prah (*Zea mays* - koroza, *Corylus avellana* - leska). Cvetovi imajo na zunanji strani čašo iz čašnih listov, znotraj venec iz venčnih listov, sredi cveta pa nekaj prašnikov, ki običajno obdajajo pestič. Čašni listi so navadno zeleni, medtem, ko so venčni pisani. Listi, ki grade čašo in venec so lahko prosti, delno ali popolnoma zrasli. Prašniki so navadno prosti, lahko pa so tudi zrasli. Pestič ima spodaj plodnico, na vrhu pa brazdo, na katero se lepi cvetni prah, ki ga žuželke prenašajo iz drugih cvetov. Na dnu cveta so navadno še dišavne in nektarne žleze. Nektarne žleze izločajo nektar ali medicino, ki je vodna raztopina sladkorjev. Sladkorji so rezultat fotosinteze, tako lahko pričakujemo, da je izločanje nektarja močnejše v sončnih, toplih in vlažnih dneh. Večina medonosnih rastlin je odvisna od vremenskih razmer med svetlim delom dneva, zato najbolje medijo v dopoldanskem času in okoli poldneva, le redke pa medijo tudi v popoldanskem času (Schuel, 1995).

2.2 ČEBELE IN CVETNI PRAH

Od fotosintezne aktivnosti je poleg izločanja nektarja odvisna tudi rast in zorenje cvetnega prahu. Ob iskanju medicine se zrel in lepljiv cvetni prah žužkocvetk v prašnikih prilepi na čebelo, katera ga prenaša iz cveta na cvet (Slika 1). Vendar pa je cvetni prah čebelarom kljub slabemu izločanju nektarja na voljo tudi v slabših pašnih razmerah. Pri vetrocvetkah cvetni prah raznaša veter, zato je nelepljiv (Božič, 1998).

Cvetni prah je zelo različnih velikosti in oblik. Večina pelodnih zrn je velikih od 30-50 μm (Rode, 1985). Največja dosežejo velikosti do 250 μm , najmanjša pa pod 10 μm (Kremp, 1965). Po obliki so cvetni prahovi večinoma kroglasti in jajčasti (Rode, 1985). Na površju imajo lahko več žlebičev, udrtin in drugih značilnih struktur. Ni povsem jasno, kakšen pomen imajo te strukture za opraševanje cvetov, vsekakor pa po njih pri pelodni analizi lahko precej zanesljivo določimo rastlinsko vrsto (Božič, 1998). Cvetni prah je moška zarodna plazma rastlin. Rastline ga potrebujejo za razmnoževanje, za njegov prenos med cvetovi pa je mnogo rastlin odvisnih od čebel. Zanje je veliko vrst cvetnega prahu privlačnih in užitnih (Winston, 1987).

Čebele ga nabirajo na cvetovih rastlin in ga kopičijo v koških na zadnjih nogah, kjer se oblikujeta dve grudici. Pri tem čebela cvetnemu prahu dodaja slino in nekaj nektarja. Cvetni prah skladiščen v satju ima povečano količino invertnega sladkorja, vsebuje pa tudi 3% mlečne kisline, ki je dober konzervans.

Grudica cvetnega prahu tehta približno 8 mg, sestavlja pa jo več tisoč do več milijonov pelodnih zrn. Cvetni prah je osnovna čebelja hrana in čebelam predstavlja vir beljakovin, maščob, rudninskih snovi in vitaminov (Kapš, 1998). Potrebe čebelje družine znašajo približno 15-55 kg cvetnega prahu na leto (Winston, 1987).



slika a



slika b

Slika 1a,b: Naloga pašnih čebel. Slika a - čebela nabira cvetni prah, slika b - čebela nabira medičino.
(Lastni vir - vse nadaljnje avtorsko neoznačene slike in tabele so avtorski posnetki).

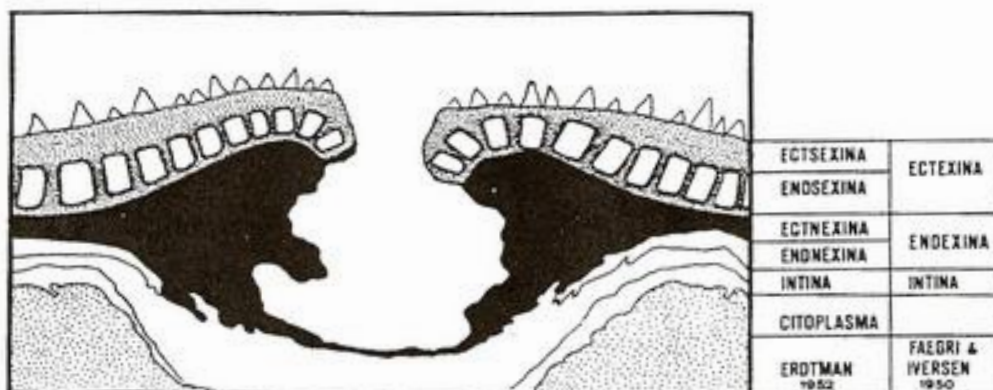
Sestavine cvetnega prahu so zelo različne. Odvisne so predvsem od rastlin, na katerih ga čebele nabirajo. V povprečju naj bi vseboval 30-40% vode, 11-35% beljakovin, 20-40% ogljikovih hidratov, 1-20% maščob ter 1-7% rudninskih snovi. Poleg tega pelod vsebuje še vitamine (vitamini B-skupine, provitamin A, vitamini C, D in K), antimikrobne snovi, aromatične snovi, pigmente, esencialne kisline (linolna, linolenska in arahidonska) ter rudninske snovi, predvsem K in P (Rihar, 1998). Winston (1987) navaja, da je cvetni prah sestavljen iz 6-28% beljakovin, manj kot 5% lipidov in manj kot 0,5% sterolov (ti so prekurzorji za sintezo holesterola). V njem so še sladkorji, škrob, vitamini in minerali.

Cvetni prah v zmernih količinah zelo pozitivno vpliva na zdravje ljudi. Zaradi precejšnje količine snovi podobnih ligninu in antibiotikov v sledih je klinična slika bolnika po njegovem uživanju zelo ugodna (Kapš, 1998).

2.3 ZGRADBA CVETNEGA PRAHU

Cvetni prah ali pelod pri razmnoževanju semenk predstavlja mikrosporo, iz katere nastane pelodni mešiček, v katerem ležijo spermalna jedra, ki v zarodkovem mešičku oplodijo žensko spolno celico makrosporo. Izvor peloda pogojuje tudi njegovo zgradbo. Protoplazma peloda, ki leži v notranjosti je ovita z več plastmi, ki se med seboj razlikujejo po obliki, snoveh in lastnostih. Prva plast, ki ovija protoplazmo je več ali manj kompaktna intina, ki je sestavljena iz kemijsko slabše obstojnih snovi. Sestavljena je iz več plasti, pri čemer v notranjih plasteh prevladujejo celulozna vlaknenca, zunanja plast pa je bogata s pektinom. Pri tvorbi pelodnega mešička sodeluje le intina. V zunanji ovojnici eksini so običajno oblikovane odprtine, ki jih imenujemo kalitvene oziroma germinative pore, skozi katere se pelodni mešiček iztegne iz zrnca. Eksina je v glavnem zgrajena iz kemijsko zelo odporne snovi sporopolenina. Ta spada med terpene in nastane z oksidativno polimerizacijo iz karotenoidov in karotenoidnih estrov. Funkcija sporopolenina je, da pelodno zrno ščiti pred izsušitvijo in pred drugimi škodljivimi zunanjimi vplivi. V eksini zrelega pelodnega zrnca najdemo še nekatere druge snovi, ki jih imenujemo pelodni kit (pollenkit). Sestavljajo ga značilna barvila, lepljive ter dišeče snovi, ki igrajo pomembno vlogo pri prenosu iz cveta na cvet (Rode, 1986).

Površina eksine je različno oblikovana. Strukture na njeni površini so tako značilne, da lahko po njih ločimo pelod posameznih družin, rodov in tudi vrst rastlin (Pustovrh, 2000). Odprtine za pelodni mešiček v eksini so najpogosteje v obliki podolgovate čolničaste oblike (kolp) ali v obliki okrogle odprtine (pora). Odprtine so lahko tudi drugačne ali pa celo manjkajo. Pri preučevanju stene peloda so ugotovili, da se eksina različno obarva. To je posledica različnega kopičenja sporopolenina v posameznih plasteh eksine. Zaradi tega eksino delimo še na endeksino, katera je globlje in ekteksino, ki se nahaja na površini eksine.



Slika 2: Prečni prerez skozi plasti površine pelodnega zrnca (Ricciardelli D'Albore, 1997).

Pri mikroskopiranju je mejo med tema dvema plastema težko določiti, zato si tu pomagamo z delitvijo eksine na seksino in neksino. Neksina je gladka, kompaktna in globlja plast eksine. Seksina pa je zunanja plast, ki se začne tam, kjer so na površini peloda vidne strukture v obliki različnih izrastkov (Slika 2). Vsaka oblika izrastkov in površine ima svoje ime, ki omogoča lažje prepoznavanje pelodnih zrn (Rode, 1986).

2.4 POVRŠINA PELODNIH ZRNC

2.4.1 Površina pelodnih zrn glede na odprtine

Pelodno zrnce ima na površini lahko vidne okrogle odprtine (pore). Takšna zrnca spadajo v skupino poratnih zrn. Druga skupina pelodnih zrn ima na površini podolgovate odprtine v obliki čolniča z jasnimi robovi (kolp). Ta zrnca spadajo v skupino kolpatnih zrn. Če se ti dve strukturi kombinirata, govorimo o kolporatnih zrnih. Poznamo tudi fenestratno obliko, pri kateri je na površini groba mreža bolj ali manj nazobčanih visokih robov z vgreznjenimi fenestrami oziroma okenci. Poznamo še tetrade, ki so prisotne predvsem pri iglavcih. Pri njih se štiri zrnca povezujejo v prostorsko strukturo, ki je prilagojena za raznašanje z vetrom. Glede na lego kolpov ali por s predpono zono- označujemo ekvatorialno lego teh tvorb. Predpona panto- pa pomeni, da so tvorbe posejane enakomerno po celotnem zrcu. Število kolpov ali por izražamo s predponami mono-, di-, tri-, tetra-, hexa- in poli-. Ker so pelodna zrnca prostorske tvorbe, jih lahko vidimo pod mikroskopom v najrazličnejših legah. Za določanje sta važni dve legi in sicer polarna ter ekvatorialna lega (Slika 3). Predvsem polarna lega je pomembna pri ugotavljanju števila kolpov. Za podrobnejše razvrščanje poratnih, kolpatnih in kolporatnih pelodov se uporabljajo tudi strukture na površini pelodnih zrn (Božič, 1986).



slika a



slika b

Slika 3a,b: Lega kolpov pri pelodnih zrnih. Ekvatorialna (slika a) in polarna (slika b) lega kolpov pri pelodnih zrnih *Trifolium sp.* L..

2.4.2 Najpogostejše strukture na površini pelodnih zrn

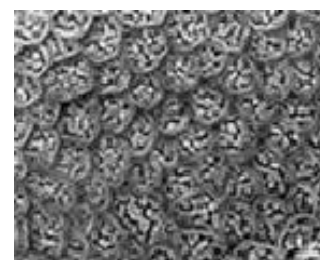
Najpogostejše strukture na površini pelodnih zrn, ki jih srečamo pri zrnih peloda medovitih rastlin, so mrežasta - retikulatna, progasta - striatna in bodičasta - ehinatna (Pustovrh, 2000).

2.4.2.1 Mrežasta (retikulatna) površina

Nastane s povezovanjem izrastkov, ki se med sabo povezujejo tako, da dajejo občutek mreže (retikulum) z večjimi in manjšimi ugreznitvami (Slika 4). Rastline iz rodu *Melilotus*, *Salix*, *Hypericum*, *Ligustrum*, *Rumex*, *Trifolium*, *Euphorbia* in *Brassica* imajo manj grobo retikulatno površino. Veliko manj je rastlinskih rodov, kot naprimer *Iris*, ki imajo grob retikulum z izrazitimi robovi. Vgreznitve so lahko enotne po celotnem interkolpiju ali pa se spreminjajo glede na lego na samem interkolpiju. Lahko so večje ob robu ali pa na sredini prostora med odprtnicami. Zrnca rodu *Platanus* imajo zelo droben retikulum, ki ga imenujemo mikroretikulum. Mrežasta površina se pod mikroskopom vidi kot svetlejša mreža s temnejšimi prostorčki (Pustovrh, 2000).



slika a



slika b

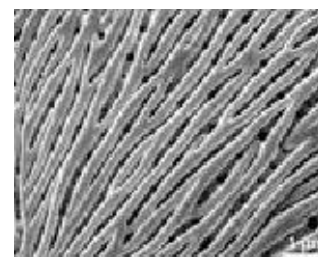
Slika 4a,b: Retikulatna površina pelodnih zrn. Slika a (Von der Ohe, 2003: 8), slika b (www.palдат.org/).

2.4.2.2 Progasta (striatna) površina

Izrastki se tukaj povežejo v daljše vzporedne izboklinice z vmesnimi kanalčki, kar daje videz drobnih prask oziroma črtic na interkolpijih (Slika 5). Značilno progasto površino imajo rastline iz družine *Rosaceae*. Strie pri zrnih te družine so različno izrazite, imajo pa tudi slabo vidno poro (endopora), ki je pri rodu *Rubus* in *Prunus* vidna le kot mostiček v žlebu, pri rodu *Crataegus* pa je pora vidna le kot začetek žleba. Značilno progasto površino imajo še rodovi *Sorbus*, *Pyrus*, *Malus* in *Rosa* ter rodovi, katerih pelod je trizonokolpatne oblike naprimer *Acer*, *Dryas*, *Trollius* in *Saxifraga*.



slika a



slika b

Slika 5a,b: Striatna površina pelodnih zrn. Slika a (Von der Ohe, 2003: 8), slika b (www.palдат.org/).

Včasih je sama določitev peloda otežena zaradi drobnih črtic na interkolpiju, kot pri rodu *Aesculus*, kjer jih zaradi izrazitejših struktur v žlebovih zlahka spregledamo (Pustovrh, 2000).

2.4.2.3 Bodičasta (ehinatna) površina

Površina je posuta z izrastki v obliki bodic (ehine), katere so spodaj na bazi širše, zgoraj pa se končajo z konico (Slika 6). Bodice so lahko po celotni površini enako velike ali pa različne. Pelodna zrnca z velikimi bodicami so iz rodov *Aster*, *Helianthus*, *Cucurbita* in *Tussilago*, medtem ko se manjše bodice pojavljajo pri rodovih *Dahlia*, *Scabiosa* in *Solidago*. Bodice se pod mikroskopom najlepše vidijo ob robu zrnca, kjer jih lahko natančneje opazujemo (Pustovrh, 2000).



slika a



slika b

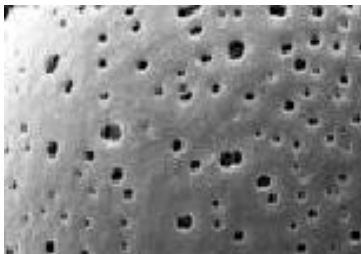
Slika 6a,b: Ehinatna površina pelodnih zrn. Slika a (Von der Ohe, 2003: 8), slika b (www.palдат.org/).

2.4.3 Manj pogoste strukture na površini pelodnih zrn

Pri opazovanju in opisovanju površine pelodnih zrn se srečujemo še z nekaterimi drugimi strukturami (Rode, 1986).

2.4.3.1 Luknjičasta (perforatna) površina

Pri tej površini so na tektumu prisotne drobne odprtine, ki dajejo videz, kot da je površina posuta s temnimi pikicami (Slika 7). Odprtine nikoli ne presegajo velikosti 1 μ m (Rode, 1986).



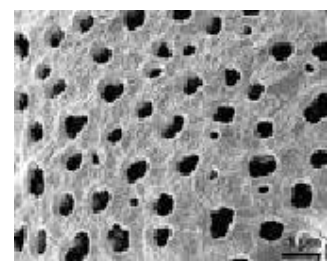
Slika 7: Perforatna površina pelodnih zrn (www.paldat.org/).

2.4.3.2 Jamičasta (foveolatna) površina

Jamičasta površina ima na tektumu večje odprtine kot luknjičasta površina. Pod mikroskopom so vidne večje, temnejše in izrazitejše površine (Slika 8). Takšna zrnca ima rod *Fagopyrum* (Rode, 1986).



slika a



slika b

Slika 8a,b: Foveolatna površina pelodnih zrn. Slika a (Von der Ohe, 2003: 8), slika b (www.paldat.org/).

2.4.3.3 Psilatna in granulatna površina

Na površini pelodnih zrn izrastki niso prisotni. V tem primeru opredelimo prisotnost in velikost drobnih izboklin na površini. Te nas lahko spominjajo na površino, posuto z zrci - granulatna površina (Slika 10), ali pa na površino, kjer zrnca sploh niso vidna - psilatna površina (Slika 9); (Rode, 1986).



slika a

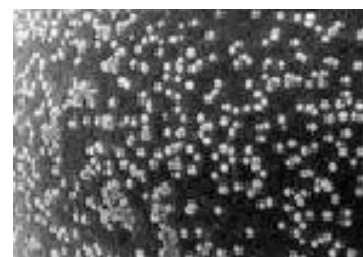


slika b

Slika 9a,b: Psilatna površina pelodnih zrn. Slika a (Von der Ohe, 2003: 8), slika b (www.palдат.org/).



slika a

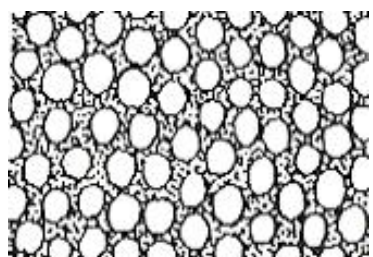


slika b

Slika 10a,b: Granulatna površina pelodnih zrn. Slika a (Von der Ohe, 2003: 8), slika b (www.palдат.org/).

2.4.3.4 Bakulatna in gematna površina

Izrastki določenih pelodnih zrn med sabo niso značilno povezani in jih najdemo posamično. Če so kijaste oblike, je to bakulatna površina pelodnega zrnca (Slika 11), če pa so izrastki popkasti, je površina gematna (Slika 12); (Rode, 1986).

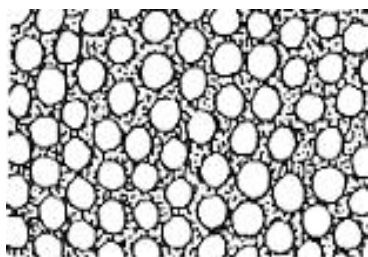


slika a

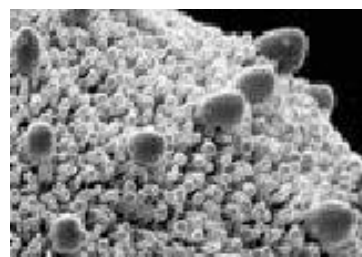


slika b

Slika 11a,b: Bakulatna površina pelodnih zrn. Slika a (Von der Ohe, 2003: 8), slika b (www.palдат.org/).

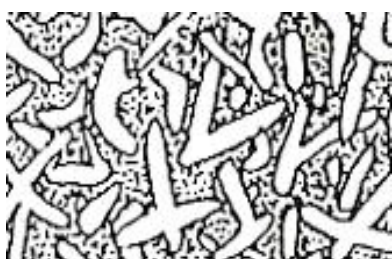


slika a



slika b

Slika 12a,b: Gematna površina pelodnih zrn. Slika a (Von der Ohe, 2003: 8), slika b (www.palдат.org/).

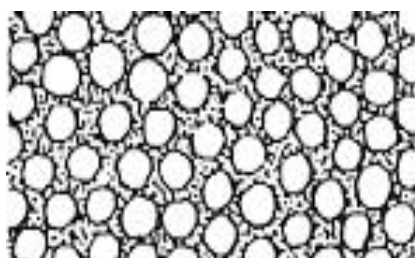


slika a



slika b

Slika 13a,b: Rugulatna površina pelodnih zrn. Slika a (Von der Ohe, 2003: 8), slika b (www.palдат.org/).

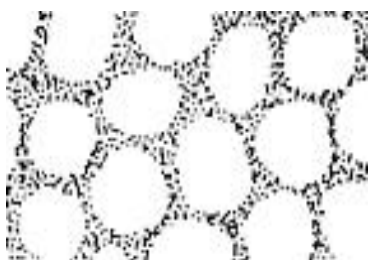


slika a



slika b

Slika 14a,b: Klavatna površina pelodnih zrn. Slika a (Von der Ohe, 2003: 8), slika b (www.palдат.org/).



slika a



slika b

Slika 15a,b: Verukatna površina pelodnih zrn. Slika a (Von der Ohe, 2003: 8), slika b (www.palдат.org/).

2.5 VELIKOST PELODA

Velikost pelodnih zrn se giblje od 2-250 μm . Parameter zanesljivosti pri mikroskopiranju je dokaj zanesljiv, obstaja pa določena variabilnost v velikosti pelodnih zrn znotraj iste rastlinske vrste. Na splošno pelod delimo v šest skupin (Preglednica 1); (Kremp, 1965).

Preglednica 1: Osnovne kategorije velikosti pelodnih zrn (Kremp, 1965).

Velikost v μm	Kategorije	Primer
< 10 μm	zelo majhen pelod	<i>Myosotis</i>
10-25 μm	majhen pelod	<i>Salix</i>
25-50 μm	srednje velik pelod	<i>Quercus</i>
50-100 μm	velik pelod	<i>Zea</i>
100-200 μm	zelo velik pelod	<i>Cucurbita</i>
> 200 μm	ogromen pelod	<i>Mirabilis</i>

2.6 MEDEČE RASTLINE V SLOVENIJI

V Sloveniji poznamo blizu 3000 semenk. Med temi obstaja več kot 1000 vrst rastlin, na katerih čebele nabirajo medicino in cvetni prah, vendar pa gospodarsko vse niso pomembne. Preostale vrste so trave in ostale vetrocvetke. Večina najpomembnejših medečih rastlin za čebele uspeva v večjih sestojih, ali pa je njihovo medenje vsaj časovno ločeno od drugih rastlin. V nekaterih primerih se več različnih vrst medečih rastlin pojavlja v skupnih združbah, ali pa cvetijo hkrati v podobnih združbah na ločenih krajih.

Slovenija leži na stičišču štirih flor: srednjeevropsko-alpske, mediteranske, panonske in ilirsko-dinarske. Ti vplivi flor predstavljajo štiri naravna fitogeografska območja. Na severu je prisotno Alpsko območje, ki ga tvorijo Julijske Alpe, Karavanke, Kamniško-Savinjske Alpe in Pohorje. Na jugozahodu se nahaja submediteransko območje. Od preostalih dveh območij se na jugu nahaja dinarsko, na vzhodu pa subpanonsko območje. Osrednji del Slovenije in njen jugovzhodni del nimata posebnih flornih vplivov, zato ta predel delimo še na predalpsko in preddinarsko območje, ki sta omejena s sosednjimi jasno izraženimi fitogeografskimi območji. Fitogeografska območja v Sloveniji se dokaj ustrezno prekrivajo z različnimi pašnimi razmerami.

Za pojavljanje rastlin je pomembno tudi rastišče, ki ga lahko opišemo po tipu rastlinske združbe (travniki, gozdi) in po višinskem pasu, katerega delimo na nižinski pas (do 600-700m), montanski pas (do gozdne meje), subalpski pas (ruševje do 2000m in več) ter alpski pas (Martinčič, 1999).

2.7 SPORAZUMEVANJE IN ORIENTACIJA ČEBEL

Medonosna čebela (*Apis mellifera carnica* Poll.) ima izredno razvito socialno življenje, kar znotraj čebelje družine pomeni organizirano delitev dela, kjer vsaka žuželka predstavlja integralni del celote (Gregorc, 2002).

Pašna aktivnost je v pomladnih in poletnih mesecih eno zadnjih dolgotrajnih opravil v življenju čebele delavke (Winston, 1987). Najbolj številčne v čebelji družini so prav neplodne čebele delavke, ki poleg matice in nekaj sto trotoev sestavljajo čebeljo družino (Gregorc, 2002). V zgodnjem razvoju, ko se čebela delavka izleže prične najprej čistiti celice satja in pokrivati zalego, kasneje pa sodeluje pri negi zalege, gradnji satja in čiščenju ostankov iz panja. Nato prične čebela delavka z opravljanjem v zunanem delu panja, kjer sodeluje pri ventiliranju panja, straži, na koncu pa opravlja aktivnosti na področju orientacijskih poletov in pašne aktivnosti (Winston, 1987). Na paši čebele delavke nabirajo cvetni prah, nektar, vodo ter nekatere druge snovi, kot so sladki sokovi rastlinskih plodov (Poklukar, 1998). Pašna čebela najpogosteje nosi cvetni prah ali medicino, redkeje pa prinese oboje naenkrat (von Frisch, 1965).

Nekatere pašne čebele takoj po prihodu v panj plešejo ples. Za bližnje pašne zibajoča plesalka pleše krožni ples, pri bolj oddaljenih pašah pa je ples v obliki sploščene osmice in ga imenujemo zibajoči ples (von Frisch, 1965). Najlažje si ga ogledamo na satju opazovalnega panja (Božič, 1998). Med zibajočim plesom plesalka preteče kratko razdaljo naprej, kjer ziblje zadek in pobrenčava s krili, nato pa se v polkrožnem zavoju vrača izmenjaje v levo in desno v izhodiščno točko plesa (Slika 16); (von Frisch, 1965). Med zibajočim plesom zibajočo plesalko spremljajo čebele spremljevalke in sledilke. Za razumevanje plesnih signalov je zelo pomemben pristop spremljevalk k zibajoči plesalki. Čebele med sledenjem plesalki zaznavajo sestavne elemente zibajočega plesa (Božič, 1998). Čebele spremljevalke, ki med plesom spremljajo zibajočo plesalko, kot plesoča skupina čebel porivajo preostale panjske čebele proč od plesne površine. Čebele, ki sledijo zibajoči plesalki z iztegnjenimi tipalnicami poskušajo z njo ostati v stiku ves čas (von Frisch, 1965).



slika a



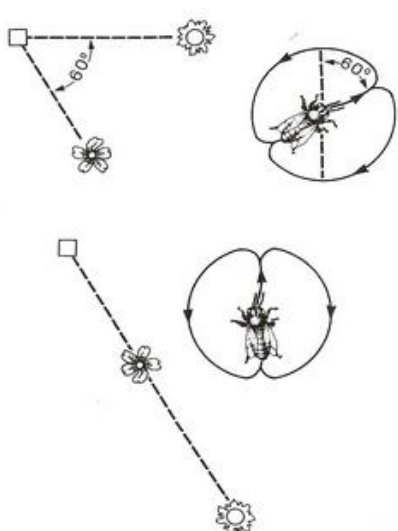
slika b

Slika 16a,b: Plesno sporazumevanje čebel. Zibajoča plesalka z zibajočim plesom čebelam sledilkam sporoči informacijo o smeri, oddaljenosti in kvaliteti čebelje paše. Slika a (Božič, 1998: 91), slika b (Winston, 1987: 156).

Vendar pa je večina čebel spremljevalk ob zibajoči plesalki prisotna le del zibanja ali v zavoju, le nekaterim pa uspe tik ob boku zibajoče plesalke slediti ves čas plesa. Sledilka se je s tipalnicami dotikala zibajoče plesalke med polkrožnim zavojem, manjkrat pa med zibanjem plesalke (Božič, 1992). Preden se zibajoča plesalka v polkrožnem zavojem levo ali desno vrne v izhodiščno točko zibajočega plesa, z zadkom potresava s hitrostjo 13-15 krat/s in pobrenčava s krili, kar povzroča nastanek vibracij (Winston, 1987). Med zibajočim plesom zibajoče plesalke spodbujajo čebele sledilke tudi z izmenjavo hrane, predvsem nektarja (Božič, 1992). Zibajoča plesalka z zibajočim plesom čebelam sledilkam sporoči informacijo o smeri čebelje paše, njeni oddaljenosti in sami kvaliteti čebelje paše (Winston, 1987). Smer zibanja plesalke glede na navpičnico, predstavlja smer čebelje paše glede na smer sonca v točno določenem trenutku, ko zibajoča čebela odpleše zibajoči ples (Slika 17); (von Frisch, 1965).

Oddaljenost od čebelje paše pa zibajoča plesalka sporoči z dolžino zibanja in pogostostjo potresavanja in pobrenčavanja med zibanjem (Božič, 1998). Večja kot je oddaljenost čebelje paše od panja, manjše je število krožnih poti na časovno enoto, poveča pa se število zibanj v ravnem delu zibajočega plesa (von Frisch, 1965).

Z oddaljenostjo paše se povečuje tudi trajanje zvoka, ki ga zibajoča plesalka oddaja med ravnim delom plesa (Wenner in Wells, 1990). Sama intenziteta določenih elementov plesa zibajočih plesalk, sledilkam sporoči tudi informacijo o sami kvaliteti čebelje paše. Intenzivnejši, kot so določeni elementi pri plesu, bolj je paša bogata (Winston, 1987). Na plesno sporazumevanje pri čebelah ima vpliv tudi fiziološko stanje čebel (Božič, 1998).



slika a



slika b

Slika 17a,b: Prepoznavna smeri paše s pomočjo smernega sporočila zibajočih plesalk. Smer zibanja plesalke glede na navpičnico predstavlja smer čebelje paše glede na smer sonca v točno določenem trenutku, ko zibajoča plesalka odpleše zibajoči ples. Slika a (Winston, 1987: 159), slika b (von Frisch, 1965: 137).

Tudi v oblačnem vremenu lahko pašne čebele na podlagi naučenih orientirjev v okolici panja in pašnih poteh ter s pomočjo njihove notranje fiziološke ure določijo smer sonca (Božič, 1998). Pašne čebele lahko sledijo robovom gozda, cestam, drevesom, čeprav orientirji niso nujno potrebni za njihovo orientacijo. Izkušene pašne čebele jih dodatno uporabljajo s soncem (von Frisch, 1965). Neizkušene pašne čebele pa morajo imeti na voljo vsaj koščke jasnega neba, ker skozi odseva značilen vzorec polarizirane svetlobe. Zaznavo polarizirane svetlobe jim omogoča posebna zgradba očesc v zgornjem delu sestavljenih oči, kjer imajo čebele vgrajene celične polarizacijske filtre (Božič, 1998).

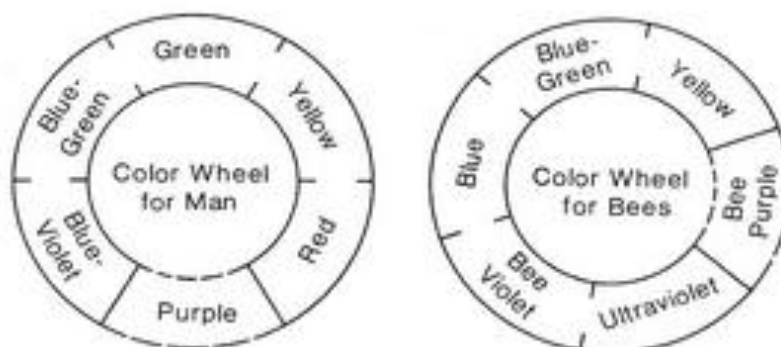
Pomembno je spoznanje, da informacija prenesena s čebeljim plesom med zibajočo plesalko in čebelo sledilko ni popolna, zato večina čebel sledilk ni uspešnih v prvem poskusu iskanja čebelje paše. Potrebni je 2-5 odletov, preden sledilke uspešno poiščejo čebeljo pašo.

Napake, ki se lahko pojavijo pri prenosu informacije pri zibajočem plesu se lahko kažejo v odstopanju 9-12°, vendar se ta napaka z izkušnostjo plesalke in čebele sledilke zmanjšuje. Pomembno je omeniti, da informacija o oddaljenosti čebelje paše, ki jo posreduje zibajoča plesalka, ne predstavlja absolutne oddaljenosti, ampak na nek način količino energije, ki jo čebela sledilka potrebuje do paše (Winston, 1987).

Čebele sledilke poleg signalov o kraju paše od zibajoče plesalke dobijo tudi vzorec nektarja in pašnih vonjav. Vonj paše je lahko že zadosten signal za uspešno iskanje paše (Božič, 1998). Vonj čebele vodi le iz razdalje nekaj metrov na lego cvetlic ali krmišča (von Frisch, 1965).

Wenner in Wells (1990), pa navajata, da je vonj zelo pomemben pri zelo oddaljenem viru paše, kjer čebele določajo vir vonja z letom cik – cak proti zračnemu toku.

Vidne sposobnosti omogočajo čebeli zaznavo ultravijoličnih vzorcev na cvetlicah, ki kot vodniki kažejo lego prašnikov, medovnikov in pestičev na cvetu. Vidni spekter, ki ga vidijo čebele poleg ultravijoličnega vsebuje tudi vijoličnega, modrega, modrozelenega, zelenega, rumenega in oranžnega, ne vsebuje pa rdečega vidnega spektra (Slika 18); (von Frisch, 1965).



Slika 18: Primerjalna razvrstitev vidnega spektra čebel in ljudi (Winston, 1987: 167).

Pri vidnem kotu manjšem od 5° čebele uporabljajo črno beli kontrast, pri večjem od 15°, pa zaznajo barvno lastnost tarče. Poleg vidnega dela spektra čebele zaznajo tudi gibanja in geometrijske vzorce, tako lahko z razdalje nekaj centimetrov prepoznajo vzorce rastlin na čebelji paši (Giurfa in Menzel, 1997).

3 NAMEN IN HIPOTEZA

HØ1: informacija iz zibajočega plesa se ne ujema z dejanskim rastiščem rastlin.

Čebelam, katere so plesale v obliki osmice, sem odvzel cvetni prah iz obnožine ter določil oddaljenost in smer čebelje paše. Odvzete vzorce obnožine sem mikroskopsko pregledal, ter jih primerjal z vzorci odvzetimi iz cvetočih rastlin iz mesta same določitve lokacije preko čebeljega plesa.

HØ2: vzorčenje s pomočjo zibajočega plesa ne omogoča nabiranja reprezentativnih vzorcev iz izbranega rastišča.

Namen te hipoteze se zelo dopolnjuje s prvo. Preko naključno odvzetih vzorcev obnožine plesočih čebel bi lokacijsko določili mesto čebelje paše in s kemijskimi analizami čebelje obnožine določili vsebnost polutantov na področju te čebelje paše. Zato je pomembno ugotoviti možno število vzorcev z določene lokacije.

4 MATERIALI IN METODE

Praktični del diplomske naloge je potekal v vasi Kokarje v Zadrecki dolini. Poskus je bil izveden v poletnem obdobju med 30.7.2004 in 5.9.2004. Sestavljen je bil iz dveh delov. V prvem delu poskusa, ki je potekal med 30.7.2004 in 19.8.2004, sem preko čebeljega plesa poskušal določiti natančno lokacijo čebelje paše ter z izdelavo mikroskopskih preparatov odvzetih obnožin poskušal določiti botanično vrsto rastlin, na katerih so pašne čebele nabirale cvetni prah. V drugem delu poskusa pa sem 4.9.2004 in 5.9.2004 preverjal natančnost čebeljega plesa preko vnaprej predvidenega umetnega krmišča.

V poskus je bila vključena čebelja družina slovenske avtohtone pasme čebel Kranjska sivka (*Apis mellifera carnica* Poll.), katera je bila predhodno naseljena v opazovalnem panju. Številčnost čebelje družine je ocenjena na celoten sat opazovalnega panja.

S premikanjem satov v navadnih panjih vznemirjamo čebele, zato vedenje čebelje družine opazujemo v opazovalnih panjih, kateri so izredno primerni tudi zaradi lažjega prenosa čebelje družine na različne lokacije (von Frisch, 1965). Velikost opazovalnega panja je bila 11,5 X 56 X 49cm, zgrajen pa je bil iz dveh AŽ satov, položenih drug na drugega. Sata sta bila preko plastičnih distančnikov vpeta v lesen okvir in na vsaki strani zaprta s steklom. Opazovalni panj je iz zunanje strani bil obojestransko zaščiten tudi z lesenimi vratci, v katerih je bila fiksirana toplotna zaščita z stiroporom. To je zelo pomembno predvsem v hladnejših jutrih in ob padcu temperatur ob slabem vremenu. Opazovalni panj je bil pokrit z manjšo odmikajočo se streho, katera je zadostovala slabim vremenskim razmeram (Slika 19). Velikost strehe za zaščito pred vplivom sončne svetlobe pri izvedbi poskusa je bila premajhna, zato sem med izvedbo poskusa nebni del panja še dodatno zaščitil.

Opazovalni panj mora biti na nebni delu med izvedbo poskusa zadostno zaščiten, da preprečimo vpliv sončne svetlobe, ki lahko moteče deluje na vedenje čebel. Pri tem je pomembno tudi preprečiti vidno polje čebel tako, da jim onemogočimo videnje delov modrega neba (von Frisch, 1965).



Slika 19a,b: Opazovalni panj. Zaradi dovršenega sistema razporeditve satov, je omogočeno lažje opazovanje pašnih plesalk.

Opazovalni panj je za razvoj čebelje družine in lažjo interpretacijo podatkov predstavljal odločilno vlogo, zato je za natančnost podatkov bilo predhodno potrebno pazljivo izbrati tudi njegovo lokacijo (Slika 20).

Opazovalni panj je bil lociran v neposredni bližini vasi Kokarje. V okolici vasi je precej kmetijskih površin (obdelani travniki, njive z določenimi kmetijskimi pridelki), nekaj pa je tudi neobdelanih, oziroma zgodnje poletno košenih travnikov. Le ti so zaradi cvetenja rastlin pred vsakoletno košnjo za čebele izredno pomembni. Opazovalni panj je bil orientiran JJV in postavljen zraven manjšega potočka Zijalka, ki je čebelam predstavljal vir pitne vode. Na strani, kjer je potekalo snemanje čebeljih plesov je bila starejša jablana, ki je predstavljala dobro zaščito pred negativnim vplivom sončne svetlobe, še dodatno zaščito pa so predstavljala visoka drevesa, ki rastejo ob potočku. Lokacija postavitve sončne ure je bila 20 m na odprtem delu travnika ob opazovalnem panju.



Slika 20: Stojišče opazovalnega panja. Zračni posnetek lokacije, kjer je z barvno piko označena lega opazovalnega panja (osnovna fotografija; ORTOFOTO - GURS, 2003).

4.1 NATANČNOST ČEBELJEGA PLESA PREKO VNAPREJ PREDVIDENEGA UMETNEGA KRMIŠČA

4.1.1 Opis poskusa

Pri poskusu smo poskušali pridobiti argumente za zanesljivost podatkov dobljenih pri opazovanju čebeljih plesov pri prvem poskusu. S postavitvijo umetnega krmišča smo pridobili poznano lokacijo, na podlagi katere smo oddaljenost in smer te lokacije od opazovalnega panja lahko primerjali z informacijami, dobljenimi pri snemanju čebeljih plesov v opazovalnem panju. To nam je omogočilo vpogled v natančnost čebeljih plesov na osnovi oddaljenosti in smeri čebelje paše od opazovalnega panja.

4.1.2 Priprava poskusa

4.1.2.1 Izbira lokacije za umetno krmišče

Čebele plešejo zibajoči ples za vir hrane, kateri je od opazovalnega panja oddaljen vsaj 100 m (von Frisch, 1965). Za lokacije, pri katerih je vir hrane bližje opazovalnemu panju, čebele plešejo krožni ples. Drugi poskus je bil sestavljen iz dveh delov.

Pri poskusu A je bilo umetno krmišče od opazovalnega panja oddaljeno 175 m v smeri S. Postavljeno je bilo na raven travnik v neposredni bližini reke Drete in lokalne ceste. Med opazovalnim panjem in umetnim krmiščem je bila na njivah prisotna monokultura koruze (Slika 24).

Pri poskusu B, pa je bilo umetno krmišče od opazovalnega panja oddaljeno 460m in locirano v isti smeri na večjem travniku ob gozdnem robu. Med opazovalnim panjem in umetnim krmiščem se nahaja reka Dreta in regionalna cesta Nazarje-Gornji grad (Slika 25).

4.1.2.2 Označevanje čebel

Označevanje čebel za poskus A in B je potekalo z uni Posca flomastri na vodni osnovi, ki so zdravstveno neoporečni za čebele. Za oba poskusa smo morali označiti le pašne čebele, zato smo jih označevali ob izletu iz opazovalnega panja. Na vhodu v opazovalni panj smo posamezno čebelo ujeli z gumijasto cevko na podtlak in čebelo pridržali tako, da smo jo lahko barvno označili na njeno oprsje. Za barvno označitev smo uporabili rdečo, rumeno in modro barvo (Slika 21).

Za poskus A, ki je potekal 4.9.2004 smo čebele predhodno označili z rumeno barvo. Označevanje smo izvedli 3.9.2004, označenih pa je bilo 250 čebel. Na dan izvedbe poskusa smo čebele, katere so obiskale umetno krmišče označili z rdečo barvo. Tako smo označili vse čebele, katere so bile predhodno obarvane rumeno, enako pa smo označili tudi čebele, katere so obiskale umetno krmišče in niso bile obarvane z nobeno barvo. Prednost označevanja z rdečo barvo so imele čebele, katere so predhodno že bile obarvane z rumeno barvo.

Pri poskusu B, ki je potekal 5.9.2004, so pašne čebele že bile predhodno obarvane pri poskusu A in sicer rumeno iz dne 3.9.2004 ter z rdečo z dne 4.9.2004. Med izvedbo poskusa B, pa smo z modro barvo označili vse čebele, katere so uspešno prišle na lokacijo umetnega krmišča poskusa B in so bile obarvane rumeno, rdeče ali pa sploh niso bile obarvane. Prednost označevanja z modro barvo so imele čebele, katere so bile predhodno označene z rumeno ali rumeno in rdečo barvo. Čebele so se na barvno oznako hitro privadile, tako da težav pri izletu oz. znakov agresije zaradi barvne označitve nismo opazili.

Pri barvni označitvi čebel iz dne 3.9.2004 z rumeno barvo obstaja verjetnost, da smo med označevanjem pašnih čebel označili tudi kakšno čebelo, katera se je prišla na brado panja trebit. Vendar smo pri poskusu A zabeležili le plese čebel, pri katerih so čebele imele rdečo barvno oznako, pri poskusu B pa plese, pri katerih so čebele bile označene z modro barvo.



Slika 21: Markacija pašnih čebel z rumeno, rdečo in modro barvo na satu opazovalnega panja.

4.1.2.3 Umetno krmišče

Umetno krmišče je bilo sestavljeno iz lesenega podstavka na višini 0,5 m od tal, kjer je bil postavljen mini panj za prenos čebel. Ta je čebelam nudil dobro zaščito pred direktnim soncem, nam pa zaradi omejenega vhoda v panj omogočal lažje označevanje pašnih čebel, katere so uspešno našle umetno krmišče.

4.1.2.3.1 Priprava vira čebelje hrane na umetnem krmišču

Čebelja hrana na krmišču je bila pri obeh poskusih pogača, katera je bila dobro zaščitena v plastičnem ovoju, ki je bil za lažji dostop čebel izrezan na več mestih. Za napeljevanje čebel na umetno krmišče smo v neposredni bližini opazovalnega panja namestili dvojnik umetnega krmišča z vakuumskim pitalnikom, v katerem je bila sladkorna raztopina. Ta je bil zelo preprosto sestavljen iz prozornega plastičnega lončka z volumnom 2dl, ki je bil poveznjen na kovinski pokrovček kozarca za vlaganje. Med kovinski pokrovček in plastični kozarec smo vstavili tudi lesene distančnike iz zobotrebecv, ki so omogočali, da je sladkorna raztopina iztekala iz plastičnega kozarca.

4.1.2.3.1.1 Priprava in sestava pogače

Za pripravo pogače smo potrebovali: mleti jedilni sladkor, domač metin čaj in polivinil folijo. Pogača je bila pripravljena iz 1kg zmletega jedilnega sladkorja in 3dl domačega metinega čaja. Pri obeh poskusih smo čebelam na umetnem krmišču skupno pripravili za dve pogači hrane. Domač metin čaj smo uporabili zato, da je pogači dal specifičen vonj, kar je čebele še dodatno stimuliralo.

4.1.2.3.1.2 Priprava in sestava sladkorne raztopine

Za pripravo sladkorne raztopine smo potrebovali: jedilni sladkor, domač metin čaj. Sladkorna raztopina za dražilno krmljenje je bila pripravljena v razmerju 1:1 in sicer smo uporabili 2 dl domačega čaja iz mete in 20 dag jedilnega sladkorja. Sladkorna raztopina je tako imela enak vonj kot pogača, kar je privabljalno oz. stimuliralo čebele.

4.1.2.4 Privajanje čebel na umetno krmišče

Najprej smo dvojnik umetnega krmišča postavili v neposredno bližino opazovalnega panja. Pri vходу v opazovalni panj smo označene pašne čebele poskušali zvabiti na omočeno leseno palčko, katera je bila prepojena z sladkorno raztopino. Te čebele smo počasi prenesli do dvojnika umetnega krmišča. Ko smo zasledili vračanje določenih čebel, smo dvojnik umetnega krmišča premaknili za krajšo razdaljo nekaj metrov v smeri umetnega krmišča. Razdaljo smo postopno povečevali, dokler nismo v nekaj urah prišli do umetnega krmišča. S tem so bili postavljeni vsi pogoji za začetek poskusa. Privajanje čebel na umetno krmišče je pri poskusu A in B potekalo enako, le da je pri poskusu B zaradi oddaljenosti umetnega krmišča od opazovalnega panja bilo potrebnega več časa, da smo čebele pripeljali do pripravljene krmišča.

4.1.3 Izvedba poskusa

4.1.3.1 Snemanje čebeljih plesov

Snemanje zibajočih plesalk pri poskusu A in B je potekalo v opazovalnem panju s pomočjo prenosne digitalne kamere Sony DCR-TRV 140 E (Slika 22). Video posnetke smo zapisali na kasete TDK Hi8 (60min). Pri poskusu A, ki je potekal v časovnem okviru med 13.00 in 14.30 uro, smo večino čebeljih plesov zabeležili med 13.37 in 14.08 uro, pri poskusu B, ki je potekal med 12.00 in 14.00, pa med 12.37 in 13.28 uro. Med temi časovnimi okviri je pri poskusu A zibajoči ples odplesalo 11 poskusnih čebel, pri poskusu B pa 8. Večina čebeljih plesov je bila posnetih na spodnjem plesnem delu satu v neposredni bližini vhoda v opazovalni panj.

Pri poskusu A smo snemali čebele, ki so plesale zibajoči ples in bile označene z rdečo barvo, pri poskusu B pa čebele označene z modro barvo. Med snemanjem smo zvočno zabeležili tudi nekatere podatke, predvsem zaporedno številko poskusne čebele ter čas. V trenutku čebeljega plesa smo na sončno uro zarisali tudi smer sonca, s pomočjo katere nam je kasneje bilo omogočeno izračunati smer čebelje paše in jo primerjati z lokacijo čebelje paše na umetnem krmišču.

4.1.4 Zbiranje in obdelava podatkov

4.1.4.1 Podatki dobljeni z čebeljimi plesi

Podatke dobljene s snemanjem je bilo zaradi lažje obdelave podatkov potrebno pretvoriti iz kaset TDK Hi8 v računalniško obliko. To nam je omogočil program Pinnacle studio, s katerim smo podatke pretvorili v zapis na DVD-R Verbatim 4,7GB. Obdelavo posnetkov na računalniku nam je omogočil program Windows media player. Podatki so naknadno bili urejeni s pomočjo računalniškega programa MS Excel 2000.

Podatki, ki smo jih dobili z snemanjem čebeljih plesov, so vsebovali informacije o označenosti čebel z določeno barvo, smeri ter oddaljenosti opazovalnega panja od umetnega krmišča. Dejansko smer paše smo primerjali s smerjo čebelje paše določene z opazovanjem in merjenjem smeri zibanja plesalke glede na navpičnico, kar predstavlja smer čebelje paše glede na smer sonca v določenem trenutku. Izmerili smo tudi trajanje zibanja in ga primerjali s funkcijo odvisnosti trajanja zibanja od oddaljenosti paše po von Frischu (1965) in tako ovrednotili uporabnost funkcije v drugih naših poskusih.

4.2 ČEBELJI PLES IN LOKACIJSKO PODROČJE TER BOTANIČNI SESTAV ČEBELJE PAŠE

4.2.1 Opis poskusa

Pri tem poskusu je bil naš cilj ugotoviti, ali bi lahko preko plesa pašnih čebel ugotovili točno lokacijo (smer, oddaljenost) čebelje paše, ter s pripravo mikroskopskih preparatov določili rastlinski izvor obnožin, ki so bile prisotne na pašnih čebelah v času plesa. Mikroskopske preparate odvzetih vzorcev obnožin smo naknadno primerjali z mikroskopskimi preparati cvetnega prahu, odvzetega na rastlinah na lokaciji čebelje paše določeni preko čebeljega plesa. Na teh rastlinah smo vzorce cvetnega prahu odvzeli le, če je na njih bila opažena prisotnost čebel. Sledil je popis in nabiranje še določenih vrst medonosnih rastlin, ki niso bile opažene na lokaciji čebelje paše, ter primerjava cvetnih prahov čebeljih obnožin in rastlin, na katerih smo na čebelji paši zasledili pašne čebele.

4.2.2 Izvedba poskusa

4.2.2.1 Snemanje čebeljih plesov

Snemanje in obdelava video posnetkov je potekalo enako kot v zgoraj opisanih poskusih (4.1.3 in 4.1.4). Snemanje čebel plesalk in zbiranje obnožine je potekalo vsakodnevno med 30.7.2004 in 19.8.2004 in sicer med 8.15. uro dopoldan ter 14.15 uro popoldan, v primeru slabega vremena pa se je snemanje nadaljevalo naslednji dan. Največja intenziteta čebeljih plesov je bila zabeležena med 9.00 in 12.00 uro. Med snemanjem smo zvočno beležili tudi zaporedno številko poskusne čebele, čas, in barvo cvetnega prahu. Na koncu vsakega posnetka čebeljega plesa smo na sončno uro zarisali tudi smer sonca, preko katere smo kasneje lahko izračunali smer čebelje paše. Snemali smo le čebele, ki so v koških na zadnjih nogah nosile obnožino (vzorec cvetnega prahu) in plesale zibajoči ples.



Slika 22: Snemanje pašnih čebel. Prikaz poskusa, kjer smo z digitalno kamero zabeležili sporočanje informacij zibajočih plesalk.

4.2.2.2 Odvzem vzorcev iz obnožine

Ko je pašna čebela odplesala zibajoči ples je bilo potrebno pridobiti še vzorec cvetnega prahu iz obnožine (Slika 23). To smo storili s pomočjo cevke in podtlaka, s pomočjo katerih smo čebelo pridržali, medtem pa osmukali cvetni prah v čisto epico, ki je bila označena z isto številko, kot je predhodno bila dodeljena pašni čebeli na zvočnem zapisu. Pri odvzemu vzorcev je bilo potrebno paziti na čistočo zaradi morebitne onesnaženosti vzorcev z drugim cvetnim prahom.



Slika 23a,b: Odvzem vzorca cvetnega prahu iz obnožine.

4.2.3 Zbiranje in obdelava podatkov

4.2.3.1 Podatki dobljeni s snemalnim delom izvedbe poskusa

Podatki, katere smo v nadaljevanju urejali s programom MS Excel 2000 so vsebovali zapise o smeri in oddaljenosti čebelje paše, kar smo pridobili iz analize zibajočih čebeljih plesov (opisano v 4.1.4). Oddaljenost čebelje paše smo določili na podlagi merjenja časov zibanj zibajočih plesalk. Ostali podatki pridobljeni iz zvočnega zapisa pa so vsebovali še čas čebeljega plesa ter oznako zibajoče plesalke.

4.2.3.2 Podatki dobljeni z odvzemom vzorcev iz obnožin

4.2.3.2.1 Priprava preparatov za mikroskopiranje

Obstaja več načinov priprave mikroskopskih preparatov za opazovanje cvetnega prahu. Mikroskopski preparati so lahko sveži ali trajni. Pripravili smo trajne mikroskopske preparate, ki so bili pripravljene tako, da smo na objektno stekelce nanesti 3 kapljice Xylol-a, kateremu smo dodali vzorec cvetnega prahu in ga premešali preden se je Xylol osušil. Nato smo dodali kapljico Merckoglas-a in preparat pokrili s krovnim stekelcem.

Pri vzorcih, ki so bili zaradi prevelike izsušenosti slabo vidni smo dodatno naredili še dvojnik trajnega preparata in sicer na osnovi akacijevega medu. Cvetni prah smo nanesti na objektno steklo, dodali kapljico akacijevega medu, pokrili s krovnim steklom in po 84 urah opazovali pod mikroskopom. Cvetni prah se je v akacijevem medu lepo napel in bil v določenih primerih lepo viden. V poskusu je bilo izdelanih 111 trajnih preparatov vzorcev cvetnega prahu iz čebelje obnožine.

4.2.3.2.2 Mikroskopiranje in slikanje vzorcev

Izdelavi trajnih mikroskopskih preparatov je sledilo mikroskopiranje in slikanje vzorcev. Izvedeno je bilo na Biotehniški fakulteti v Ljubljani na Oddelku za biologijo in sicer v mikroskopirnici katedre za Zoologijo, kjer imajo opremo s katero je bila omogočena izvedba tega dela poskusa. Za mikroskopiranje smo uporabili mikroskop Axioskop-Opton, kjer smo mikroskopirali pod 400-1000x povečavo. Na zgornjem delu mikroskopa smo namestili digitalni fotoaparatus, s katerim smo fotografirali trajne preparate cvetnega prahu iz obnožin. Fotografirali smo z digitalnim fotoaparatom Nikon Coolpix 4500, iz njega pa smo fotografije prenesli v računalnik. To nam je omogočal računalniški program Nikon Viewer. V poskusu je bilo opravljenih 111 fotografij trajnih preparatov cvetnega prahu iz čebelje obnožine.

4.2.3.2.3 Določanje botaničnega izvora cvetnega prahu

Z mikroskopiranjem trajnih preparatov cvetnega prahu obnožine in njihove primerjave preko fotografij smo poskušali določiti botanični izvor cvetnega prahu oziroma vrsto rastline, kateri pripada cvetni prah. Fotografije so nam bile v veliko pomoč predvsem zaradi hkratnega opazovanja oblike in velikosti cvetnih prahov večjih trajnih preparatov in njihove medsebojne primerjave.

Pri določevanju botaničnega izvora cvetnega prahu čebelje obnožine je največji poudarek bil na času pojavljanja, velikosti pelodnih zrn ter obliki in površini pelodnih zrn.

Pri tem so nam bili v veliko pomoč različni Palinološki atlas (Von der Ohe K&W, 2003) in svetovni internetni atlas rastlin in njihovih pelodnih zrn kot je Paldat (<http://www.paldat.org/>).

4.2.3.2.3.1 Čas pojavljanja določene vrste cvetnega prahu

Pri določanju vrste cvetnega prahu smo se lahko orientirali tudi na čas cvetenja določene rastline. To nam je bilo v veliko pomoč predvsem v primerih, kjer je bilo zaradi velike podobnosti med cvetnimi prahovi težko določiti vrsto rastline, na kateri je pašna čebela nabrala cvetni prah. V teh primerih smo lahko rastline, ki se ne pojavljajo v tem obdobju preprosto izločili. Čas cvetenja oziroma pojavljanja določenih rastlinskih vrst smo preverjali po knjigi Mala flora Slovenije (Martinčič, 1999).

4.2.3.2.3.2 Velikost pelodnih zrn

Izmerili smo približne velikosti pelodnih zrn, kar nam je omogočalo lažjo uvrstitev v določeno skupino pelodnih zrn. Velikost smo izmerili s pomočjo okularnega merilca, pri čemer je bilo potrebno predhodno umeriti mikroskop s pomočjo primerjave merilca na trajnem merilnem preparatu in okularnega merilca.

Cvetni prah določenih preparatov smo na Čebelarški zvezi Slovenije s pomočjo računalniškega programa AXIOVISION 4.4 še natančneje izmerili, vendar večjih odstopanj kot 2-5 μm ni bilo.

4.2.3.2.3.3 Površina in oblika pelodnih zrn

Pri določanju površine in oblike pelodnih zrn je potrebno omeniti, da smo pelod opazovali pod svetlobnim mikroskopom. To nam ni omogočilo natančnejšega pregleda struktur na površini pelodnih zrn. Cvetni prah trajnih mikroskopskih preparatov obnožine smo tako lahko uvrstili le v družino ali bolj natančno rod, le v določenih primerih smo lahko z zagotovostjo trdili, da je cvetni prah pripadal točno določeni rastlinski vrsti. Za natančnejše opredelitve cvetnih prahov iz čebelje obnožine bi morali uporabiti še zahtevnejše tehnike oziroma postopke, kot je uporaba elektronskega mikroskopa ali DNK analiza odvzetih cvetnih prahov.

5 REZULTATI

5.1 POSKUS DOLOČITVE NATANČNOSTI ČEBELJEGA PLESA V OPAZOVALNEM PANJU PREKO VNAPREJ PREDVIDENEGA UMETNEGA KRMIŠČA

5.1.1 Poskus A

Dne 4.9.2004 smo s snemanjem pričeli ob 10.00 uri in sicer ob istem času, kot smo čebele s počasno hojo privedli do umetnega krmišča in jih pričeli označevati z rdečo barvo. Ples prve čebele A1, je bil v opazovalnem panju zabeležen ob 13.37 uri (Preglednica 2). Poskusne čebele, katere so bile predhodno na bradi opazovalnega panja obarvane z rumeno barvo, so potrebovale 160 min, da so informacijo o lokaciji umetnega krmišča sporočile čebelam spremljevalkam v panju. Podatka o videnju prve čebele označene z rdečo barvo, ki ni plesala v opazovalnem panju zaradi prekinitev snemanja, ni bilo mogoče pridobiti.

5.1.1.1 Rezultati v opazovalnem panju

Preglednica 2: Prikaz informacij pridobljenih z plesom poskusnih čebel pri poskusu A. Informacije zajemajo čas čebeljih plesov, časovno trajanje čebeljih plesov in oddaljenost umetnega krmišča od opazovalnega panja.

Datum	Številka poskusne čebele	Čas čebeljega plesa	Trajanje čebeljega plesa (s)	Oddaljenost krmišča od panja (m)
4.9.2004	A1	(13.37)	0,45	210
	A2	(13.38)	0,4	175
	A3	(13.39)	0,4	175
	A4	(13.42)	0,45	210
	A5	(13.48)	0,4	175
	A6	(13.50)	0,4	175
	A7	(13.53)	0,45	210
	A8	(13.54)	0,4	175
	A9	(14.03)	0,4	175
	A10	(14.07)	0,4	175
	A11	(14.08)	0,4	175

Pri poskusu A je plesalo 11 poskusnih pašnih čebel. Časovno zaporedje plesov je bilo zelo strnjeno, kar nam pove, da takrat ko pašne čebele identificirajo lokacijo ponujene paše (v našem primeru umetno krmišče), le-to zelo intenzivno z zibajočim plesom sporočajo ostalim čebelam spremljevalkam v opazovalnem panju. Pri našem poskusu je od plesa prve poskusne čebele A1 do zadnje A11 minilo 31 min.

Čas trajanja zibajočega plesa je variral od 0,4-0,45 s. To pomeni, da je pri sporočanju informacije o oddaljenosti prišlo do časovnega odstopanja le do 0,05 s. Tu je potrebno omeniti tudi manjšo možnost napake zaradi človeškega faktorja, ki pa na same podatke nima bistvenega vpliva. Če rezultate povzamemo glede na oddaljenost umetnega krmišča od opazovalnega panja, ki sta bila oddaljena približno 175 m, ugotovimo, da informacije, katere so preko pašnih čebel bile sporočene čebelam spremljevalkam bistveno ne odstopajo od naše meritve (Slika 24). Informacije, ki so jih pašne čebele sporočale čebelam spremljevalkam v panju so variirale od najmanjše 175 m, pa do največje 210 m. To pomeni, da je prišlo do maksimalnega odstopanja 35 m.

5.1.1.2 Geografska določitev lokacije čebeljih plesov in primerjava z umetnim krmiščem v naravi



Slika 24: Izsledki poskusa A. Zračni posnetek lokacije, kjer je z rumeno barvo označena lokacija opazovalnega panja in umetno krmišče, ki sta bila medsebojno oddaljena 175m. Z rdečo barvo so označeni rezultati dobljeni z sporočanjem zibajočih plesalk (osnovna fotografija; ORTOFOTO - GURS, 2003).

5.1.2 Poskus B

5.1.2.1 Rezultati na umetnem krmišču

Poskus je potekal 5.9.2004. Snemanje čebeljih plesov v opazovalnem panju smo pričeli ob 10.50 uri in sicer istočasno, kot smo pričeli z označevanjem čebel na umetnem krmišču. Čebele so bile 4.9.2004 pri poskusu A že obarvane z rdečo barvo, nekatere pa so pri poskusu ostale neoznačene z rdečo barvo tako, da so obdržale prvotno rumeno barvo. Oba tipa čebel sta bila pri poskusu B označena z modro barvo. Ples prve poskusne čebele B1 je v opazovalnem panju bil zabeležen ob 12.37 uri (Preglednica 3), kar pomeni da so pašne čebele potrebovale približno 110 min, da so informacijo o lokaciji umetnega krmišča sporočile čebelam sledilkam v opazovalnem panju. Vendar pa so čebele označene z modro barvo v opazovalnem panju na posnetku videne že po 60 min ob 11.49 uri, vendar brez zibajočega plesa.

5.1.2.2 Rezultati v opazovalnem panju

Preglednica 3: Prikaz informacij pridobljenih s plesom poskusnih čebel pri poskusu B. Informacije zajemajo čas čebeljih plesov, časovno trajanje čebeljih plesov in oddaljenost umetnega krmišča od opazovalnega panja.

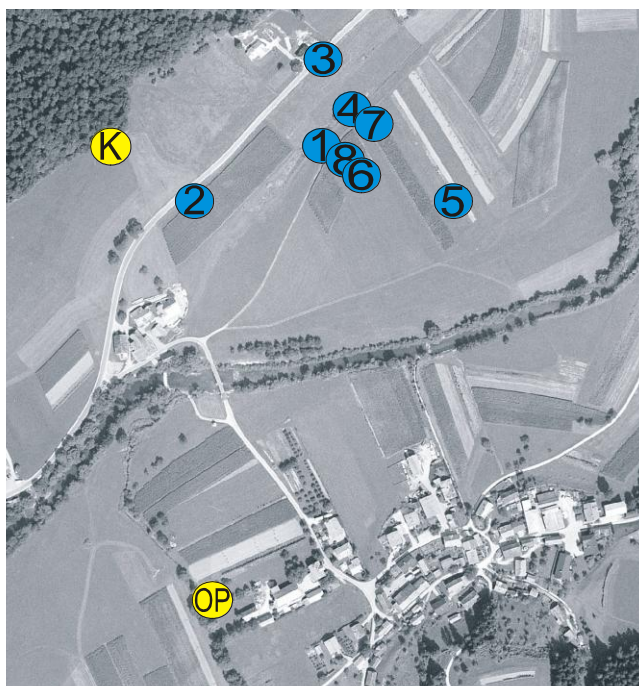
Datum	Številka poskusne čebele	Čas čebeljega plesa	Trajanje čebeljega plesa (s)	Oddaljenost krmišča od panja (m)
5.9.2004	B1	(12.37)	0,85	470
	B2	(12.38)	0,85	470
	B3	(12.41)	0,9	505
	B4	(12.45)	0,9	505
	B5	(12.49)	0,85	470
	B6	(12.49)	0,8	440
	B7	(12.51)	0,9	505
	B8	(13.28)	0,8	440

Pri poskusu B je plesalo 8 poskusnih pašnih čebel. Od plesa prve pašne čebele B1 do zadnje pašne čebele B8 je poteklo le 51 min. To pomeni, da je bila intenziteta sporočanja lokacije kvalitetne paše zelo visoka, vendar nižja kot pri poskusu A, kjer je v 31 minutah 11 pašnih čebel plesalo zibajoči ples. To bi lahko razložili tudi z samo oddaljenostjo umetnega krmišča od opazovalnega panja, ki je bila večja pri poskusu B.

Časovno trajanje čebeljih plesov je variiralo od 0,8-0,9 s. To pomeni, da je med plesi prihajalo do razlik v velikosti 0,1 s, kar je več kot pri poskusu A. Glede na razdaljo umetnega krmišča od opazovalnega panja, ki je znašala 460 m, lahko sklepamo, da so informacije, ki so jih pašne čebele med zibajočim plesom posredovale čebelam spremljevalkam relativno natančne. Pri njihovem sporočanju se pojavi razpon od najnižje vrednosti 440 m, do najvišje 505 m. To pomeni, da je prišlo pri sporočanju informacij do odstopanja 65 m.

Pri poskusu B je prišlo do večjega odstopanja pri sporočanju informacije o smeri umetnega krmišča (Slika 25). Razlogi za to se nahajajo v slabši zaščiti satu pred vplivom sonca. Pri poskusu B je na posnetkih bil dokazan negativni vpliv sončne svetlobe na ples zibajočih plesalk, zaradi česar je prišlo do spremenjene informacije o lokaciji umetnega krmišča. Vpliv sonca se je pokazal pri čebelah B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7. Ravno tako od ciljne lokacije odstopa ples čebele B8, čeprav na to čebelo sonce ni imelo direktnega vpliva, ni pa izključeno, da je čebela zaznala jasno nebo. Inklinacija sonca v času poskusa je bila 25° . To je kot, s katerim so pašne plesalke čebelam sledilkam pri poskusu B napačno sporočale smer čebelje paše.

5.1.2.3 Geografska določitev lokacije čebeljih plesov in primerjava z umetnim krmiščem v naravi



Slika 25: Izsledki poskusa B. Zračni posnetek lokacije, kjer je z rumeno barvo označena lokacija opazovalnega panja in umetno krmišče, ki sta bila medsebojno oddaljena 460m. Z modro barvo so označeni rezultati dobljeni z sporočanjem zibajočih plesalk (osnovna fotografija; ORTOFOTO - GURS, 2003).

5.2 POSKUS DOLOČITVE LOKACIJSKEGA PODROČJA ČEBELJE PAŠE PREKO ČEBELJEGA PLESA TER BOTANIČNA SESTAVA ČEBELJE OBNOŽINE

Poskus je zajemal analizo 111 vzorcev, odvzetih iz čebeljih obnožin ter analizo podatkov, ki smo jih pridobili s snemanjem čebeljih plesov med 30.7.2004 in 24.8.2004.

5.2.1 Rezultati čebeljih plesov v opazovalnem panju

Poskus je zajemal analizo 111 zibajočih čebeljih plesov posnetih na digitalno kamero med 30.7.2004 in 24.8.2004 (Preglednica 4,5,6). Časovni razpon intenzivnosti zibajočih plesov je bil zabeležen od 9.00 (ples številka P62), ter do 14.55 ure (plesu številka P2).

Razpon trajanja zibanja je variiral od 0,35 s do 2 s, kar v naravnem merilu pomeni 145 m do 1225 m. Daljše, kot je potresavanje pašnih čebel z zadkom, večja je oddaljenost opazovalnega panja od krmišča.

Podatke o naravni oddaljenosti paše od opazovalnega panja smo pridobili s pretvorbo razpona trajanja zibanja v mersko enoto za oddaljenost v metrih. Pri določitvi natančne lokacije čebelje paše je možno odstopanje v velikosti 50 m v naravi, kar je dokaj zanesljiva določitev.

Pri štirih poskusnih čebelah so podatki odstopali od povprečja tako, da zibajočega plesa ni bilo opaziti. Čebele so v teh primerih pri plesih P12, P16, P24 in P25 plesale potresavi ples in imele zmanjšano količino obnožine. Pri plesu P24 in P25 je prišlo verjetno do košnje bližnjega travnika, ker sta obe čebeli na isti dan, oziroma zaporedno plesali potresavi ples. Pri plesih P12, P16, P24 in P25 je bilo zaradi odsotnosti zibajočega plesa nemogoče ugotoviti natančno lokacijo čebelje paše, pri vseh štirih primerih pa smo uspeli izolirati botanični izvor cvetnega prahu.

Preglednica 4: Prikaz informacij pridobljenih iz plesov in analize obnožine poskusnih čebel 1-39. Zajemajo čas čebeljih plesov, časovno trajanje čebeljih plesov, oddaljenost čebelje paše od opazovalnega panja ter botanično determinacijo.

Datum	Številka čebeljega plesa	Čas čebeljega plesa	Trajanje čebeljega plesa (s)	Oddaljenost paše od panja (m)	Botanična določitev
30.7.2004	P1	(13.55)	0,8	440	<i>Centaurea sp. L.</i>
	P2	(14.55)	0,5	245	<i>Heracleum sp. L.</i>
31.7.2004	P3	(10.17)	0,4	175	<i>Cirsium sp. Mill.</i>
	P4	(10.22)	0,65	345	<i>Zea mays L.</i>
	P5	(10.34)	0,55	275	<i>Heracleum sp. L.</i>
	P6	(10.45)	0,5	245	<i>Filipendula sp. Mill.</i>
	P7	(11.13)	0,5	245	<i>Filipendula sp. Mill.</i>
	P8	(11.34)	0,4	175	NEZNANO
	P9	(11.43)	0,5	245	<i>Zea mays L.</i>
	P10	(11.47)	0,55	275	<i>Zea mays L.</i>
	P11	(11.53)	0,5	245	<i>Zea mays L.</i>
	4.8.2004	P12	(10.43)	PP	PP
5.8.2004	P13	(09.17)	0,4	175	<i>Heracleum sp. L.</i>
	P14	(09.20)	0,5	245	<i>Galeopsis sp. L.</i>
	P15	(09.23)	0,4	175	<i>Leontodon sp. L.</i>
	P16	(10.30)	PP	PP	<i>Plantago sp. L.</i>
	P17	(10.47)	0,35	145	<i>Plantago sp. L.</i>
6.8.2004	P18	(09.22)	0,35	145	<i>Plantago sp. L.</i>
	P19	(09.27)	0,35	145	<i>Leontodon sp. L.</i>
	P20	(09.49)	0,35	145	<i>Cichorium intybus L.</i>
	P21	(09.53)	0,35	145	<i>Cichorium intybus L.</i>
	P22	(10.03)	0,35	145	<i>Cichorium intybus L.</i>
7.8.2004	P23	(10.06)	0,4	175	<i>Plantago sp. L.</i>
	P24	(10.23)	PP	PP	<i>Cichorium intybus L.</i>
	P25	(10.29)	PP	PP	<i>Cichorium intybus L.</i>
	P26	(10.47)	0,4	175	<i>Plantago sp. L.</i>
	P27	(11.22)	0,45	210	<i>Cichorium intybus L.</i>
8.8.2004	P28	(10.33)	0,4	175	<i>Trifolium sp. L.</i>
10.8.2004	P29	(12.03)	0,4	175	<i>Artemisia sp. L.</i>
11.8.2004	P30	(09.27)	0,4	175	<i>Cichorium intybus L.</i>
	P31	(09.40)	0,45	210	<i>Cichorium intybus L.</i>
	P32	(10.00)	2	1225	<i>Leontodon sp. L.</i>
12.8.2004	P33	(09.21)	0,55	275	<i>Heracleum sp. L.</i>
	P34	(09.28)	0,5	245	<i>Impatiens sp. L.</i>
	P35	(09.49)	0,45	210	<i>Zea mays L.</i>
	P36	(09.54)	0,65	345	<i>Plantago sp. L.</i>
	P37	(09.57)	0,4	175	<i>Cirsium sp. Mill.</i>
	P38	(10.28)	0,35	145	<i>Zea mays L.</i>
15.8.2004	/	/	/	/	/

Preglednica 5: Prikaz informacij pridobljenih iz plesov in analize obnožine poskusnih čebel 40-76. Zajemajo čas čebeljih plesov, časovno trajanje čebeljih plesov, oddaljenost čebelje paše od opazovalnega panja ter botanično determinacijo.

Datum	Številka čebeljega plesa	Čas čebeljega plesa	Trajanje čebeljega plesa (s)	Oddaljenost paše od panja (m)	Botanična določitev
17.8.2004	P40	(09.22)	1	575	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P41	(09.24)	0,45	210	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P42	(09.25)	0,55	275	<i>Plantago</i> sp. L.
	P43	(09.26)	0,55	275	<i>Zea mays</i> L.
	P44	(09.28)	0,45	210	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P45	(09.34)	0,45	210	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P46	(09.39)	0,45	210	<i>Plantago</i> sp. L.
	P47	(09.40)	0,45	210	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P48	(09.42)	0,5	245	<i>Leontodon</i> sp. L.
	P49	(09.53)	1	575	<i>Impatiens</i> sp. L.
	P50	(09.54)	0,5	245	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P51	(09.56)	0,4	175	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P52	(09.59)	0,35	145	<i>Zea mays</i> L.
	P53	(10.07)	0,4	175	<i>Leontodon</i> sp. L.
	P54	(10.09)	0,35	145	<i>Zea mays</i> L.
	P55	(10.10)	0,45	210	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P56	(10.14)	0,5	245	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P57	(10.16)	0,35	145	<i>Zea mays</i> L.
	P58	(10.19)	0,4	175	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P59	(10.35)	0,4	175	<i>Zea mays</i> L.
P60	(10.44)	0,5	245	<i>Impatiens</i> sp. L.	
P61	(11.06)	0,5	245	<i>Plantago</i> sp. L.	
18.8.2004	P62	(09.00)	0,45	210	<i>Leontodon</i> sp. L.
	P63	(09.05)	0,4	175	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P64	(09.09)	0,4	175	<i>Leontodon</i> sp. L.
	P65	(09.10)	0,4	175	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P66	(09.13)	0,45	210	<i>Leontodon</i> sp. L.
	P67	(09.28)	0,5	245	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P68	(10.07)	0,4	175	<i>Galeopsis</i> sp. L.
	P69	(10.13)	0,5	245	<i>Melilotus</i> sp. Hill.
	P70	(10.22)	0,4	175	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P71	(10.33)	0,45	210	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P72	(10.34)	0,45	210	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P73	(10.42)	0,45	210	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P74	(10.55)	0,45	210	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P75	(11.09)	0,4	175	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P76	(11.21)	0,45	210	<i>Trifolium</i> sp. L.

Preglednica 6: Prikaz informacij pridobljenih iz plesov in analize obnožine poskusnih čebel 77-111. Zajemajo čas čebeljih plesov, časovno trajanje čebeljih plesov, oddaljenost čebelje paše od opazovalnega panja ter botanično determinacijo.

Datum	Številka čebeljega plesa	Čas čebeljega plesa	Trajanje čebeljega plesa (s)	Oddaljenost paše od panja (m)	Botanična določitev
19.8.2004	P77	(08.31)	0,55	275	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P78	(08.36)	0,45	210	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P79	(08.40)	0,6	310	<i>Leontodon</i> sp. L.
	P80	(08.48)	0,35	145	<i>Zea mays</i> L.
	P81	(09.03)	0,5	245	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P82	(09.08)	0,5	245	<i>Zea mays</i> L.
	P83	(09.13)	0,45	210	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P84	(09.22)	0,9	505	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P85	(09.41)	0,45	210	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P86	(09.46)	0,45	210	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P87	(09.47)	N	N	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P88	(10.08)	0,45	210	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P89	(10.09)	0,4	175	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P90	(10.10)	0,7	375	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P91	(10.21)	0,45	210	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P92	(10.36)	0,45	210	<i>Trifolium</i> sp. L.
P93	(10.42)	0,5	245	<i>Melilotus</i> sp. Hill.	
P94	(11.05)	0,65	345	<i>Melilotus</i> sp. Hill.	
20.8.2004	P95	(08.36)	0,45	210	<i>Plantago</i> sp. L.
	P96	(08.38)	0,4	175	<i>Leontodon</i> sp. L.
	P97	(08.39)	0,45	210	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P98	(08.58)	0,35	145	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P99	(09.01)	0,35	145	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P100	(09.29)	0,5	245	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P101	(09.31)	0,5	245	<i>Trifolium</i> sp. L.
	P102	(09.42)	0,45	210	<i>Trifolium</i> sp. L.
22.8.2004	P103	(10.42)	0,8	440	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P104	(10.55)	0,35	145	<i>Cichorium intybus</i> L.
24.8.2004	P105	(09.29)	0,45	210	NEZNANO
	P106	(10.20)	0,35	145	<i>Zea mays</i> L.
	P107	(10.55)	0,55	275	<i>Rubus</i> sp. L.
	P108	(10.58)	0,4	175	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P109	(11.07)	0,4	175	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P110	(11.12)	0,45	210	<i>Cichorium intybus</i> L.
	P111	(11.28)	0,4	175	<i>Trifolium</i> sp. L.

5.2.2 Rezultati obnožin odvzetih v opazovalnem panju

5.2.2.1 Botanični izvor cvetnega prahu v obnožini

Pri vseh 111 zabeleženih plesih je bil odvzet vzorec iz čebelje obnožine, preko katerega smo kasneje z mikroskopsko analizo določili botanični izvor posameznega vzorca. V dveh primerih in sicer pri vzorcih čebelje obnožine odvzetih pri zibajočem plesu P8 in P105 je bila botanična določitev neuspešna. Vzorec plesa P8, odvzet dne 31.7.2004, je zaradi botanične neuvrščeniosti v grafu opredeljen pod neznan (Slika 40), zibajoči ples pa je pri tem plesu uspešno zabeležen (Preglednica 4).

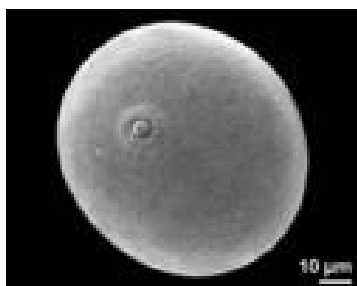
Pri vzorcu plesa P105, odvzetem 24.8.2004, je zaradi slabega vzorca bila botanična uvrstitev čebelje obnožine onemogočena. V grafu je zaradi slabega vzorca opredeljen pod neznan (Slika 40), lokacijska določitev čebelje paše pa je bila uspešna (Preglednica 6).

5.2.2.1.1 Pregled botanične uvrstitve cvetnih prahov iz obnožin

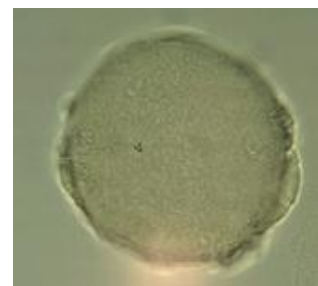
Botanično je bilo opredeljenih 14 tipov cvetnega prahu. Pri nekaterih tipih vrstna determinacija ni bila izvedljiva zato smo določili le družino ali rod tega določenega tipa cvetnega prahu.

5.2.2.1.1.1 Opis in botanična uvrstitev tipov cvetnega prahu v obnožinah

Zea mays L. (koruza): to vrsto uvrščamo v družino *Poaceae* (trave) in sicer *Panicoideae* ter rod *Zea* L.. Je kultivirana pokončna enoletnica, ki cveti julija in avgusta. Cvetni prah korusa je poratni in sicer monoporatni, sama površina pa je psilatna (Slika 26).



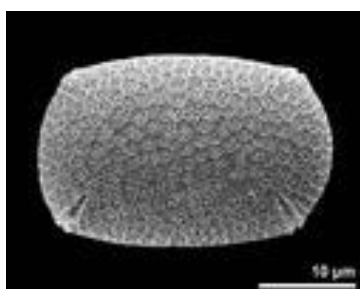
slika a



slika b

Slika 26a,b: Cvetni prah *Zea mays* L. (koruza). Slika a SCAN posnetek (www.paldata.org/), slika b pod svetlobnim mikroskopom.

Impatiens sp. L. (nedotika): ta rod uvrščamo v družino *Balsaminaceae* (nedotikovke). So zelnate rastline, ki dobro uspevajo v vlažnih okoljih, predvsem ob bregovih rek in potokov. Cvetijo od julija do septembra, kar je odvisno od vrste. O vrstni determinaciji je težko zagotovo govoriti, ker poznamo 4 vrste. Najverjetneje so čebele cvetni prah nabirale na *Impatiens glandulifera* Royle (Žlezava nedotika), katera je v okolici opazovalnega panja ob reki Dreti dobro zastopana. Ne smemo pa izključiti tudi možnosti vrste *Impatiens noli tangere* L. (Navadna nedotika). Obe namreč cvetita od julija do avgusta. Cvetni prah nedotike je tetrakolporaten, površina pa je retikulatna (Slika 27).



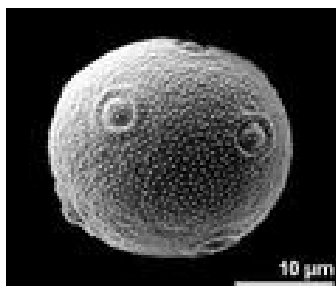
slika a



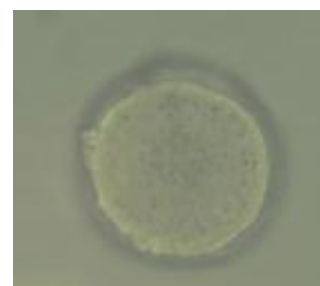
slika b

Slika 27a,b: Cvetni prah *Impatiens sp.* L. (nedotika). Slika a SCAN posnetek (www.paldata.org/), slika b pod svetlobnim mikroskopom.

Plantago sp. L. (trpotec): ta rod uvrščamo v družino *Plantaginaceae* (trpotčevke). So enoletnice ali zelnate trajnice, ki dobro uspevajo na travnikih in cvetijo od aprila do oktobra. Čas cvetenja je odvisen od vrste. Ker poznamo 10 vrst je vrstna determinacija nezanesljiva. Najverjetneje gre za vrsti *Plantago lanceolata* L. (ozkolistni trpotec), ki cveti od aprila do oktobra in *Plantago media* L. (srednji trpotec), ki cveti od junija do septembra. Najbolj je v okolici opazovalnega panja zastopan predvsem *Plantago lanceolata* L. Ne smemo pa izključiti tudi možnosti za vrsto *Plantago major* L. (veliki trpotec), ki cveti od junija do septembra. Cvetni prah je poliporaten, njegova površina pa je verukatna (Slika 28).



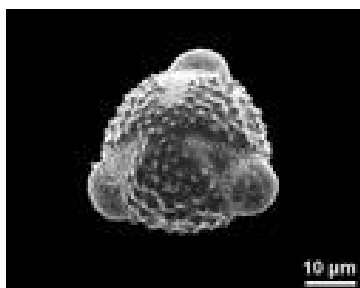
slika a



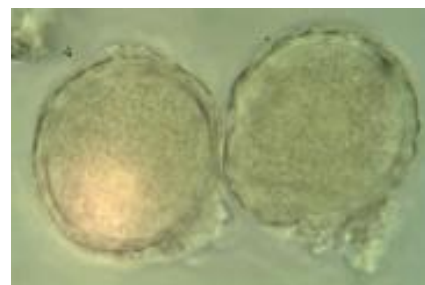
slika b

Slika 28a,b: Cvetni prah *Plantago sp.* L. (trpotec). Slika a SCAN posnetek (www.paldata.org/), slika b pod svetlobnim mikroskopom.

Centaurea sp. L. (glavinec): ta rod uvrščamo v družino *Asteraceae* (nebinovke) in sicer *Cardueae*. V družini uspevajo enoletnice, dvoletnice in zelnate trajnice. Rod zajema 23 vrst, zato je o natančni vrstni determinaciji težko zanesljivo govoriti. Najverjetneje je v vzorcu prisotna vrsta *Centaurea jacea* L. (navadni glavinec), ki cveti od junija do oktobra in dobro uspeva na travnikih. V okolici opazovalnega panja je bila najbolj zastopana. Ne smemo pa izvesti tudi možnosti za vrsto *Centaurea scabiosa* L., ki jo delimo na dve podvrsti *Centaurea scabiosa scabiosa* (poljski glavinec) in *Centaurea scabiosa fritschii* Hayek (Fritschev glavinec), ki cvetita od junija do oktobra. Cvetni prah glavinca je trikolporaten, površina pa je ehinantna (Slika 29).



slika a



slika b

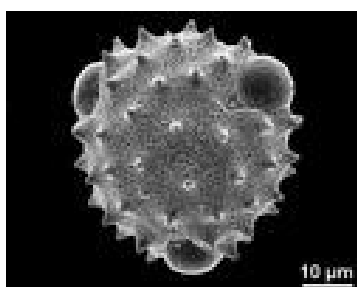
Slika 29a,b: Cvetni prah *Centaurea sp.* L. (glavinec). Slika a SCAN posnetek (www.paldata.org/), slika b pod svetlobnim mikroskopom.

Heracleum sp. L. (dežen): ta rod uvrščamo v družino *Apiaceae* (kobulnice) in sicer *Apioideae*. V družini so zastopane enoletnice, dvoletnice in trajnice s koreniko, ki dobro uspevajo ob travnikih in nekošenih travnikih. V rod uvrščamo 4 vrste, zato je o natančni determinaciji vrste težko zagotovo govoriti, vendar gre najverjetneje za *Heracleum sphondylium* L. (skupina navadnega dežena), ki cveti od julija do septembra. Cvetni prah dežena je trikolporaten z verukatno površino (Slika 30).

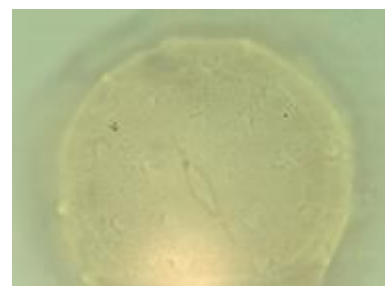


Slika 30: Cvetni prah *Heracleum sp.* L. (dežen). Pod svetlobnim mikroskopom.

Cirsium sp. Mill. (osat): ta rod uvrščamo v družino *Asteraceae* (nebinovke) in sicer *Cardueae*. V družini uspevajo enoletnice, dvoletnice in zelnate trajnice. Rod zajema 16 vrst, zato o natančni vrstni determinaciji z zanesljivostjo težko govorimo. Najverjetneje pridejo v poštev 3 vrste in sicer *Cirsium oleraceum* L. (mehki osat), ki cveti od julija do septembra in je bil v okolici opazovalnega panja najbolj zastopan. Preostali dve vrsti sta *Cirsium arvense* L. (njivski osat), ki cveti od junija do septembra in *Cirsium vulgare* (Savi) Tenore (navadni osat), ki cveti od julija do oktobra. Cvetni prah je trikolporaten z ehinatno površino (Slika 31).



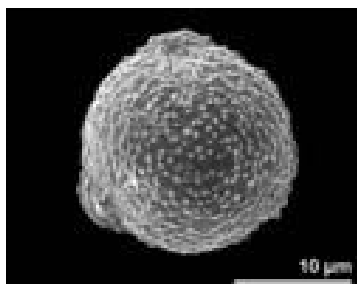
slika a



slika b

Slika 31a,b: Cvetni prah *Cirsium* sp. Miller (osat). Slika a SCAN posnetek (www.paldata.org/), slika b pod svetlobnim mikroskopom.

Filipendula sp. Mill. (oslad): ta rod uvrščamo v družino *Rosaceae* (rožnice) in sicer *Rosoideae*. V družini uspevajo predvsem lesnate rastline in zelnate trajnice, redkeje pa enoletnice. Rod zajemata 2 vrsti, zato je determinacija dokaj natančna. V okolici opazovalnega panja je bila najbolj zastopana *Filipendula ulmaria* L. (brestovolistni oslad), ki cveti junija in julija. Ne smemo pa izvesti možnosti, da je v vzorcu bila prisotna *Filipendula vulgaris* Moench (navadni oslad), ki cveti od maja do avgusta. Cvetni prah je trikolporaten z mikroehinatno površino (Slika 32).



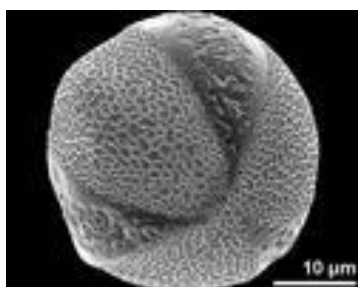
slika a



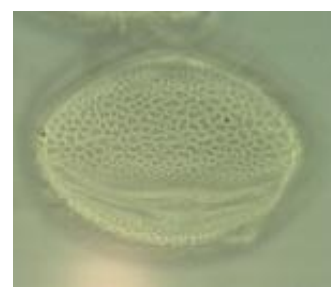
slika b

Slika 32a,b: Cvetni prah *Filipendula* sp. Mill. (oslad). Slika a SCAN posnetek (www.paldata.org/), slika b pod svetlobnim mikroskopom.

Galeopsis sp. L. (zebrat): ta rod uvrščamo v družino *Lamiaceae* (ustnatice) in sicer v *Stachyoideae*. V družini uspevajo grmi, polgrmi in zelišča. Rod zajema 7 vrst, zato je natančna determinacija vrste nezanesljiva. Najverjetneje je v vzorcu prisotna ena od 3 vrst in sicer *Galeopsis pubescens* Besser (puhasti zebrat), *Galeopsis speciosa* Mill. (pisani zebrat) in *Galeopsis tetrahit* L. (navadni zebrat), pri čemer je v okolici opazovalnega panja bila najbolj zastopana vrsta *Galeopsis speciosa* Mill. Vse tri vrste cvetijo od julija do septembra. Cvetni prah je trikolpaten z retikulatno površino (Slika 33).



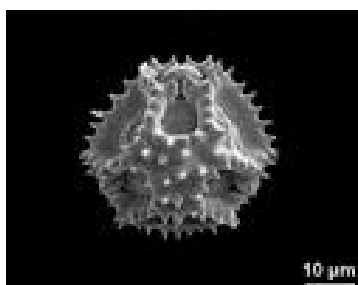
slika a



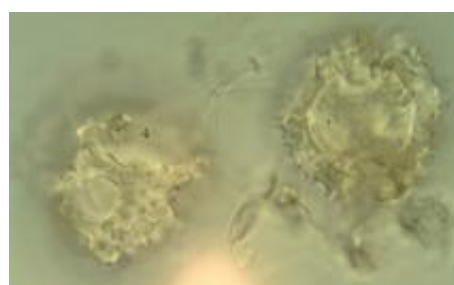
slika b

Slika 33a,b: Cvetni prah *Galeopsis sp.* L. (zebrat). Slika a SCAN posnetek (www.paldata.org/), slika b pod svetlobnim mikroskopom.

Leontodon sp. L. (jajčar): ta rod spada v družino *Cichoriaceae* (radičevke) in sicer *Lactuceae*. Rod zajema 9 vrst, zato je determinacija vrste nezanesljiva. Najverjetneje gre za vrsto *Leontodon hispidus* L. (navadni jajčar), ki cveti od junija do oktobra in dobro uspeva na travnikih. V okolici opazovalnega panja je bila ta vrsta najbolj zastopana. Manj verjetna pa je vrsta *Leontodon incanus* (L.) Schrank (sivi jajčar), ki cveti od aprila do junija. Cvetni prah je fenestraten, površina pa je ehinatno perforatna (Slika 34).



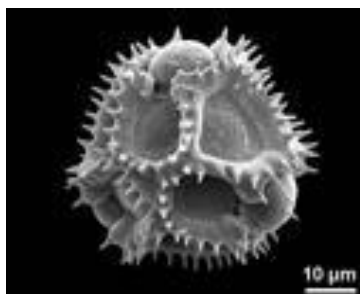
slika a



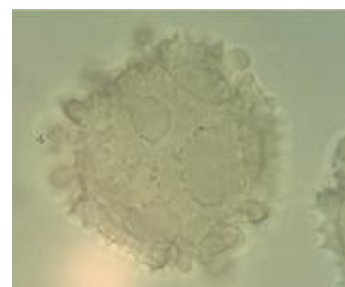
slika b

Slika 34a,b: Cvetni prah *Leontodon sp.* L. (jajčar). Slika a SCAN posnetek (www.paldata.org/), slika b pod svetlobnim mikroskopom.

Cichorium intybus sp. L. (navadni potrošnik): to vrsto uvrščamo v družino *Cichoriaceae* (radičevke) in sicer *Lactuceae*. Je trajnica, ki je bila v okolici opazovalnega panja dobro zastopana in najbolje uspeva na pripotjih ter nasipališčih. Determinacija do vrste je zadostna. Cvetni prah je fenestraten, površina pa je ehinatno perforatna (Slika 35).



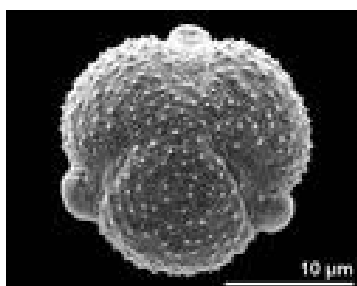
slika a



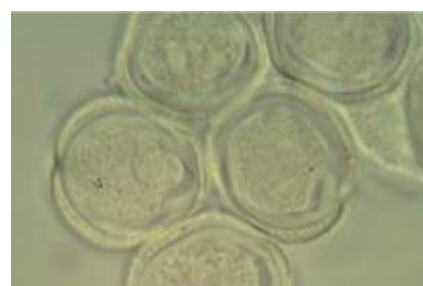
slika b

Slika 35a,b: Cvetni prah *Cichorium intybus* L. (navadni potrošnik). Slika a SCAN posnetek (www.paldata.org/), slika b pod svetlobnim mikroskopom.

Artemisia sp. L. (pelin): ta rod uvrščamo v družino *Asteraceae* (nebinovke) in sicer *Anthemideae*. V družino spadajo enoletnice, dvoletnice in zelne trajnice, ki najbolje uspevajo na nasipališčih in ob bregovih rek. V ta rod uvrščamo 14 vrst, zato je zanesljiva determinacija vrste nezanesljiva. Najverjetneje gre za vrsto *Artemisia vulgaris* L. (navadni pelin), ki cveti od julija do septembra in je bila v okolici opazovalnega panja najbolje zastopana. Manj verjetna pa je vrsta *Artemisia absinthium* L. (pravi pelin), ki cveti od julija do septembra. Cvetni prah je trikolporaten, površina pa je mikroehinatno granulatna (Slika 36).



slika a



slika b

Slika 36a,b: Cvetni prah *Artemisia* sp. L. (pelin). Slika a SCAN posnetek (www.paldata.org/), slika b pod svetlobnim mikroskopom.

Rubus sp. L. (robida): ta rod uvrščamo v družino *Rosaceae* (rožnice) in sicer *Rosoideae*. V družini poznamo lesnate rastline in zelnate trajnice, redkeje pa enoletnice, ki dobro uspevajo ob gozdni meji ter nasipališčih in ob bregovih rek. V ta rod uvrščamo 40 vrst, zato je determinacija do vrste nemogoča. Najverjetneje je v vzorcu bila prisotna *Rubus fruticosus* agg. (skupina prave robide) ali pa *Rubus hirtus* Waldst.&Kit. (srhkostebelna robida), ki cveti od junija do avgusta. Ti dve vrsti sta v okolici opazovalnega panja bili dobro zastopani. Manj verjetni pa sta vrsti *Rubus caesius* L. (sinjezelena robida), ki cveti od maja do junija in *Rubus idaeus* L. (malinjak), ki cveti od maja do julija. Cvetni prah je trikolporaten, površina pa je striatna (Slika 37).

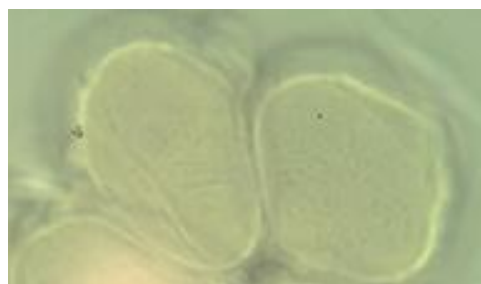


Slika 37: Cvetni prah *Rubus sp.* L. (robida). Pod svetlobnim mikroskopom.

Trifolium sp. L. (detelja): ta rod uvrščamo v družino *Fabaceae* (metuljnice) in sicer v *Ononideae*. V družini poznamo enoletnice, večletnice, zelnate trajnice in lesnate rastline, ki dobro uspevajo na travnikih. V ta rod uvrščamo 36 vrst, zato je determinacija do vrste izjemno otežena. Najverjetneje gre za *Trifolium repens* L. (plazeča detelja), ki cveti od maja do oktobra in je bila v okolici opazovalnega panja poleg *Trifolium pratense* L. (črna detelja) najbolj zastopana. Nedorečena je uvrstitev *Trifolium campestre* Schreb. (poljska detelja), ki cveti od junija do septembra, *Trifolium arvense* L. (njivska detelja), ki cveti od maja do avgusta, *Trifolium dubium* Sibth. (mala detelja), ki cveti od maja do septembra, *Trifolium medium* L. (srednja detelja), ki cveti od junija do avgusta, *Trifolium hybridum* L. (hibridna detelja), ki cveti od maja do septembra. S skorajšnjo gotovostjo lahko kljub dobri zastopanosti v okolici panja izključimo *Trifolium pratense* L., ki cveti od maja do septembra in vrsto *Trifolium montanum* L. (gorska detelja), ki cveti od maja do avgusta. Od nedorečenih vrst po geografski razširjenosti najbolj izstopata *Trifolium Campestre* Schreb. (poljska detelja) in *Trifolium medium* L. (srednja detelja), zato bi bili od ostalih vrst detelj iz skupine nedorečeno najverjetnejši. Cvetni prah je trikolporaten, površina pa retikulatna (Slika 38).



slika a



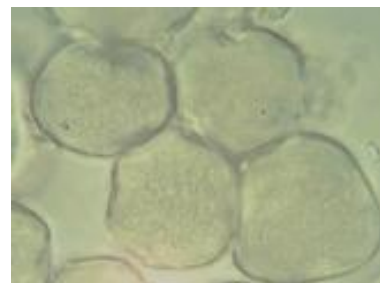
slika b

Slika 38a,b: Cvetni prah *Trifolium sp. L.* (detelja). Slika a SCAN posnetek (www.palдат.org/), slika b pod svetlobnim mikroskopom.

Melilotus sp. Hill. (medena detelja): ta rod uvrščamo v družino *Fabaceae* (metuljnice) in sicer v *Ononideae*. V družini poznamo enoletnice, večletnice, zelnote trajnice in lesnate rastline, ki dobro uspevajo ob travnikih, nasipališčih in ob bregovih rek. V ta rod uvrščamo 4 vrste, zato je determinacija vrste dokaj zanesljiva. Najverjetneje gre za vrsti *Melilotus alba* Medik. (bela medena detelja), ki cveti od maja do avgusta ter *Melilotus officinalis* L. (navadna medena detelja), ki cveti od maja do septembra. Obe vrsti sta bili ob opazovalnem panju dobro zastopani. Cvetni prah je trikolporaten, površina pa retikulatna (Slika 39).



slika a

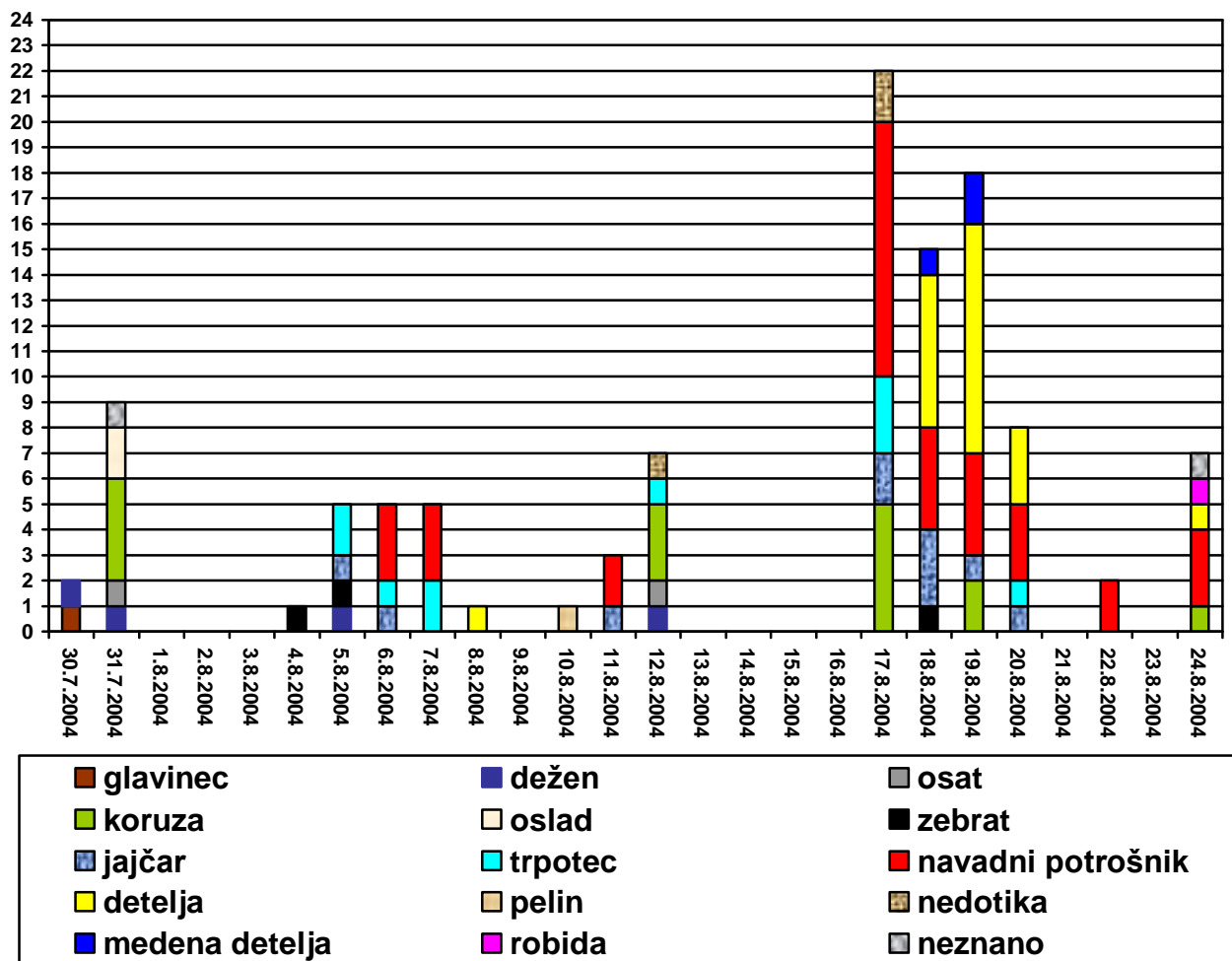


slika b

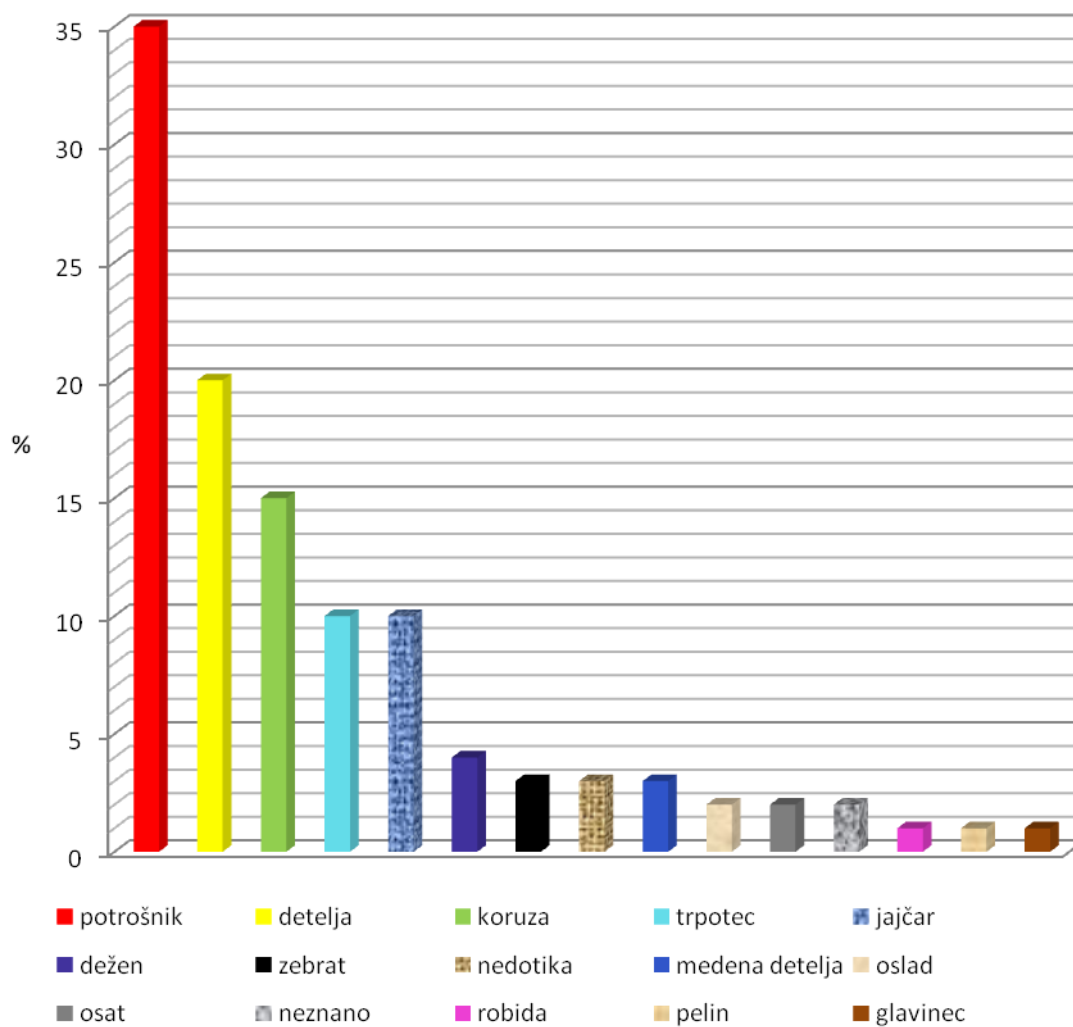
Slika 39a,b: Cvetni prah *Melilotus sp. Hill.* (medena detelja). Slika a SCAN posnetek (www.palдат.org/), slika b pod svetlobnim mikroskopom.

5.2.2.1.2 Razvrstitev cvetnega prahu glede na intenziteto, čas in botanično uvrstitev

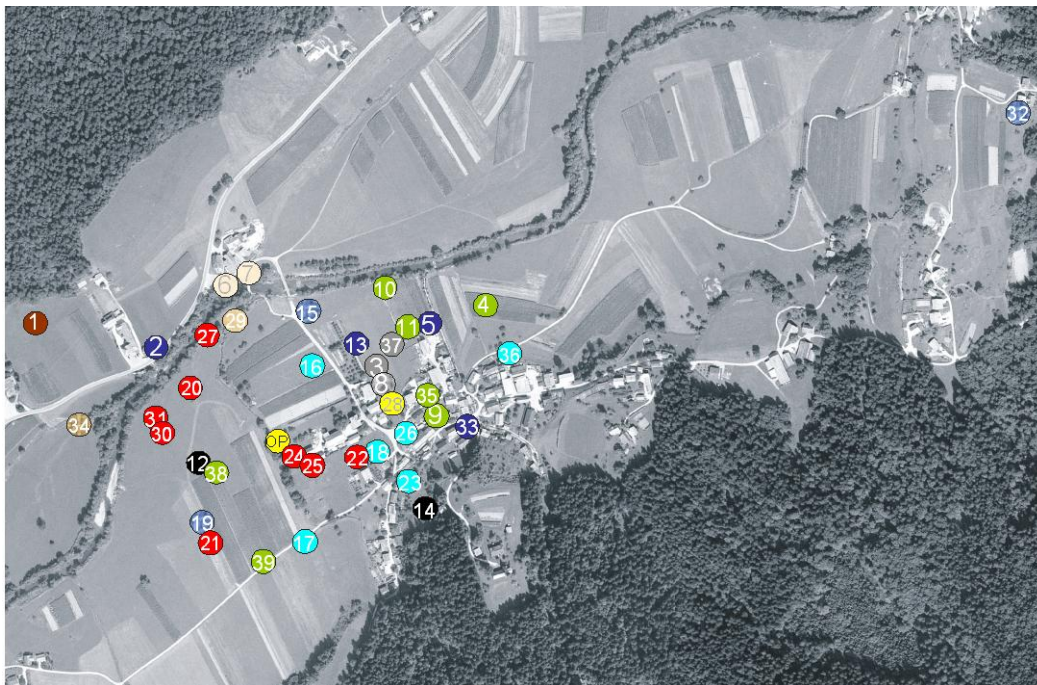
Slika 40: Prikaz intenzitete pojavljanja in botanične raznovrstnosti rastlin, ki so jih pašne čebele med poskusom obiskale na paši.



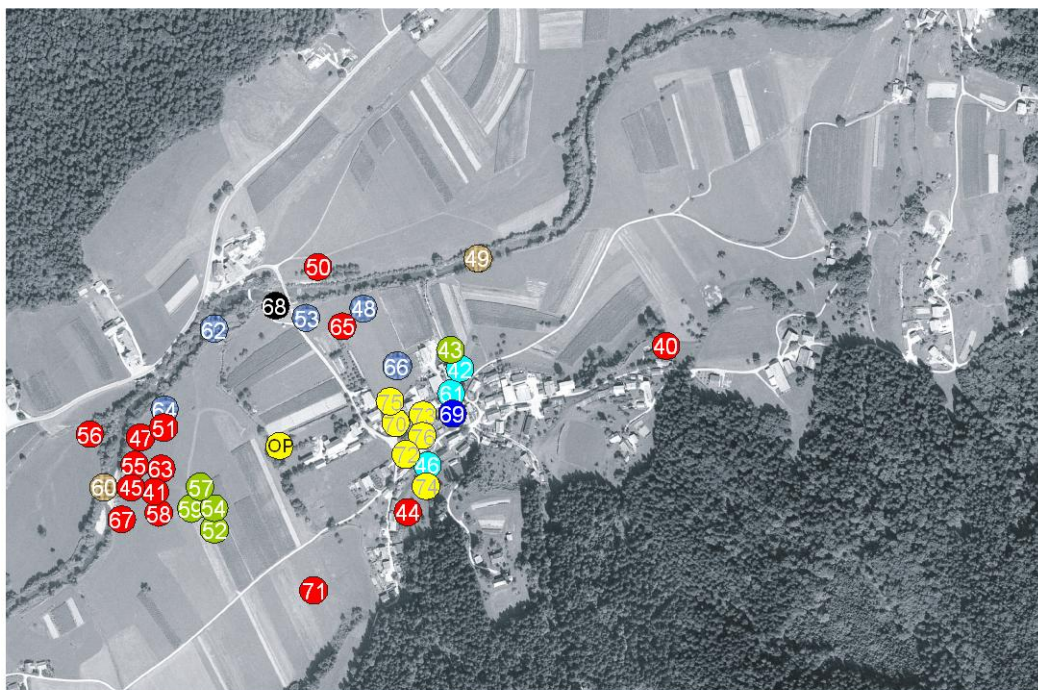
Slika 41: Prikaz zastopanosti določenih rastlinskih vrst, izoliranih iz obnožin v času poskusa.



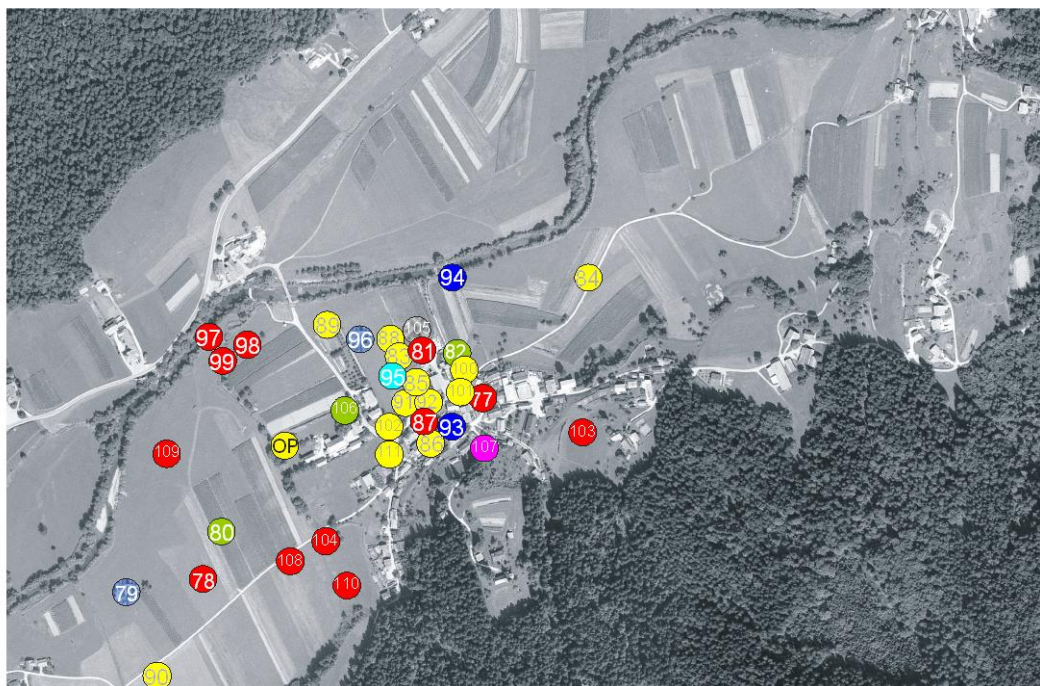
5.2.3 Geografska uvrstitev lokalitete čebeljih plesov in botanična pestrost čebeljih obnožin



Slika 42: Zračni posnetek prvega poskusa, kjer je prikazana botanična in lokacijska determinacija na osnovi informacij pridobljenih z poskusnimi čebelami 1-39 (osnovna fotografija; ORTOFOTO - GURS, 2003).



Slika 43: Zračni posnetek prvega poskusa, kjer je prikazana botanična in lokacijska determinacija na osnovi informacij pridobljenih z poskusnimi čebelami 40-76 (osnovna fotografija; ORTOFOTO - GURS, 2003).



Slika 44: Zračni posnetek prvega poskusa, kjer je prikazana botanična in lokacijska determinacija na osnovi informacij pridobljenih z poskusnimi čebelami 77-111 (osnovna fotografija; ORTOFOTO - GURS, 2003).

Pri plesih P9 in P35 (Slika 42), je prišlo do neujemanja informacij dobljenih preko zibajočih plesov in rastiščem mikroskopsko določene botanične vrste. V obeh primerih je bila določena *Zea mays* (koruza) in sicer na skupni lokaciji znotraj vasi. Obe lokaciji sta bili med sabo oddaljeni le približno 50 m. Pojavlja se verjetnost, da je v vasi bila prisotna koruza, vendar ne v velikem monokulturnem številu ampak posamezno od 10 do 20 rastlin. Na gnojiščih ob kmetijah v vasi namreč uspevajo posamezne rastline koruze, katere so uspeli vzkaliti iz semen, katerih živina ni zaužila in so se pri čiščenju boksov znašla na gnojišču.

Pri plesu P12 smo botanično določili *Galeopsis sp. L.* (zebrat), vendar glede na informacijo pridobljeno iz potresavega plesa nismo uspeli določiti natančne lokacije (Slika 42). Pravilna lokacijska določitev bi bila ob potoku Zijalka, kjer smo po ogledu terena tudi ugotovili njegovo rastišče.

Pri P16 smo določili *Plantago sp. L.* (trpotec). P24 in P25 pa je botanično zastopal *Cichorium intybus L.* (navadni potrošnik). Vse štiri poskusne čebele so plesale potresavi ples s katerim pašne čebele sporočajo, da je med samim nabiranjem cvetnega prahu prišlo do motnje in posledično prekinitve nabiranja (Preglednica 4).

To nam lepo dokazuje tudi količina nabrane obnožine, ki je bila v teh štirih primerih količinsko mnogo manj zastopana kot pri preostalih zibajočih plesih. Pri P12 smo lokacijo na podlagi specifičnega rastišča vrste *Galeopsis sp. L.* (zebrat) uspešno predpostavili. Pri P16, P24 in P25 pa zaradi obsežnega rastišča vrst *Plantago sp. L.* (trpotec) in *Cichorium intybus L.* (navadni potrošnik) nismo uspeli predpostaviti natančnejše lokacije.

Pri dveh zabeleženih plesih poskus ni uspel in sicer pri plesu P3 in P87. Pri plesu P3 iz dne 31.7.2004 je zibajoči ples uspešno zabeležen (Preglednica 4), vendar je pri lovljenju čebele na satu v celico odpadla obnožina. Iz obnožine, ki smo jo našli na satu smo botanično določili *Cirsium sp. Mill.* - osat (Slika 40), vendar zaradi napake vzorec ni zanesljiv, lahko pa z botanično in lokacijsko primerjavo vzorca P3 in P37 (Slika 42) z gotovostjo trdimo, da je obnožina najdena pri P3 pravilna. Pri plesu P87 iz dne 19.8.2004 smo iz cvetnega prahu obnožine botanično določili *Cichorium intybus L.*- navadni potrošnik (Slika 44), vendar zaradi slabega posnetka nismo uspeli natančno določiti čebelje paše (Preglednica 6). Cvetni prah v obnožini je bil količinsko zadostno zastopan.

Pri poskusih P8, P13, P27, P29, P61, P74, P75, P76, P94, P103, P104 in P107 smo preko posnetkov ugotovili negativen vpliv sončne svetlobe, kar posledično vpliva tudi na plesno sporočanje informacij pašnih čebel in tako povečuje napako za natančno določitev čebelje paše. Negativen vpliv sonca je bil zabeležen pri 10,8 odstotkih vzorcev.

6 RAZPRAVA IN SKLEPI

6.1 RAZPRAVA

6.1.1 Učinkovitost vzorčenja

V nalogi sem prikazal ujemanje in uporabnost čebeljega plesa z določenimi taksoni vzorcev obnožin posameznih rastlinskih vrst iz določenih rastišč. Informacije dobljene s čebeljimi plesi lahko uporabimo za nadaljnje raziskave, pri tem pa ne smemo izvesti možnosti napak, ki se lahko pojavijo v določeni stopnji čebeljega plesa, kar pogojuje njegovo natančnost in zanesljivost.

Pri horizontalni namestitvi satu, pašne čebele med stresanjem zadka nakažejo smer natančno proti čebelji paši z največjim odklonom 1° . Toda večino čebeljih plesov čebele odplešejo na vertikalnem satu, zato je tu potrebna pretvorba horizontalne informacije o paši v naravi v vertikalno informacijo na satu. Informacija o smeri čebelje paše, ki jo spremljajočim plesalkam sporočajo pašne čebele, lahko zaradi napak obojih varira za $9-12^\circ$. Pri starejših, izkušenejših čebelah je ta napaka manjša (Winston, 1987).

Napake o smeri čebelje paše, ki nastanejo pri čebeljih plesih lahko ocenimo na $10-15^\circ$ (von Frisch, 1965). Preprečiti je treba tudi negativen vpliv sončne svetlobe, ki lahko povzroči tudi do 40° odklon pri sporočanju o pravilni lokaciji čebelje paše. Pri sporočanju informacij o smeri čebelje paše tako lahko prihaja do večjih odstopanj. Na kvaliteto sporočanja informacij vplivajo tudi drugi dejavniki kot so veter, temperatura, višinska razlika.

Človeška napaka, ki nastane pri časovnih meritvah trajanja potresavega dela čebeljega plesa in nam sporoči oddaljenost čebelje paše je ocenjena na 0,1-0,2 s (von Frisch, 1965). V naravnem merilu to pomeni odstopanje v velikosti 10-50 m, kar pomeni, da je zanesljivost čebel glede na razdaljo zelo kvalitetna.

Obseg dobljenih vzorcev bi lahko povečali z večjim opazovalnim panjem, kateri bi namesto 2 AŽ satnic le-teh vseboval več. S tem bi povečali analitično pokritost okolice opazovalnega panja. Pri našem poskusu smo steno med brado in satnico pregradili in tako močno povečali število plesov na strani, kjer je potekalo snemanje.

Vzorčna pokritost terena je bila ugotovljena preko plesov pašnih čebel. Obseg pašnega območja je zajemal okolico opazovalnega panja v velikosti 145 – 1225 m. Največja pokritost je bila zabeležena na razdaljah 175 m in 210 m od opazovalnega panja. Pod 175 m in nad 210 m pa pokritost terena linearno pada.

6.1.2 Določljivost izvora obnožine

Vzorci obnožin smo uporabili za fitocenološko determinacijo okolice opazovalnega panja. Pri botanični določitvi vrstna determinacija vzorcev cvetnega prahu iz obnožine v večini primerov ni bila uspešna. Manjši, kot je obseg vrst v določenem rodu, lažja in natančnejša je vrstna determinacija. Pri tem si pomagamo tudi z možnostjo izločitve določenih rastlinskih vrst na podlagi poznavanja fenofaze cvetenja in geografske razširjenosti rastlin. Kvalitetnejšo vrstno determinacijo odvzetih vzorcev bi lahko izvedli s sodobnejšimi tehnikami in postopki. Pri nadaljnjih raziskavah navajam možnost uporabe elektronskega mikroskopa in tehnik, ki bazirajo na določitvi dednega materiala.

V raziskavi smo iz obnožine izolirali 14 rastlinskih vrst. Številčno so prevladovale *Cichorium intybus* L. (navadni potrošnik), *Trifolium sp.* L. (detelja) in *Zea mays* L. (koruza). Čebelam najkvalitetnejšo pašo predstavljajo predvsem medeče rastline. Na zgodnje poletno cvetočih travnikih so najpogostejše medeče rastline *Salvia pretensis* L. (travniška kadulja), *Thymus sp.* L. (materina dušica), *Knautia arvensis* (L.) Coulter (njivsko grabljišče), *Lotus corniculatus* L. (navadna nokota). Nato zacvetijo *Centaurea sp.* L. (glavinec), *Trifolium repens* L. (plazeča detelja) in *Medicago sp.* L. (meteljka). Na gozdnih robovih rastejo predvsem številni grmi in zelišča, kot so *Rubus sp.* L. (robida), katerih v Sloveniji poznamo več kot 20 vrst. Poleg teh poznamo še *Lamium sp.* L. (mrtve koprive), *Melampyrum sp.* L. (črnilci), *Eupatorium cannabinum* L. (konjska griva), *Melilotus officinalis* (L.) Lam. (navadna medena detelja), *Melilotus alba* Medik. (bela medena detelja), *Origanum vulgare* L. (navadna dobra misel). Med medeče rastline rečnih bregov pa prištevamo predvsem *Mentha pulegium* L. (polaj), *Solidago sp.* L. (zlata rozga) in *Lythrum salicaria* L. (navadna krvenka); (Božič, 1998)

6.1.3 Uporabnost vzorcev

Vzorci obnožin bi lahko uporabili tudi za kemijske analize, vendar smo v okviru analiz navedli le možnosti in količinske omejitve za izvedbo le teh.

Teža cvetnega prahu v čebelji obnožini je 10-30 mg (Winston, 1987). Kepica cvetnega prahu v obnožini tehta 6,5 mg do 8,3 mg (Roman, 2006), skupna teža obnožine pa 13-14 mg (Harrison, 2003). Za kemijsko analizo pridobljenih vzorcev obnožine lahko uporabimo več tehnik. Najpogosteje uporabljamo HPLC (high pressure liquid chromatography) in GC/MS (gas

chromatographic analysis with mass spectrometric detection). Občutljivost elektrokemijskega detektorja za HPLC s katerim zaznavamo vsebnost pesticidov je v območju od pikogram (10^{-12}) do femtogram (10^{-15}) na vzorec. Zanesljivost detekcije pri iniciranju 1/5 ekstrakta (ekvivalent 3 mg obnožine) je vsaj 0,3 ppb (parts-per-billion), kar nam predstavlja zadostne rezultate in omogoča kvalitetne izsledke tudi pri zmanjšani količini cvetnega prahu v obnožini. To je pomembno predvsem v primerih, kjer je čebele na paši prestregel neznan faktor (lahko tudi vpliv pesticida), zaradi česar imajo v obnožini zmanjšano količino cvetnega prahu. Pesticid Gaucho je pri določenih raziskavah v koruznem cvetnem prahu bil prisoten tudi preko 1 ppb. Naprava, ki jo izdeluje ESA in omogoča tovrstno detekcijo je Coulochem III (<http://www.esainc.com>).

Podobno detekcijo dosegajo tudi sistemi za detekcijo pesticidov GC/MS. Upoštevati je potrebno primerno mikroekstrakcijo vzorcev, kar pripomore k dovolj učinkoviti analizi tako majhnih vzorcev, kot je kepica obnožine. Sistem omogoča avtomatsko določitev in primerjavo s 567 pesticidi shranjenimi v podatkovni bazi (<http://www.chem.agilent.com>).

6.1.4 Možnost za avtomatizacijo postopkov v prihodnosti

Priporočljiva bi bila izdelava mobilne testne postaje, s pomočjo katere bi lahko kvalitetno odvzemali vzorce iz vnaprej predvidenih lokalitet. Na ta način bi pridobili kvalitetne vzorce, s katerimi bi ugotovili stanje onesnaženosti določenega okolja.

Mobilna testna postaja bi bila zasnovana na osnovi opazovalnega panja, v katerem bi s pomočjo računalniške tehnologije zaznali specifične vedenjske vzorce in njihove spremembe. Spremljali bi frekvenco potresavih plesov, frekvenco zibajočih plesov in količino oziroma gnečo čebel na vhodu v panj. Poleg tega bi spremljali tudi lokacijo paše sporočeno z plesom, količino cvetnega prahu na obnožini in vzorce nektarja. Na podlagi zaznanih negativnih sprememb bi naknadno odvzeli vzorce prahu iz obnožin. Z ročnim zbiranjem vzorcev za nadaljnje raziskave, lahko dnevno odvezamo vzorce tudi 20-30 čebelam (Božič, 2004). Pri poskusu smo od junija do septembra 2004 odvzeli obnožino 111 poskusnim čebelam (na dan tudi do 22 vzorcev). Količino odvzetih vzorcev je pogojevalo vreme, saj je izlet čebel iz opazovalnega panja in količina razpoložljivega cvetnega praha pri rastlinah odvisna tudi od vremenskih pogojev. Na vnemo izletanja pa vpliva tudi zalega ter količina medicine in cvetnega prahu v opazovalnem panju.

V današnjem obdobju, ko je prisotno onesnaženje z industrijskimi plini, kakor tudi s kmetijskimi in gozdarskimi sredstvi za zatiranje škodljivih insektov, predvsem pesticidi in insekticidi, bi uporaba sodobnih mobilnih testnih postaj izredno olajšala in pospešila načine dosedanjih odvzemov vzorcev za kemijske analize in v določeni meri tudi zmanjšala dosedanje stroške.

6.1.5 Predlog za rabo monitoringa okolja

Čebele so organizmi, katere lahko zaradi velike geografske razširjenosti uporabimo kot vir pridobivanja vzorcev iz okolja.

Poznamo jih tudi kot organizme preko katerih zaznavamo polutante v okolju. Z njimi lahko zaznavamo pesticide, predvsem insekticide, katere ljudje uporabljajo v kmetijstvu in gozdarstvu. Opazovalni panj je zelo učinkovita naprava za zbiranje vzorcev. Specifično stanje okolja pašne čebele *Apis mellifera carnica* Poll. se odraža na določenem območju 500-1000 m okoli opazovalnega panja. Tako lahko med, cvetni prah, vosek, propolis, vodo, medicino iz mednega želodčka uporabimo pri kemijskih analizah za ugotavljanje prisotnosti polutantov v njihovem okolju. Z dodatnimi kemijskimi analizami lahko na dlačicah telesa odkrijemo tudi morebitno onesnaženje z različnimi industrijskimi plini, kot so SO₂, NO_x in industrijski plini (Božič, 2004).

Pri uporabi čebelje družine kot sredstva za monitoring okolja ne smemo izključiti dejavnikov, ki nam to omogočajo. To je predvsem prisotnost medonosnih rastlin, brez katerih ne bi bilo čebelje paše in vzorcev, ter neletalne doze polutantov, katere nam omogočajo odvzem vzorcev iz čebeljih obnožin. Kot primer naj navedem, da so v severni Italiji 1980 leta pričeli s projektom, kjer so čebele uporabili za monitoring čistosti okolja v določenih industrijskih središčih. Na določenih lokacijah so nastavili dvojnike opazovalnih panjev, v katerih so tedensko šteli mrtve čebele. Če je število preseglo 500-700 čebel, so odvzeli vzorce za nadaljnje analize. To število so kasneje zmanjšali na 200-250 čebel.

Čebelje družine pa uporabljajo tudi za kontrolo okolja v okolici letališč. Tako v okolici Nürnbergškega letališča Erwin Schmidt oskrbuje panje z 35.000 čebelami. Projekt spada v področje bio-opazovanja. Na podlagi ugodnih rezultatov bodo v okolici letališča lahko zagotavljali neoporečno čebelarjenje in pričeli z pridobivanjem neoporečnega sadja in zelenjave. Tudi Dieter Herold, pooblaščen za zaščito okolja Nürnbergškega letališča s

tehnično preciznimi merilnimi inštrumenti skrbi za okoljsko zaščito, vendar lahko na ta način pokrivajo le določen del letališča. Čebele na dan iz panjev izletijo vsaj 40x in posamezno obišejo 4000 cvetočih rastlin, s čimer pokrivajo površino 12 km². Erwin Schmidt dnevno odvzame vzorce cvetnega prahu in medicine ter jih pošlje v nadaljnjo analizo v laboratorij v Zirndorf. Volker Liebig v vzorcih določi prisotnost nevarnih snovi, vendar dosedanje analize niso pokazale vsebnosti, ki bi presegale dovoljene (<http://www.daserste.de/>).

Čebelje družine bi lahko v prihodnosti uporabili tudi kot indikatorje pri škropljenju z mikroorganizmi pri možnosti terorističnega napada (Božič, 2004).

6.2 SKLEPI

Lokacijska določitev čebelje paše na podlagi sporočanja informacij preko plesa je glede na odstopanja oddaljenosti in smeri neba zadovoljiva. V večini primerov smo lahko uspešno ugotovili smer in oddaljenost čebelje paše.

Mikroskopska določitev rastlinskih vrst v večini primerov ni bila uspešna, zato smo določili družino ali rod odvzetega vzorca obnožine. Za natančnejšo vrstno determinacijo bi morali uporabiti sodobnejše tehnike mikroskopiranja, kot so npr. elektronski mikroskop ali določitev vzorcev cvetnega prahu s pomočjo analiz dednega materiala. Za natančnejšo opredelitev rastlinske vrste na določenem območju si lahko pomagamo s poznavanjem razširjenosti določenih rastlinskih vrst v Sloveniji in časom cvetenja. Pri združevanju podatkov o lokaciji čebelje paše, časom cvetenja in vrstni določitvi nam je v veliko pomoč tudi lokalno poznavanje rastišč določenih rastlinskih vrst. Na ta način smo povečali zanesljivosti naših ugotovitev tudi brez uporabe natančnejših metod za določitev vrstnega izvora.

Opazovalni panj je zelo učinkovita naprava za zbiranje vzorcev. V našem poskusu smo dnevno odvzeli do 22 vzorcev obnožine. Z večjim opazovalnim panjem in številnejšo čebeljo družino bi lahko bila dnevna količina vzorcev tudi več kot 100 vzorcev. Za doseg večje objektivnosti vzorčenja bi v prihodnosti bila priporočljiva avtomatizacija določenih postopkov pri pridobivanju vzorcev. To bi bilo izvedljivo z mobilno testno postajo z vgrajeno sodobno računalniško in video tehnologijo. S pomočjo le te bi opazovali specifične vedenjske vzorce in v primeru večjih odstopanj za nadaljnje kemijske raziskave odvzeli obnožino, ali pa bi iz panja po končanem zibajočem plesu odvzeli same pašne čebele (Božič, 2004).

Vzorci obnožine s sporočene lokacije so lahko pomemben vir informacij o razširjenosti posameznih medonosnih rastlin, kakor tudi o poteku cvetenja le teh v okolici opazovalnega panja. Na ta način je mogoče čebeljo družino uporabiti tudi za specifične botanične raziskave. Vzorci obnožin, nektar iz mednih želodčkov in čebele so lahko specifičen lokacijski vzorec iz okolja opazovalnega panja, na katerih lahko s kemijskimi analizami natančneje določimo prisotnost subletalnih doz različnih polutantov. To je lahko uporabno za raziskave lokacij s kroničnim onesnaževanjem okolja ali pa za zgodnje odkrivanje nedovoljenih izpustov v okolje.

7 POVZETEK

Cvetni prah iz obnožine pašnih čebel predstavlja dragocen vzorec iz okolja. Čebelje družine so zaradi svoje velike geografske razširjenosti izredno pomembne za pridobivanje vzorcev iz okolja. Služijo kot indikatorski organizem za monitoring onesnaženih predelov okolja. V nalogi smo raziskovali možnosti uporabe vzorcev za raziskave specifičnega stanja okolja čebelje družine, njegove fitocenološke sestave ter uporabo pri dodatnih kemijskih analizah. Z dodatnim koriščenjem podatkov, ki smo jih pridobili med plesnim sporazumevanjem čebel lahko te podatke povežemo z lokacijo medonosne rastline (Preglednica 4,5,6). Poskus uporabe čebelje družine kranjske čebele (*Apis mellifera carnica* Poll.) kot orodja za monitoring okolja je potekal od 30.7.2004 do 24.8.2004 v Zadrecki dolini v vasi Kokarje. V prvem delu raziskave smo preko plesov pašnih čebel in odvzema vzorcev obnožin ugotavljali lokacije ter botanično sestavo čebeljih paš (Slika 42,43,44).

Pridobili smo 111 vzorcev obnožine, dnevno do 22, katerim smo določili botanično poreklo z mikroskopiranjem. Botanično je bilo opredeljenih 14 tipov cvetnega prahu, katerih prisotnost in intenziteta je dnevno variirala (Slika 40). Pri neuspešnih determinacijah rastlinske vrste smo določili družino, ali rod odvzetega vzorca obnožine. Za natančnejšo opredelitev vrstne determinacije bi morali uporabiti sodobnejše tehnike mikroskopiranja in uporabo DNK analiz dednine odvzetih vzorcev obnožine. Dodatno smo opravili tudi poskusa za preverjanje zanesljivosti uporabe informacij iz zibajočega plesa za ugotavljanje lokacije s pomočjo označenih čebel in krmiščema na oddaljenosti 175 m in 460 m (Slika 24, 25). V poskusu A, ki je potekal 4.9.2004 je bilo vključenih 11 poskusnih pašnih čebel, v poskusu B, ki je potekal 5.9.2004, pa 8 (Preglednica 2, 3). S preverjanjem rastišč na terenu smo ugotovili, da je mogoče povezati informacije iz čebeljega panja in obnožine s prisotnostjo rastlin v okolici poskusnega panja. Rezultati so uporabni pri morebitni pripravi nadaljnjih poskusov, ki bi vodili v izdelavo mobilne testne postaje podprte z video-računalniško tehnologijo za zbiranje vzorcev obnožine, nektarja ali celo čebel za natančnejše kemijske in biološke raziskave okolja. Ker bi mobilna testna postaja delovala po principu opazovanja specifičnih vedenjskih vzorcev, bi vzorce obnožine odvzeli le v primerih večjih odstopanj, kar bi obenem zmanjšalo tudi stroške, povezane z dosedanjim načinom opazovanja in odvzema obnožine.

8 PEDAGOŠKI DEL

Čebelarstvo je v Slovenski naravni in kulturni dediščini močno prisotno. Iz roda v rod se prenaša že vse od začetkov čebelarjenja v drevesnih duplih. V današnjem času je velik poudarek namenjen prenašanju kulturnih izročil preko različnih učnih vsebin v osnovnih šolah. Vsebino diplomske naloge bi vključil med učne vsebine dnevnih centrov šolskih in obšolskih dejavnosti, ne smemo pa izključiti možnosti uporabe tudi pri tedenskih centrih šolskih in obšolskih dejavnosti, kjer bi program bil obsežnejši in prilagojen tedenskim dejavnostim. Učna vsebina Čebele, čebelnjak in čebelarjenje bi v dnevnih centrih bila izvedena v okviru Izbirnega predmeta Organizmi v naravnem in umetnem okolju pri 8. razredih osnovne šole (Preglednica 7). Časovno bi učna vsebina obsegala 4 do 5 šolskih ur, v katerih bi po predhodni odobritvi programa s strani Ministrstva za šolstvo in šport to učno vsebino izvajali skladno z učnim načrtom.

Preglednica 7: Prikaz učnega načrta za učno vsebino Čebele, čebelnjak in čebelarjenje.

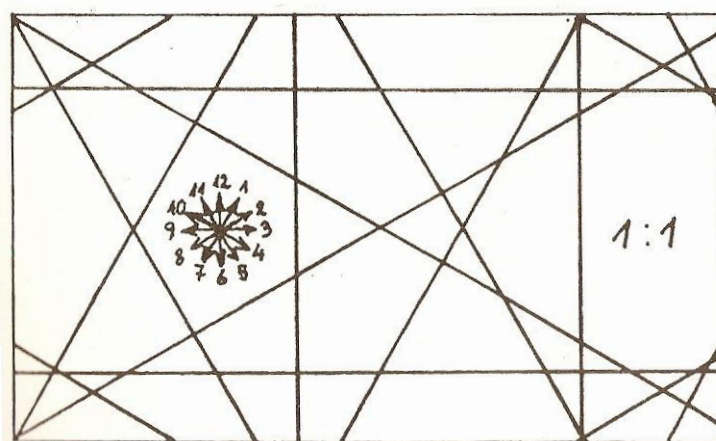
PREDMET	TEMATSKI SKLOP	CILJI	DEJAVNOSTI
<p>Biologija</p> <p>Izbirni predmet</p> <p>ORGANIZMI V NARAVNEM IN UMETNEM OKOLJU</p>	<p>ORGANIZMI V ANTROPOGENEM OKOLJU</p>	<p>Učenci:</p> <ul style="list-style-type: none"> •spoznajo osnove gojenja, potrebe čebel in pogoje za uspešno čebelarjenje •seznanijo se z načini gojenja v preteklosti in danes •učijo se odgovornega odnosa do čebel in etičnih pravil za ravnanje z njimi •poznajo vlogo čebel v ekosistemu in njihov pomen za človeka •spoznajo vzroke za ogroženost čebel 	<ul style="list-style-type: none"> •projektno delo •opazovanje, fotografiranje, snemanje •beleženje opažanj •vodenje dnevnika opažanj •pomoč pri delu v čebelnjaku •delo z pisnimi in drugimi viri •intervju (čebelar, sadjar) •spoznavanje proizvodov •priprava domiselne predstavitve projekta

Izvedbo poskusa diplomske naloge bi lahko pri izdelanem učnem načrtu za temo Čebele, čebelnjak in čebelarjenje v poenostavljeni obliki za osnovnošolce vključili v praktični del pri dejavnostih učnega načrta. Praktični del bi potekal v obliki projektnega dela, pri katerem bi učenci, predhodno razdeljeni v več skupin, na koncu učne vsebine medsebojno primerjali in ovrednotili rezultate. Učenci bi po skupinah na več opazovalnih panjih (en opazovalni panj lahko opazuje skupina najmanj 3-4 učencev) opazovali in beležili intenziteto čebeljih plesov. Na stopnji prilagojeni osnovnošolskemu programu, bi pri čebeljih plesih učenci opazovali le smer čebelje paše, ker je določanje oddaljenosti paše od opazovalnega panja prezahtevna. To pomeni, da morajo učenci določiti kot med navpičnico in smerjo poti potresavanja plesalke z zadkom (Slika 45).



Slika 45: Prepoznavna smeri paše s pomočjo smernega sporočila zibajočih plesalk. Smer zibanja plesalke glede na navpičnico predstavlja smer čebelje paše glede na smer sonca v točno določenem trenutku, ko zibajoča plesalka odpleše zibajoči ples (von Frisch, 1965: 137).

Za odčitavanje smeri potresavanja z zadkom pri čebeljih plesih, uporabimo na foliji izrisane mreže črt s šestimi različnimi nakloni, katerih vzporednice so oddaljene 4 cm ter nam omogočajo odčitavanje dvanajstih smeri (Slika 46). Folijo prilepimo na steklo opazovalnega panja. Za kvalitetno opazovanje so potrebni vsaj 3 učenci. Dva na obeh straneh opazovalnega panja opazujeta čebelje plese ter njihove smeri, tretji pa s pomočjo sončne ure opazuje smer sonca. Vsak opazovalec dobi delovni list, ki vključuje Ime in Priimek opazovalca, lokacijo opazovanja, datum, čas ter smeri opazovanih čebeljih plesov (Preglednica 8).



Slika 46: Folija z mrežnimi črtami za odčitavanje dvanajstih smeri čebeljih plesov (Božič, 1985: 51).

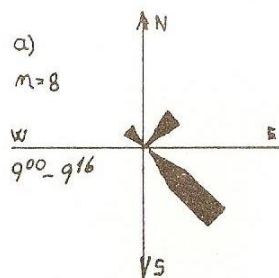
Preglednica 8: Delovni list za zapisovanje informacij o čebeljih plesih.

Ime in priimek opazovalca	Lokacija opazovanja	Datum:	Čas
Smer: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12			
Smer: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12			
Smer: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12			

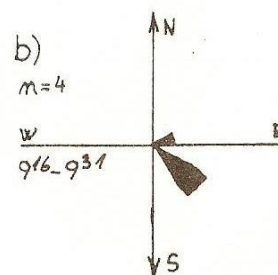
Najprej si opazovalci zapišejo uro. Nato pri vsakem čebeljem plesu obkroži številko, ki pripada smeri čebeljega plesa. Učenec, katerega naloga je označevanje smeri sonca ob določenem času, na vsakih 15 min začrta novo spremenjeno smer sonca in opazovalcem čebeljih plesov sporoči, da je ob točno določeni uri zarisal novo smer sonca. Tako sporočeno spremembo morajo opazovalci upoštevati in začrtati nov pričetek opazovanja plesov ob novem časovnem intervalu.

Opazovalec spremembe smeri sonca si mora predhodno izdelati sončno uro, na kateri bo označeval spremembe smeri. To stori z A3 belim papirjem nameščenim na vodoravno podlago, na katerem si označi središče in smeri neba, ki jih preveri tudi z kompasom. Nad označeno središče namesti svinčnico, preko katere lahko označuje smer sonca (smer sonca pridobimo z nasprotno označitvijo smeri sence svičnice, ki se projicira na belem papirju).

Dobljene podatke lahko obdelamo poljubno glede na časovne intervale, stran opazovalnega panja ipd.. Učenci podatke obdelajo in grafično prikažejo število plesalk v različnih smereh v določenem intervalu (Slika 47). Pri večdnevnem centru šolskih in obšolskih dejavnosti lahko bolj obsežno medsebojno povežemo tudi različne časovne intervale, pri velikem številu dobljenih podatkov, pa lahko le te tudi statistično ovrednotimo.



slika a



slika b

Slika 47a,b: Prikaz števila plesalk in smeri pri čebeljih plesih, ter časovnih intervalov (Božič, 1985: 58).

Dobljene rezultate učenci nato preverijo na terenu. Pri tem upoštevajo tudi podnebne in pašne pogoje v času opazovanja in osvojijo vpliv naravnih dejavnikov na sporočanje lokacije čebelje paše. Učenci ugotovijo, da so čebele iz ene smeri prihajale pogosteje, s čimer lahko na terenu dokažejo, da se smer najpogostejših plesov ujema tudi z najboljšo pašo. Najprimernejše medonosne rastline, ki jih lahko uporabimo pri takem načinu dela so *Robinia pseudacacia* L. – robinija, *Castanea sativa* Mill. – pravi kostanj in *Brassica rapa* L. – oljna repica. Primerne so predvsem zaradi izredno dobre vidljivosti cvetenja v bližnji okolici, pri čemer lahko učenci kvalitetno preverijo smer medonosne rastline v okolju, ter ujemanje z rezultati dobljenimi preko čebeljih plesov. Priporočljivo je, da je v bližini razgledna točka, od koder je možen pregled nad pretežnim delom pasišča. To je lahko vzpetina ali razgledni stolp. Vidljivost medonosnih rastlin je potrebna tudi zaradi oteženosti določitve razdalje paše od opazovalnega panja, zaradi česar se osredotočamo le na smer čebelje paše.

9 VIRI

9.1 CITIRANI VIRI

Babnik J., Božič J., Božnar A., Debelak M., Gregorc A., Jenko Rogelj M., Jelenc J., Kresal D., Meglič M., Poklukar J., Rihar J., Senegačnik J., Stark J., Strmole B., Šivic F., Vidmar U., Zdešar P. 1998. *Od čebele do medu*. Ljubljana, Kmečki glas: 1-417

Bedenčič M. 2004. *Vpliv etanola na socialne interakcije kranjske čebele (Apis mellifera carnica Poll.)*. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za Biologijo

Božič J., Valentinčič T. 1991. *Attendants and Followers of Honey Bee Waggle Dances*. *Journal of Apicultural Research* 30 (3/4): 125-131

Božič J. 1992. *Socialne interakcije pašnih čebel v panju*. Magistrska naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za Biologijo

Božič J. 2004. *Monitoring of pollutants by honeybee colonies. V: 9th International Conference on Life Sciences of Slovenia – Life Sciences 2004 & 1st International Congress on Toxicology in Slovenia with Workshops, Nova Gorica, Slovenia, 18-22 sept. 2004*. Zidar P., Zrimec A., Budihna M., Drobne D., Tišler T. (ur.). Ljubljana, Slovenian Society of Toxicology. (Book of abstracts & programme: 222)

Electrochemical detector - Coulochem® III. ESA – a Magellan bioscience company.
http://www.esainc.com/products/type/instruments/HPLC/specialty_detectors/

Giurfa M., Menzel R. 1997. *Insect visual perception: complex abilities of simple nervous systems*. *Current Opinion in Neurobiology*, 7: 505-513

Gregorc A. 2002. *Medonosna čebela in osnove čebelarjenja*. Ljubljana, Veterinarska fakulteta Univerze v Ljubljani: 1-121

Harrison J.F., Feuerbacher E., Fewell J.H., Roberts S.P., Smith E.F. 2003. *Effects of load type (pollen or nectar) and load mass on hovering metabolic rate and mechanical power output in the honey bee Apis mellifera*. *The Journal of Experimental Biology*, 206: 1855-1865

Hoopingarner R.A., Waller G.D. 1995. *Crop pollination. The hive and the honeybee*. Hamilton, Illinois, Dadant & Sons: 1043-1082

Identification and Quantitation of Pesticides in the Parts-per-trillion Range Using Retention Time Locking and GC/MS. Agilent technologies (1/2006).
<http://www.chem.agilent.com/scripts/> (19. mar. 2007)

Kapš P. 1998. *Med in zdravje*. Novo mesto, Založba Erro: 225-228

Kremp O.W. 1965. Morphologic Encyclopedia of Palynology. Tuscon, University of Arizona Press: 263 str.

Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Ravnik V., Podobnik A., Turk B., Vreš B. 1999. Mala flora Slovenije-ključ za določanje praprotnic in semenk. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 845 str.

Pliberšek T. 2002. Polet pašne čebele (Apis mellifera carnica) iz panja. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za Biologijo

Pustovrh Š. 2000. Določitev botaničnega izvora cv. prahu, zbranega s pomočjo čebel v Polh. Gradcu. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za Agronomijo

Rode J. 1985. Čebelarški raziskovalni tabor Gora. Ljubljana, Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije: 80-86

Rode J. 1986. Čebelarški raziskovalni tabor Bohinjska Bistrica - Pelodna analiza. Ljubljana, Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije: 33-42

Roman A. 2006. Effect of pollen load size on the weight of pollen harvested from honeybee colonies. Journal of Apicultural Science, 50, 2: 47-57

Schuel R.W. 1995. The production of nectar and pollen. The hive and the honeybee. Hamilton, Illinois, Dadant & Sons: 401-425

von Frisch K. 1965. Tanzsprache und Orientierung der Bienen. Berlin-Heidelberg, Springer Verlag: 1-578

von Frisch K. 1967. The Dance Language and Orientation of Bees. Cambridge, Massachusetts, London, Harvard University Press: 1-228

Wenner A.M., Wells P.H. 1990. Anatomy of a controversy: the question of a »language« among bees. New York, Oxford, Columbia University Press: 399 str.

Winston M.L. 1987. The Biology of the Honey Bee. Cambridge, Massachusetts, London, Harvard University Press: 1-180

9.2 DRUGI VIRI

Acman A., Atelšek S., Čopar I., Finkšt B., Finkšt U., Goličnik M., Kramar Kokalj M., Lebar M., Slapnik S. 2005. Naših 80 let. Mozirje, Čebelarstva družina Mozirje: 5

Božič J., Skvarč J., Abramson C.I. 2004. Video analysis in bee biology using neuro inspector. Apiacta (Buchar.), 38: 366-374

Božič J., Bertonec J., Dobršek U., Golob T., Jogan N., Pereyra Gonzales A., Podrižnik B., Strgulc – Krajšek S. 2007. Aplikativne raziskave in dopolnjevanje podatkovne zbirke prisotnosti pelodnih zrn v vzorcih slovenskega medu

Celli G., Maccagnani B. 2003. Honey bees as bioindicators of environmental pollution. Bulletin of insectology, 56, 1: 137-139

Haarmann T.K. 1997. Honey bees as indicators of radionuclide contamination: exploring colony variability and temporal contaminant accumulation. J. apicult. res., 36, 2: 77-87

Jogan N., Bačič T., Frajman B., Leskovar-Štamcar I., Naglič D., Podobnik A., Rozman B., Strgulc-Krajšek S., Trčak B. 2001. Gradivo za Atlas flore Slovenije. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 443 str.

Kevan P.G. 1999. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. Agr. ecosyst. environ., 74, 1-3: 373-393

Porrini C., Celli G., Radeghieri P. 1998. Monitoring of pesticides through the use of honeybees as bioindicators of the Emilia-Romagna coastline (1995-1996). Ann. chim-rome, 88, 3-4: 243-252

Rode J. 1984. Čebelarški raziskovalni tabor Leskovec. Ljubljana, Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije: 28 str.

Šivic F. 2003. Živeti s čebelami. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije: 100 str.

Von der Ohe K&W. 2003. Celler melissopalinologische sammlung. Celle, Niedersächsisches landesinstitut für bienenkunde: 232 str.

ZAHVALA

Najlepše se zahvaljujem mentorju doc. dr. Janku Božiču, ki mi je omogočil izvedbo diplomske naloge. Zahvaljujem se mu za strokovne nasvete, praktično pomoč ter prijateljski odnos pri izvajanju diplomske naloge.

Zahvaljujem se predsedniku komisije dr. Ivanu Kosu in recenzentki in članici komisije dr. Barbari Bajd, da sta prispevala svoj del življenja pri sklepnem dejanju diplomske naloge.

Zahvalil bi se tudi Iztoku Tomažiču in Kaji Pliberšek za tehnično pomoč ter Andreji Kandolf za določene informacije s področja pelodne analize.

Naslednji citat posvečam najbolj vztrajni in spoštovanja vredni vrsti čebel Kranjski čebeli (*Apis mellifera carnica* Poll.). Če daleč stran nebi rojile in priletele ravno do naše hiše, tudi čebelarstva pri nas nebi bilo.

Čebela je kot njiva, če hočeš, da ti kaj da, ji moraš tudi ti kaj dati, ne samo jemati.

Posebno zahvalo pa bi rad posvetil staršem Francu in Zofki za ljubezen, podporo in pomoč, bratu Simonu, stari mami Ančki ter moji najdražji čebelici Rosani.