



Končno poročilo aplikativne raziskave
Karakterizacija čebeljih pridelkov ter vpliv postopkov obdelave in
shranjevanja cvetnega prahu na njegovo kemijsko in mikrobiološko sestavo

v skladu z Uredbo o izvajanju programa ukrepov na področju čebelarstva v Republiki Sloveniji v
letih 2017-2019 (Uradni list RS, 73/16)

Izvajalec:
Čebelarska zveza Slovenije
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta (podizvajalec)
Eurofins Erico Slovenija d.o.o. (podizvajalec)
Intertek GmbH (podizvajalec)

Lukovica, julij 2019

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Naslov: Končno poročilo aplikativne raziskave

**Karakterizacija čebeljih pridelkov ter vpliv postopkov obdelave in shranjevanja
cvetnega prahu na njegovo kemijsko in mikrobiološko sestavo**

Naročnik: REPUBLIKA SLOVENIJA,
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO, GOZDARSTVO IN
PREHRANO
Dunajska cesta 22
1000 Ljubljana

Oznaka pogodbe: POGODBA št. 2330-17-000096

Izvajalec: Čebelarska zveza Slovenije
Brdo pri Lukovici 8
1225 Lukovica

Podizvajalci: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta (BF), (podizvajalec)
Eur dofins Erico Slovenija d.o.o., Velenje (podizvajalec)
Intertek GmbH, Nemčija (podizvajalec)

Vodja projekta: dr. Peter Kozmus

Skrbnica pogodbe: mag. Andreja Kandolf Borovšak (ČZS)

Sodelavci: Nataša Lilek, Boštjan Noč, Tomaž Samec, Jure Justinek, Nataša Klemenčič
Štrukelj, Simon Golob, Maja Lončar, Simon Golob, ČZS
dr. Jasna Bertoncelj, dr. Mojca Korošec, dr. Emil Zlatič, dr. Helena Abramovič,
dr. Sonja Smole Možina, Katarina Šimunović, UNI- LJ, BF
mag. Andrej Glinšek, Biserka Gračner, Darja Dimec, Vlasta Landekar, Matej
Šuštaršič, Lidija Jevšek, Vlasta Landekar, Urša Polak, Eurofins ERICo Slovenija
dr. Martin Schubert, Tina Huth, Intertek GmbH

Avtorji poročila: Andreja Kandolf B., Nataša Lilek, Tomaž Samec, dr. Jasna Bertoncelj (BF),
dr. Mojca Korošec (BF), Nataša Klemenčič Štrukelj

Rezultati so nastali v okviru Programa ukrepov na področju čebelarstva v Republiki Sloveniji v letih
2017-2019, ki je bil financiran iz sredstev državnega proračuna in proračuna Evropske unije.

Lukovica, 30. 7. 2019

Boštjan Noč, predsednik ČZS

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	10
1.1	CILJ APLIKATIVNE RAZISKAVE	10
2	PREGLED OBJAV O CVETNEM PRAHU.....	11
2.1	SESTAVA CVETNEGA PRAHU	12
2.1.1	Vsebnost vode v cvetnem prahu	13
2.1.2	Vsebnost beljakovin v cvetnem prahu	14
2.1.3	Vsebnost maščob v cvetnem prahu.....	14
2.1.4	Vsebnost ogljikovih hidratov v cvetnem prahu	14
2.1.5	Vsebnost pepela v cvetnem prahu	15
2.1.6	Vsebnost polifenolnih spojin v cvetnem prahu.....	15
2.1.7	Mikrobiološka slika cvetnega prahu	18
2.2	PRIDOBIVANJE CVETNEGA PRAHU.....	19
2.2.1	Smukalniki	20
2.3	SUŠENJE IN STARANJE CVETNEGA PRAHU	21
2.4	STANDARDIZACIJA CVETNEGA PRAHU	22
3	MATERIAL IN METODE	24
3.1	KARAKTERIZACIJA IN VPLIV POSTOPKOV OBDELAVE IN SHRANJEVANJA CVETNEGA PRAHU NA NJEGOVO KEMIJSKO IN MIKROBIOLOŠKO SESTAVO	24
3.1.1	Zbiranje vzorcev in načrt dela	24
3.1.2	Metode določanja parametrov cvetnega prahu	26
3.2	SPREMLJANJE EKONOMIČNOSTI SMUKANJA V ZUNANJEM IN NOTRANJEM SMUKALNIKU	29
3.2.1	Statistična analiza	30
4	REZULTATI IN RAZPRAVA.....	31
4.1	KEMIJSKA SESTAVA CVETNEGA PRAHU	31
4.2	MIKROBIOLOŠKA KARAKTERIZACIJA CVETNEGA PRAHU IZ RAZLIČNIH GEOGRAFSKIH REGIJ SLOVENIJE.....	33
4.3	MIKROBIOLOŠKA ANALIZA CVETNEGA PRAHU, HRANJENEGA V HLADILNIKU	34
4.4	MIKROBIOLOŠKA ANALIZA CVETNEGA PRAHU, SUŠENEGA PRI 35 °C IN 40 °C	36

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

4.4.1	Zmanjšanje števila mikroorganizmov v vzorcih cvetnega prahu po sušenju	38
4.5	MIKROBIOLOŠKA ANALIZA CVETNEGA PRAHU, HRANJENEGA V ZMRZOVALNIKU (–18 °C).....	40
4.6	VSEBNOST SKUPNIH POLIFENOLNIH SPOJIN	42
4.7	VSEBNOST SKUPNIH POLIFENOLNIH SPOJIN PO SKLADIŠČENJU CVETNEGA PRAHU V HLADILNIKU	42
4.8	VSEBNOST SKUPNIH POLIFENOLNIH SPOJIN PO OBDELAVI IN SKLADIŠČENJU CVETNEGA PRAHU NA 35 °C IN 40 °C	43
4.9	VSEBNOST SKUPNIH POLIFENOLNIH SPOJIN PO SKLADIŠČENJU CVETNEGA PRAHU V ZMRZOVALNIKU.....	44
4.10	SPREMLJANJE EKONOMIČNOSTI SMUKANJA V ZUNANJEM IN NOTRANJEM SMUKALNIKU	45
4.10.1	Osnovni opis testiranih smukalnikov:	46
4.10.2	Nameščanje	48
4.10.3	Material smukalnika	48
4.10.4	Odpiranje/zapiranje smukalne ploščice	49
4.10.5	Zračnost smukalnika	49
4.10.6	Zračnost zbirnega predalčka	49
4.10.7	Čiščenje zbirnega predalčka	50
4.10.8	Zaščita pred vremenskimi vplivi.....	50
4.10.9	Pobiranje cvetnega prahu.....	50
4.10.10	Čistost cvetnega prahu	51
4.10.11	Donos cvetnega prahu.....	51
5	ZAKLJUČEK.....	53
6	VIRI.....	55
7	PREGLED OBJAV O MATIČNEM MLEČKU	59
7.1	NASTANEK MATIČNEGA MLEČKA	60
7.2	LASTNOSTI SVEŽEGA MATIČNEGA MLEČKA.....	60
7.2.1	Senzorične značilnosti svežega matičnega mlečka.....	60
7.3	SESTAVA MATIČNEGA MLEČKA.....	61
7.3.1	Voda.....	62
7.3.2	Beljakovine	62
7.3.3	Ogljikovi hidrati.....	63
7.3.4	Pepel.....	63

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

7.3.5	Vrednost pH in vsebnost kislin v matičnem mlečku	64
7.3.6	Maščobe	64
7.3.7	Pelod	66
7.4	SKLADIŠČENJE MATIČNEGA MLEČKA.....	66
8	MATERIAL IN METODE	67
8.1	ZBIRANJE VZORCEV	67
8.2	ANALIZE MATIČNEGA MLEČKA	69
8.2.1	Pelodna analiza (Piana in sod., 2006)	69
8.2.2	Fizikalno-kemijske analize	69
8.2.3	Statistične metode	72
9	REZULTATI Z RAZPRAVO.....	73
9.1	PELOD V MATIČNEM MLEČKU	73
9.2	FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI	75
9.3	VSEBNOST SLADKORJEV	78
9.4	MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA.....	80
9.5	IZBRANI FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI SKLADIŠČENIH VZORCEV	84
9.6	PRIMERJAVA REZULTATOV ANALIZ SLOVENSKEGA MATIČNEGA MLEČKA Z DRUGIMI RAZISKAVAMI	89
10	ZAKLJUČEK.....	92
11	VIRI.....	93
12	PREGLED OBJAV O PROPOLISU	98
12.1	NASTANEK IN NALOGA PROPOLISA	99
12.2	SESTAVA PROPOLISA.....	99
12.2.1	Flavonoidi	100
12.2.2	Fenolne spojine	100
12.2.3	Terpenoidi	100
12.2.4	Druge snovi.....	100
12.3	VRSTE PROPOLISA	101
12.4	LASTNOSTI PROPOLISA	102
12.5	PRIDOBIVANJE PROPOLISA	102
13	MATERIAL IN METODE	104
13.1	NAČRT ZBIRANJA VZORCEV.....	104
13.2	ANALIZA PROPOLISA	106

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

13.2.1	Statistične metode	106
14	REZULTATI IN RAZPRAVA	107
14.1	SENZORIČNA OCENA IN IZVOR OSNOVNE SUROVINE	107
14.2	VSEBNOST FENOLNIH SPOJIN.....	109
15	ZAKLJUČEK.....	113
16	VIRI.....	114
17	NAVODILA ZA ČEBELARJE	116
17.1	CVETNI PRAH	116
17.2	MATIČNI MLEČEK.....	116
17.3	PROPOLIS.....	117
18	PODATKOVNA ZBIRKA O ČEBELJIH PRIDELKI SLOVENSKEGA POREKLA	118
18.1	CVETNI PRAH	118
18.2	MATIČNI MLEČEK.....	122
18.3	PROPOLIS.....	127

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Analize čebeljih pridelkov v sklopu aplikativne raziskave	10
Preglednica 2: Kemijska sestava cvetnega prahu (Campos in sod., 2008)	13
Preglednica 3: Predlog za standardizacijo kemijske sestave posušenega cvetnega prahu osmukanca (Campos in sod., 2008; Bogdanov, 2012).....	23
Preglednica 4: Seznam vzorcev po statističnih regijah in letu pridelave	24
Preglednica 5: Načrt izvajanja kemijskih analiz 2017–2019.	25
Preglednica 6: Kemijska sestava svežega cvetnega prahu osmukanca po letu pridelave (2017-2019).....	31
Preglednica 7: Kemijska sestava svežega cvetnega prahu osmukanca glede na statistično regijo (2017–2019)	32
Preglednica 8: Število mezofilnih aerobnih mikroorganizmov, plesni, kvasovk in koliformnih mikroorganizmov prikazano v enotah, ki tvorijo kolonije, <i>angl.</i> colony forming units na 1 gram vzorca (CFU/g) cvetnega prahu v letih 2017–2019	33
Preglednica 9: Število mezofilnih aerobnih mikroorganizmov, kvasovk, plesni in koliformnih mikroorganizmov, prikazano v enotah, ki tvorijo kolonije, <i>angl.</i> colony forming units na 1 gram vzorca (CFU/g) svežega cvetnega prahu, hranjenega v hladilniku 2 tedna, 1 mesec in 3 mesece	34
Preglednica 10: Zmanjšanje števila mikroorganizmov v vzorcih cvetnega prahu, shranjenih v hladilniku.....	35
Preglednica 11: Mikrobiološka slika cvetnega prahu po sušenju na 35 °C in 40 °C in po različnem času skladiščenja	37

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 12: Zmanjšanje števila mikroorganizmov v vzorcih cvetnega prahu, posušenih pri 35 °C in shranjenih 3 dni (3d), 5 mesecev (5m), 1 leto (1L) in 2 leti (2L), prikazano v povprečnem % zmanjšanja s pripadajočim standardnim odklonom	38
Preglednica 13: Zmanjšanje števila mikroorganizmov v vzorcih cvetnega prahu posušenih pri 40 °C in shranjenih 3 dni (3d), 5 mesecev (5m), 1 leto (1L) in 2 leti (2L), prikazano v povprečnem % zmanjšanja s pripadajočim standardnim odklonom	38
Preglednica 14: Število mezofilnih aerobnih mikroorganizmov, kvasovk, plesni in koliformnih mikroorganizmov prikazanih kot povprečno število CFU/g vzorca pred in po skladiščenju v zmrzovalniku (−18 °C), dve leti	40
Preglednica 15: Vsebnost skupnih polifenolnih spojin (skupnih fenolov) v vzorcih cvetnega prahu po letih pridobivanja, izražena kot mg galne kisline na gram suhe snovi cvetnega prahu (mg GK/g SS) in antioksidativni potencial (AOP) izvlečkov, izražen kot koncentracija polifenolnih spojin v reakcijski zmesi, ki za 50 % zniža začetno vsebnost radikala DPPH• (EC ₅₀). Rezultati so podani kot povprečna vrednost najmanj treh ponovljenih analiz	42
Preglednica 16: Vsebnost skupnih polifenolnih spojin (skupnih fenolov) in AOP po shranjevanju cvetnega prahu v hladilniku 2 tedna, 1 mesec in 3 mesece	43
Preglednica 17: Vsebnost skupnih polifenolnih spojin (skupnih fenolov) in AOP po obdelavi na 35 °C in 40 °C ter skladiščenju 3 dni, 5 mesecev, 1 leto in 2 leti	44
Preglednica 18: Vsebnost skupnih polifenolnih spojin (skupnih fenolov) in AOP po skladiščenju svežega cvetnega prahu v zmrzovalniku (−18 °C) 2 leti	44
Preglednica 19: Ocena lastnosti testiranih smukalnikov na podlagi opazovanj v času 2017–2019	48
Preglednica 20: Amortizacija testiranih smukalnikov glede na povprečni dnevni donos izračunan v naši raziskavi	52
Preglednica 21: Sestava svežega in liofiliziranega matičnega mlečka (Sabatini in sod., 2009; ISO, 2016)	61
Preglednica 22: Minimalne, zakonsko predpisane vrednosti 10-HDA v matičnem mlečku v različnih državah	65
Preglednica 23: Analizirani vzorci matičnega mlečka	67
Preglednica 24: Vzorci matičnega mlečka iz programskega leta 2018.....	68
Preglednica 25: Vzorci matičnega mlečka iz programskega leta 2019.....	68
Preglednica 26: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz slovenskega matičnega mlečka	75
Preglednica 27: Primerjava povprečnih rezultatov fizikalno-kemijskih parametrov matičnega mlečka različnih programskih let	76
Preglednica 28: Vsebnost sladkorjev v slovenskem matičnem mlečku	79
Preglednica 29: Primerjava povprečnih vsebnosti sladkorjev v matičnem mlečku različnih programskih let.....	80
Preglednica 30: Maščobnokislinska sestava slovenskega matičnega mlečka	82
Preglednica 31: Primerjava povprečnih vsebnosti maščobnih kislin v matičnem mlečku različnih programskih let.....	83
Preglednica 32: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz vzorcev slovenskega matičnega mlečka programskega leta 2018 po večmesečnem skladiščenju	85

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 33: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz slovenskega matičnega mlečka iz programskega leta 2019 po več mesečnem skladiščenju	86
Preglednica 34: Vsebnost sladkorjev v slovenskem matičnem mlečku iz programskega leta 2018 po več mesečnem skladiščenju.....	87
Preglednica 35: Vsebnost sladkorjev v slovenskem matičnem mlečku iz programskega leta 2019 po več mesečnem skladiščenju.....	88
Preglednica 36: Primerjava rezultatov analiz slovenskega matičnega mlečka z drugimi raziskavami.....	91
Preglednica 37: Seznam vseh analiziranih vzorcev propolisa.....	105
Preglednica 38: Rezultati senzorične ocene posameznih vzorcev propolisa pridelanega v letu 2016, 2017 in 2018.....	108
Preglednica 39: Povprečne vrednosti posameznih fenolnih spojin v analiziranih vzorcih propolisa	111
Preglednica 40: Podatki o vzorcih: število vzorcev, statistična regija oznaka in leto pridelave	118
Preglednica 41: Rezultati kemijskih analiz slovenskega cvetnega prahu- osmukanca	119
Preglednica 42: Rezultati vsebnosti skupnih fenolov in antioksidativni potencial slovenskega cvetnega prahu- osmukanca	120
Preglednica 43: Mikrobiološka slika slovenskega cvetnega prahu-osmukanca.....	121
Preglednica 44: Podatki o vzorcih:oznaka vzorca, statistična regija in leto pridelave.....	122
Preglednica 45: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz slovenskega matičnega mlečka	123
Preglednica 46: Vsebnost sladkorjev v slovenskem matičnem mlečku	124
Preglednica 47: Maščobnokislinska sestava slovenskega matičnega mlečka	125
Preglednica 48: Povprečne vrednosti posameznih fenolnih spojin v analiziranih vzorcih propolisa.	127

KAZALO SLIK

Slika 1: Primer zunanjega smukalnika za cvetni prah.....	20
Slika 2: Primer notranjega smukalnika cvetnega prahu (foto: B. Borštnik)	21
Slika 3: Priprava vzorcev za analize	24
Slika 4: Vzorčenje in obdelava vzorcev	26
Slika 5: Po namestitvi smukalnikov cvetnega prahu (notranji smukalniki) Tip 3	30
Slika 6: Nameščeni zunanji smukalniki in pobiranje cvetnega prahu v zunanjih smukalnikih	30
Slika 7: Zmanjšanje števila mikroorganizmov, shranjenih v hladilniku 2 tedna (2 t), 1 mesec (1 m) in 3 mesece (3 m) prikazano v % s standardnim odklonom.	35
Slika 8: Zmanjšanje števila mikroorganizmov pri procesu sušenja pri 35 °C, prikazana v % zmanjšanja. Graf prikazuje povprečne vrednosti in standardne odklone	39
Slika 9: Zmanjšanje števila mikroorganizmov pri procesu sušenja pri 40 °C, prikazana v % zmanjšanja. Graf prikazuje povprečne vrednosti in standardne odklone	39
Slika 10: Število mikroorganizmov v vzorcih svežega cvetnega prahu in cvetnega prahu po hranjenju v zmrzovalniku dve leti na –18 °C.....	41
Slika 11: Tehtanje dnevnega donosa cvetnega prahu.....	45
Slika 12: Smukalnik Tip 1- zunanji leseni	46
Slika 13: Smukalnik Tip 2- zunanji plastični	47

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Slika 14: Smukalnik Tip 3 – notranji smukalnik.....	47
Slika 15: Barva matičnega mlečka	60
Slika 16: Matični mleček.....	61
Slika 17: Kemijska struktura 10-HDA (Ramadan in Al-Ghamdi, 2012).	65
Slika 18: Spekter peloda analiziranih vzorcev matičnega mlečka (N=35)	74
Slika 19: Kromatogram vzorca matičnega mlečka (K. MLEČEK 2017-1)	81
Slika 20: Propolis pridobljen na namensko vstavljenih pripomočkih.	98
Slika 21: Povprečne sestava propolisa	101
Slika 22: Pregled vzorca propolisa in odstranjev fizikalnih nečistoč.	104
Slika 23: Spekter peloda analiziranih vzorcev matičnega mlečka (N=35)	126

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV

KONČNO POROČILO (2017-2019)

1 UVOD

Poleg medu so primarni čebelji pridelki cvetni prah, matični mleček in propolis. Sestava teh pridelkov je bolj kot sestava medu odvisna od okolja in tehnologije pridelave. Zaradi funkcionalnih lastnosti in s tem koristnosti uporabe čebeljih pridelkov v humani prehrani se njihova poraba povečuje, s tem pa tudi možnost, da se na naših prodajnih policah znajdejo čebelji pridelki vprašljive kakovosti in porekla. Ker v Sloveniji, z izjemo medu, še nimamo izdelane karakterizacije čebeljih pridelkov, morebitnih potvorb cvetnega prahu, matičnega mlečka in propolisa ne moremo prepoznati in jih odpraviti, zato se pojavlja potreba, da se izdelajo osnovni kriteriji kakovosti slovenskega cvetnega prahu, matičnega mlečka in propolisa, hkrati pa se podajo navodila za pridelavo in predelavo cvetnega prahu.

1.1 CILJ APLIKATIVNE RAZISKAVE

Cilji aplikativne raziskave karakterizacije čebeljih pridelkov ter vpliv postopkov obdelave in shranjevanja cvetnega prahu na njegovo kemijsko in mikrobiološko sestavo:

- v pisni obliki izdelati bazo podatkov, ki vključuje zbrane podatke po posameznem analiziranem vzorcu cvetnega prahu, matičnega mlečka in propolisa s povprečnimi, minimalnimi in maksimalnimi vrednostmi;
- glede na pridobljene rezultate izdelati priporočila čebelarjem za obdelavo in shranjevanje cvetnega prahu,
- podati rezultate o učinkovitosti smukanja v zunanjem oziroma notranjem smukalniku.

Glede na programsko nalogo omenjene aplikativne raziskave (priloga 1) je v čebeljih pridelkih potrebno opraviti različne analize in ugotoviti vpliv staranja in shranjevanja na sestavo cvetnega prahu ter matičnega mlečka (preglednica 1).

Preglednica 1: Analize čebeljih pridelkov v sklopu aplikativne raziskave

Čebelji pridelek	Vrsta analiz
CVETNI PRAH	Vsebnost vode, beljakovin, maščob, pepela, skupnih polifenolov in mikrobiološka slika Vpliv obdelave in shranjevanje cvetnega prahu
MATIČNI MLEČEK	Vsebnost vode, pepela, beljakovin, maščob, 10-hidroksi-2-decenojske kisline (10-HDA), sladkorjev, pelodna analiza, vrednost pH, kislost, maščobnokislinska sestava Vpliv staranja matičnega mlečka
PROPOLIS	Vsebnost skupnih flavonoidov

2 PREGLED OBJAV O CVETNEM PRAHU

Cvetni prah ali pelod je osnova spolnega razmnoževanja rastlin (Kandolf, 2008). Pelod vsebuje moške oplojevalne celice rastlin (Bogdanov, 2012). Značilen je za vsako posamezno cvetočo rastlinsko vrsto in je nekakšen prstni odtis vsake rastline, zaradi česar je edinstven. Nastaja v štirih podolgovatih pelodnih vrečkah, t.i. prašnici, ki je spodnji, razširjeni del cvetnega organa prašnika. Ko prašnica dozori se odpre in na prašnikovo površino se sprosti na milijone pelodnih zrn. Cvetovi rastlin vsebujejo različno število zrn cvetnega prahu. Tako kot so različne tudi rastline so različna tudi zrnca cvetnega prahu. Razlikujejo se po obliki, barvi in velikosti. Glede na velikost pelodnih zrn je tudi različen način opraševanja (Kandolf, 2008).

Opraševanje rastlin poteka na več načinov. Tiste rastline, ki jih oprašuje veter, imenujemo vetrocvetke. Pelod vetrocvetk je drobnejši lažji in suh, zaradi česar ga lahko prenaša veter. Rastline, oprašene s pomočjo oz. posredovanjem žuželk, pa imenujemo žužkocvetke. Zrnca peloda žužkocvetk so hrapava, lepljiva, med seboj se sprijemajo in oprijemajo žuželk. Vetrocvetke imajo večje količine pelodnih zrn kot žužkocvetke. Žužkocvetke imajo zelo različno oblikovane cvetove, zato so tudi med rastlinami, ki jih oprašujejo žuželke, razlike v količini peloda (Kandolf, 2008).

Pri opraševanju žužkocvetk so izredno pomembne čebele. Sodelujejo pri opraševanju okoli 40.000 rastlinskih vrst in s svojo aktivnostjo v naravi predstavljajo nenadomestljivo vlogo pri ohranjanju biotske pestrosti in pri opraševanju različnih kmetijskih kultur (Bogdanov, 2012).

Čebela med vsakim letom v panj prinese od 16 do 24 mg cvetnega prahu (približno 3 do 4 milijone pelodnih zrn), kar predstavlja desetino njene teže. Cvetni prah nabirajo pašne čebele. Po cvetni prah lahko letijo dlje kot po nektar, saj porabijo manj časa na rastlino za nabiranje v primerjavi z nabiranjem nektarja; poleg tega pa je tovor peloda lažji kot tovor nektarja. Nekatere rastline izločajo nektar in cvetni prah v točno določenem delu dneva. Čebele si to zapomnijo in se vračajo na te rastline vsak dan ob istem času. Ponavadi na enem izletu čebele nabirajo surovino samo na eni rastlini, kar se lahko ponavlja več dni (Kandolf, 2008). V času nabiranja cvetnega prahu naredi čebela delavka okoli deset izletov dnevno (Bogdanov, 2012).

Cvetni prah predstavlja za čebeljo družino glavni vir beljakovin, ki so nujno potrebne za preživetje čebel. Čebelja družina porabi na leto od 30 do 50 kg cvetnega prahu. Čebele cvetni prah potrebujejo za vzrejo zalege in za razvoj. Velike količine cvetnega prahu potrebujejo predvsem v prvih dveh tednih življenja. Cvetni prah je nepogrešljiv pri razvoju krmilnih (goltnih) žlez pri mladih čebelah, ki izločajo matični mleček, saj v nasprotnem primeru ne morejo krmiti ličink. Pomanjkanje cvetnega prahu po izleganju čebel vpliva tudi na slab razvoj voskovnih žlez. Nepogrešljiv je tudi pri razvoju trotoev, saj v primeru pomanjkanja ti ne razvijejo dovolj sperme, ki je potrebna za oprašitev matice. V jesenskem času, ko se čebele pripravljajo

na prezimovanje, je cvetni prah velikega pomena za ustvarjanje maščobnih zalog in beljakovin, pomanjkanje pa je lahko tudi vzrok za nastanek bolezni (Kandolf, 2008).

Kakovost cvetnega prahu je različna od rastline do rastline. Čebele imajo nepogrešljiv nagon za ugotavljanje kakovosti oziroma hranilne vrednosti cvetnega prahu. Hranilno vrednost se ocenjuje glede na vsebnost beljakovin (Kandolf, 2008), pomembna pa je prisotnost tudi ostalih sestavin kot so aminokisline, maščobne kisline, vitamini, itd.

Čebele nabirajo cvetni prah na različnih rastlinah, kar ima za posledico raznoliko prehrano. Čebelje družine, ki se jih uporablja za oprasevanje na velikih plantažah, zasajenih z samo eno kulturno rastlino ne zaužijejo dovolj raznolike prehrane, kar ima za posledico, da takšna prehrana ne zagotavlja vseh potrebnih hranilnih snovi za čebeljo družino. Samo nekaj monofloernih kultur je priznanih, da so po hranilni vrednosti za čebele boljše od mešanega cvetnega prahu, čeprav slabega (Brodschneider in Crailsheim, 2010).

Mešan, raznolik cvetni prah v prehrani čebel je pomemben, da ne pride do pomanjkanja esencialnih hranil, kar se lahko zgodi pri uživanju cvetnega prahu samo ene vrste. Če cvetni prah ne zagotavlja potrebnih esencialnih hranil za čebele, potem tudi uživanje večje količine takšnega cvetnega prahu ne prispeva k zagotavljanju potrebnih esencialnih hranil. V zadnjih letih je hranilni stres poleg ostalih faktorjev odgovoren za visoko umrljivost čebeljih družin (Brodschneider in Crailsheim, 2010).

2.1 SESTAVA CVETNEGA PRAHU

Med predstavlja čebelji družini vir energije, cvetni prah pa je za čebeljo družino glavni vir ostalih pomembnih hranil, kot so beljakovine, minerali, maščobe in ostale substance. Prisotnost teh sestavin dokazuje, da se cvetni prah lahko uporablja tudi v prehrani ljudi (Campos in sod., 2008).

Cvetni prah je lahko mešanica različnih rastlinskih pelodov, zaradi česar se razlikuje tudi vsebnost hranilnih sestavin (Campos in sod., 2008) (preglednica 2).

Iz preglednice 2 je razvidno, da vsebnosti posameznih kemijskih spojin v cvetnem prahu zelo variirajo, razlike med minimalno in maksimalno vrednostjo so velike. Do variiranja pride najverjetneje zaradi različnega botaničnega izvora cvetnega prahu, lahko pa je tudi posledica uporabe različnih analitskih metod (Campos in sod., 2010).

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 2: Kemijska sestava cvetnega prahu (Campos in sod., 2008)

Glavne sestavine	Vsebnost g/100 g (min–maks)
Beljakovine	10–40
Maščobe	1–13
Skupni ogljikovi hidrati	13–55
Vlaknine, Pektin	0,3–20
Pepel	2–6
Nedoločljivo	2–5
Minerali, elementi v sledovih	mg/kg
Kalij (K)	4000–20000
Magnezij (Mg)	200–3000
Kalcij (Ca)	200–3000
Fosfor (P)	800–6000
Železo (Fe)	11–170
Cink (Zn)	30–250
Baker (Cu)	2–16
Mangan (Mn)	20–110
Vitamini	mg/kg
β-karoten	10–200
Tiamin (B1)	6–13
Riboflavin (B2)	6–20
Niacin (B3)	40–110
Pantotenska kislina (B5)	5–20
Piridoksin (B6)	2–7
Askorbinska kislina (vitamin C)	70–560
Biotin (H)	0,5–0,7
Folna kislina (B9)	3–10
Tokoferol (E)	40–320

2.1.1 Vsebnost vode v cvetnem prahu

Voda je v cvetnem prahu naravno prisotna. V svežem cvetnem prahu je med 20-30 % vode, količina le-te pa je odvisna od rastline, vremena in načina pridobivanja cvetnega prahu (Božnar, 2011).

Vsebnost vode v cvetnem prahu je pomemben kriterij kakovosti. Velika vsebnost vode lahko poveča aktivnost mikroorganizmov in encimov, ki lahko vplivajo na spremembo senzoričnih lastnosti proizvoda (Morgano in sod., 2011).

Če je vsebnost vode v cvetnem prahu večja kot 10 %, obstaja nevarnost, da bo pričel fermentirati (Bogdanov, 2012). Pri shranjevanju svežega cvetnega prahu na sobni temperaturi pa lahko pride do kontaminacije s plesnimi, ki lahko proizvajajo kancerogene mikotoksine.

Shranjevanje svežega cvetnega prahu mora potekati v zmrzovalniku, da se izognemo pojavu bakterij in plesni (Campos in sod., 2008). Pred skladiščenjem ga moramo sušiti, da zmanjšamo vsebnost vode v njem. Sušenje moramo izvesti pod kontroliranimi pogoji, da ne uničimo občutljivih sestavin. Preveliko zmanjšanje vsebnosti vode pa lahko vpliva na hiter pojav žarkosti. Določanje vode je zelo težavno, saj se pri sušenju cvetnega prahu zaradi visoke temperature razgrajujejo organske sestavine, na katere je vezana voda, zato se izgubljajo aromatične snovi (Gergen in sod., 2006).

Pri ocenjevanju senzoričnih lastnosti cvetnega prahu so v Švici ugotovili, da cvetni prah, ki vsebuje manj kot 6 % vode, postane preveč suh in je s senzoričnega vidika manj sprejemljiv (Bogdanov, 2012).

2.1.2 Vsebnost beljakovin v cvetnem prahu

Beljakovine so najvažnejši gradbeni elementi celic, so sestavni deli encimov in hormonov, brez katerih ne bi bilo življenja. Sestavljene so iz aminokislin, standardnih, ki tvorijo beljakovine je 24. V cvetnem prahu so jih doslej določili 17. Osem od 24 aminokislin mora telo dobiti s hrano, ker jih samo ne more sintetizirati; imenujemo jih esencialne ali nezamenljive aminokisliline. Vsebnost in vrsta beljakovin se v cvetnem prahu dokaj razlikuje, vendar je pomembna ugotovitev, da vsak cvetni prah vsebuje vse esencialne aminokisliline (Kurinčič Tomšič, 2008). Prevladujejo prolin, glutaminska in asparaginska kislina, lizin in levcin (Campos in sod., 2008). Proteini v cvetnem prahu so tudi alergeni zato se ljudem, pred uživanjem priporoča test na preobčutljivost (Bogdanov, 2012).

2.1.3 Vsebnost maščob v cvetnem prahu

V maščobni sestavi cvetnega prahu obstajajo velike razlike v povezavi z botaničnim poreklom. V večini so v cvetnem prahu zastopane predvsem polarne in nevtralne maščobe (monogliceridi, digliceridi in trigliceridi) kot tudi majhne količine maščobnih kislin in sterinov (Campos in sod., 2008). Analize cvetnega prahu s plinsko kromatografijo kažejo, da izvleček maščob iz cvetnega prahu sestavljajo predvsem linolenska, palmitinska, linolna in oleinska kislina. Nenasičene maščobne kisline predstavljajo v povprečju 70 % vseh maščobnih kislin (Campos in sod., 2008).

2.1.4 Vsebnost ogljikovih hidratov v cvetnem prahu

V večini so v cvetnem prahu prisotni monosaharidi, disaharidi, oligosaharidi in polisaharidi med katere uvrščamo glikogen, škrob in prehransko vlaknino. Med nižje molekularnimi sladkorji predstavljajo fruktoza, glukoza in saharoza okoli 90 % vseh sladkorjev, delež pa je odvisen tudi od vrste rastline (Campos in sod., 2008). Pogosto se vsebnost ogljikovih hidratov

v cvetnem prahu določi z izračunom, saj je skupna vsebnost ogljikovih hidratov težko določljiva (Bogdanov, 2012).

2.1.5 Vsebnost pepela v cvetnem prahu

Cvetni prah je zaradi mineralnih snovi in elementov v sledovih zelo cenjena hrana, lahko bi rekli popolna hrana za človeka. V cvetnem prahu so našli vse elemente v sledovih, ki so tudi v človeškem telesu (Božnar, 2011).

Med elementi je v cvetnem prahu najbolj zastopan K (okoli 60 % celotne količine mineralov), sledijo Mg (okoli 20 % celotne količine mineralov), Na in Ca (okoli 10 % celotne količine mineralov) (Campos in sod., 2008).

2.1.6 Vsebnost polifenolnih spojin v cvetnem prahu

Polifenoli so najbolj razširjeni v rastlinah in do sedaj je poznanih najmanj 8000 različnih struktur polifenolov. Poleg tega se polifenoli pojavljajo v rastlinah tudi kot sekundarni metaboliti. Fenolne spojine lahko glede na njihovo osnovno strukturo delimo na enostavne fenole ali benzokinone, fenolne kisline, naftokinone, ksantone, stilbene, flavonoide, lignane, biflavonoide, lignine, kumarine in kondenzirane tanine (Gomez-Caravaca in sod., 2006).

V rastlinskem svetu imajo polifenoli funkcijo barvil, koencimov, odvrčal, protimikrobnih agensov in fitoaleksinov. Rastlinam dajejo karakterističen okus, prehransko vrednost ter imajo farmakološke in toksične učinke. Polifenoli se v rastlinah redko pojavijo prosti, največkrat so vezani na sladkorje, amino skupine, lipide in terpenoide (Donko, 1995).

Polifenolne spojine vsebujejo vsaj en aromatski obroč, na katerem je ena ali več hidroksilnih skupin. Prehransko so najpomembnejše fenolne kisline, flavonoidi in tanini (Abramovič, 2011).

Flavonoidi predstavljajo najbolj pomembno skupino polifenolov s poznanimi več kot 5000 različnimi flavonoidi (Gomez-Caravaca in sod., 2006). Flavonoidi so rdeči, beli in rumeni pigmenti cvetov, sadežev, lubja in korenin. Zaradi možnosti absorpcije UV svetlobe delujejo kot zaščita rastlin pred vplivi UV žarkov (Abram, 2000).

Molekula flavonoidov je sestavljena iz dveh aromatskih obročev, ki ju povezuje heterociklični obroč. Glede na položaj heterocikličnega obroča razvrstimo flavonoide v naslednje skupine: flavani, flavanoni, flavanoli ali katehini, izoflavanoni, flavoni, flavonoli, izoflavoni, halkoni in antocianidini (Abramovič, 2011).

Cvetni prah vsebuje polifenolne spojine, v največji meri flavonoide, ki lahko delujejo kot potencialni antioksidanti in so specifični za posamezno rastlinsko vrsto (Campos in sod., 2008;

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV KONČNO POROČILO (2017-2019)

Mărghitaş in sod., 2009; Li in sod. 2018), zato potekajo tudi številne raziskave, ki proučujejo vsebnost polifenolnih spojin in antioksidativno učinkovitost cvetnega prahu (Almaraz-Abarca in sod., 2007; Leja in sod., 2007; LeBlanc in sod., 2009; Mărghitaş in sod., 2009; Carpes in sod., 2009; Morais in sod., 2011; Feás in sod., 2012; Pascoal in sod., 2014; De-Melo in sod., 2018). Študije o antioksidativni učinkovitosti cvetnega prahu kažejo na visoko sposobnost lovljenja prostih radikalov. Poleg flavonoidov so v cvetnem prahu rastlin prisotni tudi njihovi glikozidi in derivati cimetne kisline (Leja in sod., 2007).

De-Melo in sod. (2018) so v cvetnem prahu iz Brazilije določili vsebnost skupnih polifenolnih spojin, ki je znašala med 6,5 in 29,2 mg ekvivalenta galne kisline (GAE)/g cvetnega prahu. Cvetni prah *Brassica* sp. je vseboval med 10,3 in 25,1 mg GAE/g cvetnega prahu. Cvetni prah iz družine metuljnic (Fabaceae) pa 19,1 mg GAE/g cvetnega prahu. Vsebnost skupnih flavonoidov, ki so jo določili v cvetnem prahu iz Brazilije je znašala od 0,3 do 17,5 mg ekvivalenta kvercetina (QE)/g cvetnega prahu.

Carpes in sod. (2009) so v poliflornem cvetnem prahu iz Brazilije določili vsebnost skupnih polifenolnih spojin, ki je znašala med 19,3 in 48,9 mg GAE/g cvetnega prahu, s povprečno vrednostjo 30,8 mg GAE/g cvetnega prahu. Vsebnost skupnih flavonoidov v cvetnem prahu pa je bila med 2,1 in 28,3 mg QE/g cvetnega prahu, kar je nekoliko več kot so poročali De-Melo in sod. (2018).

Feás in sod. (2012) so v cvetnem prahu s Portugalske določili vsebnost skupnih polifenolnih spojin med 12,9 in 19,8 mg GAE/g in vsebnost skupnih flavonoidov, ki je znašala med 4,5 in 7,1 mg ekvivalentov katehina (CAE)/g cvetnega prahu. Pascoal in sod. (2014) so v cvetnem prahu s Portugalske in Španije določili vsebnost flavonoidov med 3,7 in 10,1 mg CAE/g cvetnega prahu. Vsebnost skupnih polifenolnih spojin pa je znašala med 18,6 in 32,2 mg GAE/g cvetnega prahu.

Mărghitaş in sod. (2009) so v cvetnem prahu vrbe (*Salix* sp.) določili najvišjo vrednost skupnih polifenolnih spojin, ki je znašala 16,4 mg GAE/g cvetnega prahu in najvišjo vrednost skupnih flavonoidov (16,3 mg QE/g cvetnega prahu). Tudi antioksidativna učinkovitost cvetnega prahu *Salix* sp., prikazana kot vrednost DPPH, je bila v primerjavi z ostalimi analiziranimi vrstami cvetnega prahu najvišja (2,81 mmol Trolox/g cvetnega prahu). Najmanjšo antioksidativno učinkovitost so določili v cvetnem prahu bora (*Pinus* sp.) (DPPH vrednost 0,14 mmol Trolox/g cvetnega prahu). Vsebnost skupnih polifenolnih spojin in skupnih flavonoidov v cvetnem prahu *Pinus* sp. je bila ravno tako zelo majhna (6,4 mg GAE/g in 0,6 mg QE/g). Almaraz-Abarca in sod. (2004) ugotavljajo, da ima vsebnost flavonoidov v cvetnem prahu velik pomen pri njegovi antioksidativni učinkovitosti. Kakorkoli velika vsebnost flavonoidov ne pomeni vedno tudi visoke antioksidativne učinkovitosti v določenih botaničnih vrstah cvetnega prahu, kar ugotavljajo nekatere študije (Leja in sod., 2007; Mărghitaş in sod., 2009; Morais in sod., 2011). LeBlanc in sod. (2009) poročajo, da ima cvetni prah rastlin, ki so bolj izpostavljene sončni svetlobi in UV žarkom, večjo antioksidativno učinkovitost. Za določitev vsebnosti skupnih polifenolnih spojin se tradicionalno uporablja Folin-Ciocalteujeva metoda (Gutfinger, 1981).

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV KONČNO POROČILO (2017-2019)

Antioksidant je molekula, ki lahko upočasni ali prepreči oksidacijo drugih molekul. Oksidacija je kemijska reakcija prenosa elektrona iz ene substance na spojino, ki se oksidira (reducent). Pri oksidacijskih reakcijah lahko nastajajo prosti radikali, ki v telesu sprožijo verižne reakcije, posledice teh pa so poškodbe celic. Antioksidanti so odstranjevalci prostih radikalov, saj reagirajo s prostimi radikali in jih tako nevtralizirajo ter tako preprečijo oksidacijo drugih molekul. Antioksidanti so dostikrat reducenti, kot so tioli in polifenoli. Čeprav so oksidacijske reakcije ključne za življenje, so lahko tudi usodne, saj naj bi bili prosti radikali vzrok za celično degradacijo, ki posledično vodi v celično smrt. Nizka raven antioksidantov privede do oksidativnega stresa, ki posledično povzroča razvoj kroničnih in degenerativnih bolezni kot so rak, avtoimunske bolezni, revmatoidni artritis in ostale nevrološke bolezni (Campos in sod., 2010).

Prosti radikali so ioni, atomi ali molekule z vsaj enim elektronom brez para. To so visoko reaktivne molekule, ki poškodujejo celične strukture, vključno z nukleinskimi kislinami in geni. Prost radikali nastajajo pri cepitvi kovalentne vezi. So rezultat normalne celične presnove (dihanje) in posledica dejavnikov okolja kot so sevanje, toplota, kajenje, uživanje alkohola, zdravil, onesnaženega okolja in nekaterih drugih dejavnikov. V organizmu zdravega človeka so antioksidanti in prosti radikali v stalnem ravnotežju (Korošec, 2000).

Če se ravnotežje med antioksidanti in prostimi radikali poruši nastane za organizem neugodno stanje, ki ga imenujemo oksidativen stres. Antioksidanti ga preprečujejo z lovljenjem prostih radikalov v našem telesu (Korošec, 2000).

Za določanje antioksidativne učinkovitosti je poznanih več metod. Razvrstimo jih v dve skupini: testi, ki spremljajo učinek dodanega antioksidanta na napredovanje oksidacije v lipidnem sistemu in testi, kjer v modelnem sistemu merimo, kako je antioksidant sposoben učinkovati na izbrano tarčo, ki je lahko npr. radikal, kovinski ion.... (Abramovič, 2011).

Za določanje antioksidativne učinkovitosti v cvetnem prahu se uporabljajo v veliki večini modelni testi in testi, ki spremljajo napredovanje oksidacije v lipidnem sistemu. Redukcijsko sposobnost lovljenja radikalov določamo s pomočjo Folin-Ciocalteujeve metode in z določitvijo sposobnosti redukcije ionov Fe^{3+} v ione Fe^{2+} (Abramovič, 2011).

Neposredno sposobnost antioksidanta, da lovi radikale v modelnem sistemu, ki vsebuje antioksidant določimo s sposobnostjo lovljenja radikalov. Reakcija antioksidantov z različnimi vrstmi radikalov je različna, zato moramo vedno upoštevati in izvesti več metod, da dobimo čim bolj celovit odgovor o antioksidativni učinkovitosti spojine. Sposobnost lovljenja radikalov vključuje naslednje metode:

- določitev sposobnosti lovljenja DPPH radikala;
- določitev sposobnosti lovljenja ABTS^+ radikala;
- določitev sposobnosti lovljenja O_2^- radikala;
- določitev sposobnosti lovljenja alkilperoksilnih radikalov v sistemu emulzije.

Za celovito oceno antioksidativne učinkovitosti ter uporabnosti antioksidanta v danih matriksih živila je potrebno opraviti različne teste, ki temeljijo na različnih reakcijskih mehanizmi. Povezava med rezultati določanja antioksidativne učinkovitosti različnih metod je velikokrat šibka, saj na antioksidativno učinkovitost pogosto poleg vrste reaktanta na katerega antioksidant učinkuje, vpliva tudi izbira medija v katerem antioksidant deluje (Abramovič, 2011).

Tudi čebelji pridelki so vir potencialnih antioksidativnih lastnosti. Največ študij o antioksidativni učinkovitosti čebeljih pridelkov je bilo opravljenih na medu, propolisu in tudi cvetnem prahu, medtem ko je študij, ki so določale antioksidativno učinkovitost voska in matičnega mlečka malo.

2.1.7 Mikrobiološka slika cvetnega prahu

Mikroorganizme, ki so prisotni v cvetnem prahu, razdelimo v tri skupine. Tiste, ki jih najdemo v cvetnem prahu (to so kvasovke, plesni, bakterije, ki tvorijo spore), tiste, ki kažejo na higieno pridobivanja (koliformne bakterije in kvasovke) in tiste, ki lahko povzročijo bolezni pri človeku (npr. *Clostridium botulinum*) (Snowdon in sod., 1996). Poznamo pa tudi bakterijo *Paenibacillus larvae*, ki povzroča bolezen pri čebelah – hudo gnilobo, tvori spore in se lahko prenaša z medom in cvetnim prahom, ki se uporablja za hranjenje čebel.

Mikroorganizmi se lahko znajdejo v cvetnem prahu, tako da vanj pridejo iz primarnega vira. To so predvsem bakterije in kvasovke, ki pridejo iz prebavnega trakta čebel, nektarja, mane, peloda, zraka, umazanije in okolja, v katerem se nahajajo čebele. Vir mikroorganizmov v prebavilih čebel je cvetni prah. Nektar vsebuje malo oz. skoraj nič bakterij.

Sekundarni vir onesnaženja cvetnega prahu z mikroorganizmi je podoben kot za vsa druga živila. To so predvsem ljudje, veter, prah, žuželke, voda, živali, neustrezen pribor, smukalniki, itd.

V cvetnem prahu je mogoče zaznati tako plesni, kvasovke kot tudi bakterije. Nekatere izmed naštetih stopajo tudi v procese pretvorbe cvetnega prahu osmukanca v izkopenec in proizvajajo določene spojine, ki povečajo prebavljivost cvetnega prahu za čebele.

Prisotnost plesni v cvetnem prahu je povezana z vsebnostjo plesni v prebavilih čebel, panju, okolju, kjer čebele nabirajo cvetni prah ter neustrezno očiščenih predalčkih in smukalnih mrežicah za pridobivanje cvetnega prahu. V cvetnem prahu se lahko nahajajo rodovi: *Atichia*, *Coniothecium*, *Hormiscium* in *Triposporium*, *Acosphaera*, *Aspergillus*, *Cephalosporium* in *Penicillium*. Neustrezno shranjen cvetni prah pa lahko napade tudi gliva *Betisia alvei*.

Svež cvetni prah ima veliko vsebnost vode zaradi česar predstavlja gojišče tudi za rast kvasovk, ki lahko pridejo v cvetni prah iz primarnega ali sekundarnega vira. Ob zmerni temperaturi,

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV KONČNO POROČILO (2017-2019)

veliki vsebnosti kvasovk, veliki vsebnosti vode, pridobivanju cvetnega prahu v vlažnem obdobju, neustreznem shranjevanju oz. skladiščenju cvetnega prahu lahko pride do fermentacije cvetnega prahu - osmukanca. V cvetnem prahu so najpogostejše kvasovke iz rodu *Saccharomyces spp.*, *Rhodotorula*, *Lipomyces*, *Torulopsis*, *Trichosporan*, *Nematospora*, *Schizosaccharomyces*, *Torula*, *Zygosaccharomyces*. Cvetni prah osmukanec, namenjen za prehrano ljudi, ne sme biti izpostavljen procesom fermentacije.

Cvetni prah je presno živilo, katerega se pred uživanjem ne obdeluje, zato lahko vsebuje tudi škodljive bakterije ali njihove spore kot so npr. *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Salmonella*.

Iz higienskega vidika je izredno pomembna mikrobiološka varnost, ki je eden izmed glavnih kriterijev kakovosti. Potrebno je kontrolirati mikrobiološko varnost cvetnega prahu, še posebej prisotnost patogenih bakterij in plesni. Razkuževanje cvetnega prahu z obsevanjem in kemijskimi sredstvi ni dovoljeno, saj lahko pride do toksičnih ostankov (Bogdanov, 2012).

2.2 PRIDOBIVANJE CVETNEGA PRAHU

Barviti cvetovi in opojni vonji žužkocvetk privabljajo čebele. Čebele imajo telo pokrito z dlačicami, ki se jih cvetni prah, ko čebele sede na cvet oprime. Nabrana zrnca cvetnega prahu čebele med seboj lepijo s slino, nektarjem ali medom iz medenega želodčka. Pri tem procesu ga hkrati obogatijo s svojimi encimi. Med letom se čebele očistijo, tako da cvetni prah spravijo v strukturo za prenašanje cvetnega prahu, ki se nahaja na zadnjih nožicah in se imenuje košek (Kandolf, 2008). Takšen skupek cvetnega prahu vsebuje do 10 % nektarja, ki je nujno potreben za zlepljanje zrn peloda (Campos in sod., 2008).

Cvetni prah čebele prinesejo v panj, odložijo v celice satja, ki jih napolnijo do dveh tretjin, ostalo tretjino pa napolnijo z medom in s tem preprečijo kvarjenje cvetnega prahu. Tako shranjen cvetni prah je nedostopen kisiku, zaradi česar začne fermentirati. Razvijejo se bakterije, ki izločajo mlečno kislino, ta je značilna sestavina tako skladiščenega cvetnega prahu. Takšnemu cvetnemu prahu pravijo čebelarji tudi čebelji kruh (Kandolf, 2008). Iz celic satja ga pridobivamo tako, da ga izkopljemo, zato mu pravimo izkopanec.

Hranilna vrednost cvetnega prahu - izkopanca je za čebeljo družino višja od hranilne vrednosti osmukanca. Za večjo hranilno vrednost so odgovorni mikroorganizmi, ki izvirajo iz prebavil čebel in nektarja ter pripadajo rodu *Lactobacillus* in *Bifidobacterium* ki naj bi bili vključeni pri procesu fermentacije cvetnega prahu v celicah satja, zaradi česar prispevajo k povečanju hranilne vrednosti s proizvodnjo vitaminov (Brodschneider in Crailsheim, 2010).

Pri pridobivanju izkopanca se močno poškoduje satje, zato čebelarji v veliki meri raje pridobivajo osmukanec.

Pri pridelavi in predelavi cvetnega prahu moramo zagotoviti take pogoje, da cvetni prah ni podvržen fizikalnim, kemijskim ali mikrobiološkim tveganjem onesnaženja. Tako kot za med in ostale čebelje pridelke in izdelke iz čebeljih pridelkov čebelarji pri svojem delu upoštevajo Smernice dobrih higienskih navad v čebelarstvu na načelih sistema HACCP.

2.2.1 Smukalniki

Za pridobivanje osmukanca so čebelarji izdelali posebne naprave, ki se imenujejo smukalniki. Poznamo zunanje in notranje smukalnike cvetnega prahu.

Zunanji smukalnik (slika 1) je naprava, ki se je namesti na vhod čebeljega panja, sestavljena iz drobnih luknjic, skozi katere se mora čebela obložena s tovorom cvetnega prahu stlačiti, če želi priti v panj. Pri tlačenju skozi drobne luknjice se ji cvetni prah osmuka z njenih nogic. Osmukana grudica cvetnega prahu pade v smukalni predalček. Ker se v Sloveniji večinoma čebelarji v AŽ panjskem sistemu so zunanji smukalniki zanje najbolj uporabi, saj panj ne potrebuje predhodne predelave. Na tržišču se najde več vrst zunanjih smukalnikov. Uporabljajo pa se lahko tudi na nakladnih panjih.



Slika 1: Primer zunanjega smukalnika za cvetni prah.

Notranji smukalnik (slika 2) se lahko namesti v vse AŽ panje, ki imajo visoko podnico, uporablja pa se tudi v nakladnih sistemih. Posebnost tega smukalnika je, da je smukalna ploščica postavljena vodoravno in v sami notranjosti panja. Čebele tako v panj hodijo po klasični poti, cvetni prah pa se jim osmuka z nožic v notranjosti panja. Do zbirnega predalčka dostopamo iz zadnje strani čebeljega panja, kar nam omogoča enostavnejše pobiranje cvetnega prahu. Na slovenskem tržišču še vedno prevladujejo zunanji smukalniki cvetnega prahu, saj so zaradi obstoječih panjev najenostavnejše uporabni.



Slika 2: Primer notranjega smukalnika cvetnega prahu (foto: B. Borštnik)

Za pridobivanje cvetnega prahu so v Sloveniji dobre možnosti (Klun, 1977), ki pa jih še vedno premalo izkoriščamo. V preteklih letih je ČZS izvajala testiranje zunanjih smukalnikov z našega tržišča. Po več letih testiranja smo ugotovili, da je uporaba teh smukalnikov težavna. Večina jih je brez predhodne domače predelave težko uporabna, smukalni predalčki niso zračni, pojavlja se plesnenje, razlikujejo se tudi donosi (Lilek in sod., 2016).

V letu 2015 se je oblikovala tudi projektna skupina za razvoj prototipa smukalnika, pri katerem bi bile v večji meri odpravljene napake in težave, ki so bile zaznane med testiranjem smukalnikov iz tržišča. Razvita sta bila dva tipa zunanjih smukalnikov. Pri testiranjih sta dosegala dobre donose v primerjavi z smukalnikom, ki se je v treh letih izkazal za najdonosnejšega, zahtevala pa sta nadgradnjo glede konstrukcije, saj se je pri prvih testiranjih ravno tako pojavljalo nabiranje kondenza in plesnenje. Po nadgradnji je bilo nabiranje kondenza in plesnenje omejeno (Lilek in sod., 2016).

2.3 SUŠENJE IN STARANJE CVETNEGA PRAHU

Cvetni prah je priporočeno sušiti v električnih sušilnikih, kjer vlaga kontinuirano izhlapeva. Maksimalna temperatura sušenja je 30 °C in mora biti čim krajša, da se izognemo izgubi vitaminov. Svež cvetni prah vsebuje med 20–30 g/100 g vode. Velika vsebnost vode je odličen medij za razvoj mikroorganizmov, kot so bakterije in plesni. Da preprečimo kvarjenje cvetnega prahu in da dosežemo maksimalno kakovost, mora biti cvetni prah pobran vsak dan in po odvzemu takoj shranjen v zamrzovalnik. Po odtajanju ga je potrebno čim prej obdelati. Obdelamo ga s sušenjem, pri čemer se vsebnost vode v cvetnem prahu zmanjša pod 10 g/100 g. V večini slovenske in tudi tuje literature se priporoča sušenje cvetnega prahu na temperaturi 40 °C, kar je po različnih objavljenih študijah previsoka temperatura (Szczesna in sod. 1995; de Melo Pereira, 2008; Dominguez-Valhondo in sod., 2011 in 2013). V raziskavi na Poljskem so ugotovili, da zamrzovanje cvetnega prahu ne povzroči nobenih očitnih kemijskih sprememb, zato zamrzovanje priporočajo, ko se cvetni prah uporablja v terapevtske namene. Uporaba

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV KONČNO POROČILO (2017-2019)

lioofilizacije povzroči znatno izgubo vitamina C in provitamina A, sušenje na 40 °C pa ima na kakovost cvetnega prahu najslabši vpliv (Szczesna in sod., 1995).

V študiji iz Brazilije ugotavljajo, da sušenje cvetnega prahu na 45 °C 6 ur vpliva na znatno izgubo vitamina E kakor tudi provitamina A (de Melo Pereira, 2008). Španski raziskovalci ugotavljajo, da je zamrzovanje boljši način shranjevanja cvetnega prahu ter ohranjanja njegovih kemijskih in bioloških lastnosti v primerjavi s sušenjem v sušilniku (Dominguez-Valhondo in sod., 2011), portugalska študija pa je pokazala, da hitro sušenje cvetnega prahu (3 krat po 45 sekund) na 50 °C v infrardeči pečici ne povzroči zmanjšanja antioksidativne aktivnosti. Če povzamemo: cvetni prah se mora sušiti na nizkih temperaturah, pri največ 30 °C, najboljša alternativa je uporaba sušenja z zamrzovanjem, vendar vpliv le tega na cvetni prah po nam znanih podatkih do sedaj še ni bil preverjen. Sušenje povzroči tudi spremembo arome cvetnega prahu (Dominguez-Valhondo in sod., 2013).

Posušen cvetni prah je z mikrobiološkega in senzoričnega vidika obstojen do 1,5 leta, če ga hranimo na sobni temperaturi. Pod temi pogoji se njegove mikrobiološke in senzorične lastnosti ohranijo do 2 leti, v kolikor je hranjen na hladnem, suhem in temnem mestu (Bogdanov, 2003).

Cvetnemu prahu kot funkcionalnemu živilu z vplivom na zdravje daje vrednost močna antioksidativna aktivnost. Cvetni prah po enoletnem skladiščenju izgubi velik del antioksidativne učinkovitosti (okrog 59 %) (Campos in sod., 2003). Na to izgubo po vsej verjetnosti vpliva zmanjšanje vsebnosti polifenolnih spojin, kar so ugotavljali v študiji Rzepecka-Stojko in sod. (2012).

Solomka (2001) poroča, da le shranjevanje cvetnega prahu na 0–10 °C v vakuumu omogoča, da ne pride do zmanjšanja antioksidativne učinkovitosti. V brazilski študiji so ugotovili izgubo vitamina C, E in beta karotenov za 15–20 % med skladiščenjem posušenega cvetnega prahu na sobni temperaturi po enem letu (de Melo Pereira in sod., 2008).

2.4 STANDARDIZACIJA CVETNEGA PRAHU

Cvetni prah, ki ga nabirajo čebele, je poznan kot zdravo živilo s širokim spektrom hranilnih in terapevtskih lastnosti. Trenutno na področju cvetnega prahu ni nobene standardizacije glede njegove sestave, čeprav imajo nekatere države, kot so Brazilija, Bolgarija, Poljska in Švica nacionalne standarde. Mednarodno komisijo za med (IHC) sestavlja tudi delovna skupina strokovnjakov, ki se ukvarja s cvetnim prahom (*»Bee-pollen group«*). Prizadeva si postaviti mednarodne standarde kakovosti za cvetni prah in standardizirati analizne metode za analizo cvetnega prahu osmukanca (Campos in sod., 2008) (preglednica 3).

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 3: Predlog za standardizacijo kemijske sestave posušenega cvetnega prahu osmukanca (Campos in sod., 2008; Bogdanov, 2012)

Sestavina	Vsebnost
vsebnost vode	$\leq 6-8 \text{ g/100 g}$
vsebnost beljakovin	$\geq 15 \text{ g/100 g}$
vsebnost skupnih sladkorjev	$\geq 40 \text{ g/100 g}$
vsebnost maščob	$\geq 1,5 \text{ g/100 g}$
vsebnost pepela	$\leq 6 \text{ g/100 g}$

Nekatere države so postavile minimalne zahteve vsebnosti vode za posušen cvetni prah. V Braziliji sme posušen cvetni prah vsebovati največ 4 g/100 g, v Švici in Poljski največ 6 g/100 g, v Urugvaju največ 8 g/100 g in Bolgariji največ 10 g/100 g (Campos in sod., 2008).

Monoflorni cvetni prah vsebuje konstantno oz. bolj enakomerno sestavo biološko aktivnih spojin (Bogdanov, 2012).

Parametri, kot sta antioksidativna učinkovitost in vsebnost vitaminov, bi nujno morali biti vključeni v standardizacijo sestave cvetnega prahu, saj bi le na takšen način v prehrano vključili cvetni prah z optimalnimi lastnostmi za potrebe posameznika (Campos in sod., 2008).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 KARAKTERIZACIJA IN VPLIV POSTOPKOV OBDELAVE IN SHRANJEVANJA CVETNEGA PRAHU NA NJEGOVO KEMIJSKO IN MIKROBIOLOŠKO SESTAVO

3.1.1 Zbiranje vzorcev in načrt dela

V triletno raziskavo karakterizacije slovenskega cvetnega prahu smo vključili 40 vzorcev iz desetih statističnih regij Slovenije. V preglednici 4 je prikazano število vzorcev cvetnega prahu po posameznih statističnih regijah in letu pridelave.

Preglednica 4: Seznam vzorcev po statističnih regijah in letu pridelave

Statistična regija/Leto	2017	2018	2019
gorenjska	4	3	2
jugovzhodna Slovenija	3	2	1
goriška	1		
obalno-kraška	1		1
osrednjeslovenska	10	2	1
pomurska	1	1	
posavska		1	
primorsko-notranjska		2	
savinjska		1	
zasavska	1	1	1

Na zbranih vzorcih cvetnega prahu (preglednica 4) smo določili vsebnost vode, maščob, pepela, beljakovin, preračunana je bila vsebnost skupnih ogljikovih hidratov in energijska vrednost. Določena je bila vsebnost skupnih polifenolnih spojin in mikrobiološka slika.

Na vzorcih pridobljenih v letu 2017 (H1 17, D1 17, K1 17), ki so bili tudi količinsko dovolj veliki, smo izvajali analize v skladu s preglednico 5 (staranje in obdelava cvetnega prahu). Skupaj je bilo podvrženo analizam na vsebnost skupnih polifenolnih spojin in mikrobiološko sliko v letih 2017–2019, po različnih načinih obdelave in skladiščenja, še dodatnih 32 vzorcev cvetnega prahu.



Slika 3: Priprava vzorcev za analize

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 5: Načrt izvajanja kemijskih analiz 2017–2019.

Vzorčenje	Število vzorcev	vzorci	Opravljene analize
Karakterizacija cvetnega prahu	40	vzorci v svežem stanju iz različnih geografskih območij Slovenije (2017–2019)	B, M, V, P, PF, MIKRO
Staranje in obdelava cvetnega prahu	3	svež cvetni prah hranjen: hladilnik 2 tedna (2017)	PF, MIKRO
	3	svež cvetni prah hranjen: hladilnik 4 tedne (1 mesec) (2017)	PF, MIKRO
	3	posušen cvetni prah na 35 °C do analiz hranjen pod 16 °C (2017)	PF, MIKRO
	2	posušen cvetni prah na 40 °C do analiz hranjen pod 16 °C (2017)	PF, MIKRO
	3	Svež CP, hranjen v hladilniku 3 mesece (2018)	PF, MIKRO
	3	Posušen CP na 35 °C, hranjen 5 mesecev na temperaturi 16 °C (2018)	PF, MIKRO
	3	Posušen CP na 40 °C, hranjen 5 mesecev na temperaturi 16 °C (2018)	PF, MIKRO
	2	Posušen CP na 35 °C, hranjen 1 leto na temperaturi 16 °C (2018)	PF, MIKRO
	2	Posušen CP na 40 °C, hranjen 1 leto na temperaturi 16 °C (2018)	PF, MIKRO
	2	posušen cvetni prah na 40 °C, do analiz hranjen na temperaturi pod 16 °C 2 leti (2019)	PF, MIKRO
	3	posušen cvetni prah na 35 °C, do analiz hranjen na temperaturi pod 16 °C 2 leti (2019)	PF, MIKRO
	3	svež cvetni prah, zamrznjen na - 18 °C 2 leti (2019)	PF, MIKRO

B: beljakovine; M :maščobe; V: voda; P: pepel; PF: skupni polifenoli; MIKRO: mikrobiološka slika

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV

KONČNO POROČILO (2017-2019)



Slika 4: Vzorčenje in obdelava vzorcev

3.1.2 Metode določanja parametrov cvetnega prahu

Določanje vsebnosti vode v cvetnem prahu

Vsebnost vode smo določili gravimetrično s sušenjem na 105 °C do konstantne mase v laboratorijskem sušilniku (običajno > 6 ur) (Metoda povzeta po SIST EN 14346: 2007).

Določanje vsebnosti beljakovin v cvetnem prahu

V vzorcih smo določili vsebnost skupnega dušika (s Kjeldahlovo metodo), ki smo jo množili s splošnim faktorjem 6,25 in tako izračunali vsebnost beljakovin.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV

KONČNO POROČILO (2017-2019)

Zatehto vzorca (približno 0,2 g) smo kuhali v mešanici žveplene kisline, salicilne kisline in katalizatorja) minimalno 2 uri pod refluksum, da nastane bistra raztopina. V raztopini smo titrimetrično določili vsebnost dušika (kot amonij), titracija z 0,1 M HCl s potenciometrično indikacijo ekvivalentne točke. (Reference: AOAC 945.23 in 981.10, Standard ISO 11261:1996 modif.).

Določanje vsebnosti maščob v cvetnem prahu

Zatehti vzorca (približno 1 g) smo dodali HCl in hidrolizirali pod refluksum 2 uri. Nato smo prefiltrirali, preostanek na filtru posušili in ekstrahirali na Soxhlet aparaturi s petroletrom. Topilo smo odparili, posušili in gravimetrično določili vsebnost maščob.

(Reference: Fat Determination according to Weibull-Stoldt-Standard Application, No. E-416-E-816-Sox-001, Buchi, AOAC 963.15)

Določanje vsebnosti pepela v cvetnem prahu

Vsebnost pepela v cvetnem prahu smo določali gravimetrično. Določimo ga s tehtanjem suhega, ohlajenega mineralnega preostanka, po sežigu organske snovi pri 500–600 °C ob prisotnosti kisika. (AOAC 920.181).

Določanje vsebnosti skupnih ogljikovih hidratov v cvetnem prahu

Vsebnost skupnih ogljikovih hidratov je bila določena računsko. To pomeni da od vsebnosti suhe snovi odštejemo vsebnost maščob, beljakovin in pepela.

$$\text{Skupni OH (g/100 g)} = 100 - (m_{\text{vode}} + m_{\text{pepela}} + m_{\text{maščob}} + m_{\text{beljakovin}})$$

Določanje energijske vrednosti cvetnega prahu

Energijska vrednost cvetnega prahu je bila določena računsko.

$$\text{Energijska vrednost (kJ/100 g)} = 17 \text{ kJ/g} \cdot \text{vsebnost beljakovin (g/100 g)} + 17 \text{ kJ/g} \cdot \text{vsebnost skupnih ogljikovih hidratov (g/100 g)} + 37 \text{ kJ/g} \cdot \text{vsebnost maščob (g/100 g)}$$

Določanje mikrobiološke slike v cvetnem prahu

Analize so bile opravljene v 2 tehničnih ponovitvah. Pri vzorcih, pri katerih se ugotavlja vpliv staranja in shranjevanja, pa so se izvajale 3 biološke ponovitve.

Priprava matične raztopine in redčitvene vrste

Matično raztopino smo pripravili tako, da smo 10 g posameznega vzorca razredčili v 90 ml fiziološke raztopine. Vzorce smo homogenizirali v laboratorijskem homogenizatorju. Iz

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV KONČNO POROČILO (2017-2019)

matične raztopine smo nadaljevali z redčitveno vrsto tako, da smo po 1 ml vsakega predhodnega vzorca prenesli v 9 ml fiziološke raztopine. Ustrezne redčitve smo nacepili na agarske plošče.

Določanje skupnega števila aerobnih mezofilnih mikroorganizmov

Za določanje skupnega števila aerobnih mezofilnih mikroorganizmov smo uporabili agar PC. Plošče smo inkubirali 3–5 dni pri 30 °C.

Določanje skupnega števila koliformnih bakterij

Za določanje skupnega števila koliformnih bakterij smo uporabili agar VRBL, kromogeno gojišče za prepoznavanje koliformnih bakterij. Plošče smo inkubirali pri 37 °C 24 ur.

Določanje skupnega števila kvasovk in plesni

Za določanje skupnega števila kvasovk in plesni smo uporabili agar DRBC z dodatkom antibiotika kloramfenikol, selektivno gojišče za kvasovke in plesni. Plošče smo inkubirali pri 28 °C 3–5 dni.

Določanje skupnih polifenolnih spojin v cvetnem prahu in njihov antioksidativni potencial (AOP)

Skupne polifenolne spojine in AOP smo določili v izvlečkih iz cvetnega prahu, ki smo jih pripravili s pomočjo solventne ekstrakcije trdno/tekoče z uporabo topila 96 % etanol. Pri tem smo k ustrezni zatehti cvetnega prahu dodali ekstrakcijsko topilo v razmerju 1 : 3 (masa cv. prahu (g) : volumen ekstr. topila (mL)). Ekstrakcija je potekala 24 ur na stresalniku v temi pri sobni temperaturi z vmesnim tretiranjem v ultrazvočni kopeli. Po ekstrakciji smo vzorce filtrirali in filtrat centrifugirali 10 min pri 4000 obr./min. Za vsak vzorec smo opravili ekstrakcijo v najmanj v treh ponovitvah in tako pridobili za vsak vzorec cvetnega prahu najmanj tri izvlečke. Ponovljivost ekstrakcije polifenolnih spojin je bila v okviru 5 %.

Skupne polifenolne spojine smo določili v vsakem posameznem izvlečku po Folin-Ciocalteu metodi, ki jo je opisal Gutfinger (1981). V reakciji Folin-Ciocalteu reagenta s polifenolnimi spojinami nastane modro obarvan kompleks, ki smo ga določili spektrofotometrično z merjenjem absorbance pri valovni dolžini 765 nm (A_{765}). Analizo smo za vsak izvleček opravili v najmanj v treh ponovitvah. Napaka določitve je manj kot 3 %. Vsebnost skupnih polifenolnih spojin v vzorcih cvetnega prahu smo izrazili v ekvivalentih galne kisline kot mg galne kisline (GK) na gram suhe snovi cvetnega prahu (mg GK/g SS).

AOP izvlečkov polifenolnih spojin iz cvetnega prahu smo določili z metodo določitve sposobnosti lovljenja radikala 1,1'-difetil-2-pikrilhidrazil (DPPH•) (Brand-Williams in sod., 1995). Določitev temelji na reakciji med radikalom in fenolnimi spojinami, kar beležimo kot

znižanje absorbanco pri valovni dolžini 517 nm (A_{517}). Analizo smo opravili v treh do petih ponovitvah. AOP smo izrazili kot koncentracijo polifenolnih spojin v reakcijski zmesi, ki za 50 % zniža začetno vsebnost DPPH• (EC_{50}). Večja vrednost EC_{50} pomeni slabši AOP.

3.2 SPREMLJANJE EKONOMIČNOSTI SMUKANJA V ZUNANJEM IN NOTRANJEM SMUKALNIKU

Poskus spremljanja ekonomičnosti notranjega in zunanjega smukalnika se je izvajal na 15 čebeljih družinah. Šest čebeljih družin je imelo nameščen notranji smukalnik (tip 3), šest zunanji smukalnik (tip 1 in tip 2), tri čebelje družine so bile kontrolne brez nameščenih smukalnikov. Donose cvetnega prahu smo beležili dnevno, razen, kadar nam vreme tega ni dopuščalo. V vseh družinah smo za določitev vitalnosti družin spremljali naslednje parametre:

- količino nepokrite in pokrite zalege, na osnovi subjektivne ocene, prirejene po *Standard methods for estimating strength parameters of Apis mellifera colonies* (Keith S Delaplane, Jozef van der Steen and Ernesto Guzman). Ocenjevalec je na osnovi izkušenj ocenil količino nepokrite in pokrite zalege glede na površino zalege. Ocenjeval je vedno isti ocenjevalec.
- živalnost oz. moč smo določali na osnovi ocenjevanja glede na povprečje v poskus vključenih družin z ocenami od 1 do 4 (ocena 1 in 2: pod povprečjem, ocena 3 in 4: nad povprečjem). Ocenjeval je vedno isto ocenjevalec.
- zalogo medu in cvetnega prahu v plodišču smo ocenjevali z ocenami od 1 do 5, pri čemer 1 pomeni skoraj brez hrane, 2 malo hrane, 3 zadovoljivo veliko hrane, 4 veliko hrane, 5 nenormalno velika količina hrane v plodišču. Ocenjeval je vedno isti ocenjevalec.

Testiranje ekonomičnosti smukalnikov cvetnega prahu je potekalo v ekološkem čebelarstvu, zato v določenih obdobjih zaradi oskrbe čebeljih družin in nadzora nad varojami cvetnega prahu nismo pridobivali.

V testiranje so bili vključeni notranji (Tip 3) in zunanji smukalniki (plastičen- Tip 2 in leseni- Tip 1), ki so na razpolago na slovenskem tržišču. Za izbor testiranih smukalnikov smo se odločili na podlagi lastnih izkušenj in predhodnih testiranj smukalnikov s slovenskega tržišča, ki so bila objavljena v reviji Slovenski čebelar. Cvetni prah smo vzorčili dnevno in tehtali donose. Za rezultat smo podali povprečne vrednosti za določen tip smukalnika.



Slika 5: Po namestitvi smukalnikov cvetnega prahu (notranji smukalniki) Tip 3



Slika 6: Nameščeni zunanji smukalniki in pobiranje cvetnega prahu v zunanjih smukalnikih

3.2.1 Statistična analiza

Podatke o vsebnosti vode, beljakovin, maščob, pepela, skupnih ogljikovih hidratov in energijski vrednosti ter vsebnosti skupnih polifenolov in številu mikroorganizmov smo prikazali kot povprečja $\pm$ standardni odklon (S.D.). Določili smo tudi najmanjše (MIN) in največje (MAKS) vsebnosti posameznih parametrov. Pri mikrobiološki sliki je bil preračunan odstotek zmanjšanja števila mikroorganizmov. Pri primerjavi podatkov med leti in statističnimi okolišči ter pri testiranju ekonomičnosti smukalnikov smo izvedli metodo analize variance (ANOVA), uporabili smo Duncanov post hoc test ($p < 0,05$). V primeru nehomogenosti varianc smo opravili neparametrični Kruskal-Wallisov test.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 KEMIJSKA SESTAVA CVETNEGA PRAHU

Preglednica 6: Kemijska sestava svežega cvetnega prahu osmukanca po letu pridelave (2017-2019)

Leto pridobivanja vzorcev		Vsebnost vode (g/100 g)	Vsebnost beljakovin (g/100 g)	Vsebnost maščob (g/100 g)	Vsebnost pepela (g/100 g)	Vsebnost skupnih ogljikovih hidratov (g/100 g)	Energijska vrednost (kJ/100 g)
2017	MIN	12,4	12,9	4,8	1,3	38,9	1245
	MAKS	33,5	27,4	12,0	2,9	59,7	1620
	Povprečje	20,7	18,2	7,2	2,2^b	51,8	1458
	SD	4,8	3,5	1,6	0,4	4,8	90
2018	MIN	13,2	13,0	3,6	1,9	42,0	1289
	MAKS	30,1	24,1	7,7	3,2	57,8	1583
	Povprečje	23,1	18,5	6,5	2,5^b	49,5	1394
	SD	4,8	3,3	1,2	0,3	4,3	82
2019	MIN	16,3	10,0	5,0	1,1	46,0	1261
	MAKS	31,3	20,6	10,1	2,2	58,0	1582
	Povprečje	24,0	15,2	7,9	1,6^a	51,3	1423
	SD	4,8	3,1	2,1	0,3	3,7	116

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

^{a,b,c}: vrednosti v stolpcu, označene z enakim nadpisanim indeksom, se statistično značilno ne razlikujejo (ANOVA, $p < 0,05$)

Rezultati vsebnosti vode v vzorcih cvetnega prahu pridobljenih v različnih letih so primerljive, gibljejo se med 20,7 in 24,0 g/100 g. Visok delež vsebnosti vode v cvetnem prahu predstavlja tveganje za razvoj mikroorganizmov, zato je velikega pomena dobra čebelarska praksa pri pridelavi cvetnega prahu. V letu 2019 imajo vzorci nekoliko manjšo vsebnost beljakovin (15,2 g/100 g) v primerjavi s vsebnostjo beljakovin v letu 2017 (18,2 g/100 g) in 2018 (18,5 g/100 g). V letu 2019 smo v povprečju v vzorcih cvetnega prahu določili največjo vsebnost maščob (7,9 g/100 g), v letih 2017 in 2018 pa je bila vsebnost maščob med 6,5 in 7,2 g/100 g. V vsebnosti pepela v vzorcih cvetnega prahu različnih letnikov pridelave obstajajo statistično značilne razlike. Vsebnost pepela je bila v povprečju najmanjša v letu 2019 in je znašala 1,6 g/100 g ter se je razlikovala od vsebnosti pepela, določenega v vzorcih cvetnega prahu pridobljenega v letih 2017 in 2018. Vsebnost skupnih ogljikovih hidratov, ki smo jih določili računsko, je bila v cvetnem prahu v letih 2017, 2018 in 2019 primerljiva. Ravno tako je energijska vrednost cvetnega prahu v letih 2017, 2018 in 2019 med seboj primerljiva in znaša od 1394 do 1458 kJ/100 g (preglednica 6). Zaradi nizke energijske vrednosti se cvetni prah lahko uporablja v nizko energijskih dietah. V primeru, da zaužijemo 20–40 g cvetnega prahu na dan, kar se priporoča za doseg terapijskih učinkov, s to količino zaužijemo le 285–569 kJ/dan kar predstavlja 3,4 do 6,8 % dnevnega energijskega vnosa za odraslo osebo (8400 kJ/dan).

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 7: Kemijska sestava svežega cvetnega prahu osmukanca glede na statistično regijo (2017–2019)

Statistična regija		Vsebnost vode (g/100 g)	Vsebnost beljakovin (g/100 g)	Vsebnost maščob (g/100 g)	Vsebnost pepela (g/100 g)	Vsebnost skupnih ogljikovih hidratov (g/100 g)	Energijska vrednost (kJ/100 g)
gorenjska	MIN	13,7	14,3	6,2	1,1	45,1	1336
	MAKS	27,5	21,9	10,1	2,7	56,6	1599
	Povprečje	20,9	17,5	8,0^{ab}	2,0	51,6	1472
	SD	3,9	2,6	1,5	0,6	3,3	72
jugovzhodna Slovenija	MIN	12,4	15,5	4,0	1,6	46,8	1341
	MAKS	27,3	27,4	8,5	2,9	57,8	1589
	Povprečje	20,3	19,3	6,7^{ab}	2,5	51,7	1456
	SD	4,9	5,1	1,5	0,5	4,0	85
obalno-kraška	MIN	16,3	20,6	8,4	2,2	49,3	1531
	MAKS	17,6	22,5	9,8	2,2	51,1	1582
	Povprečje	17,0	21,6	9,1^b	2,2	50,2	1557
	SD	0,9	1,3	1,0	0,0	1,3	36
osrednjeslovenska	MIN	15,2	10,0	3,6	1,4	38,9	1245
	MAKS	33,5	23,2	7,5	2,7	59,7	1513
	Povprečje	22,8	16,5	5,9^a	2,1	52,6	1395
	SD	5,3	3,3	1,1	0,4	5,8	84
pomurska	MIN	16,3	13,0	6,2	2,5	44,3	1353
	MAKS	24,5	24,9	12,0	3,2	53,1	1620
	Povprečje	20,4	19,0	9,1^b	2,9	48,7	1487
	SD	5,8	8,4	4,1	0,5	6,2	189
primorsko-notranjska	MIN	25,3	19,3	6,6	1,9	42,0	1289
	MAKS	30,1	19,4	7,2	2,1	46,0	1377
	Povprečje	27,7	19,4	6,9^{ab}	2,0	44,0	1333
	SD	3,4	0,1	0,4	0,1	2,8	62
zasavska	MIN	21,7	14,9	6,1	1,7	46,0	1261
	MAKS	31,3	15,4	8,5	2,5	52,7	1472
	Povprečje	26,6	15,2	7,4^{ab}	2,0	48,9	1362
	SD	4,8	0,3	1,2	0,5	3,4	106
goriška		23,0	19,0	7,5	2,2	48,3	1421
posavska		13,2	22,8	7,7	2,8	53,6	1583
savinjska		27,9	17,1	6,6	2,5	45,9	1315

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

^{a,b,c}: vrednosti v stolpcu, označene z enakim nadpisanim indeksom, se statistično značilno ne razlikujejo (ANOVA, $p < 0,05$)

Ugotavljali smo tudi, ali med vzorci cvetnega prahu obstajajo statistično značilne razlike glede na statistično regijo pridobivanja. Iz statistične obdelave smo izključili goriško, posavsko in savinjsko statistično regijo, saj smo iz teh regij pridobili le po en vzorec cvetnega prahu. Samo v vsebnosti maščob se vzorci različnih statističnih regij razlikujejo med seboj. Največjo vsebnost maščob smo določili v cvetnem prahu iz pomurske statistične regije (9,1 g/100 g) in cvetnem prahu iz obalno-kraške statistične regije (9,1 g/100 g). Najmanj maščob pa je vseboval

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

cvetni prah iz osrednjeslovenske statistične regije (5,9 g/100 g). V ostalih analiziranih parametrih značilnih razlik nismo ugotovili (preglednica 7).

Leta 2008 je bil predlagan tudi mednarodni standard kakovosti cvetnega prahu, ki pa zaradi pomanjkanja podatkov o sestavi cvetnega prahu osmukanca, iz različnih držav, do sedaj še ni bil sprejet. Standard določa minimalne kriterije kakovosti, ki jih mora imeti cvetni prah, ki se uporablja v prehrani ljudi. Še zmeraj je najbolj uporaben v prehrani ljudi cvetni prah, ki je obdelan s sušenjem. Glede na zahteve predloga mednarodne standardizacije cvetnega prahu lahko potrdimo, da tudi svež cvetni prah, ki smo ga analizirali v naši raziskavi dosega predpisane kriterije kakovosti glede vsebnosti beljakovin (≥ 15 g/100 g), maščob ($\geq 1,5$ g/100 g) in pepela (≤ 6 g/100 g). Vsebnost vode ni predmet primerjave, saj cvetnega prahu iz naše raziskave predhodno nismo sušili pri določanju karakterističnih značilnosti slovenskega cvetnega prahu.

4.2 MIKROBIOLOŠKA KARAKTERIZACIJA CVETNEGA PRAHU IZ RAZLIČNIH GEOGRAFSKIH REGIJ SLOVENIJE

Pri mikrobiološki karakterizaciji smo v svežih vzorcih cvetnega prahu določali število mezofilnih aerobnih mikroorganizmov, kvasovk, plesni in koliformnih mikroorganizmov. V letih 2017–2019 smo analizirali 40 vzorcev svežega cvetnega prahu.

Preglednica 8: Število mezofilnih aerobnih mikroorganizmov, plesni, kvasovk in koliformnih mikroorganizmov prikazano v enotah, ki tvorijo kolonije, *angl.* colony forming units na 1 gram vzorca (CFU/g) cvetnega prahu v letih 2017–2019

Leto pridobivanja vzorcev		Mezofilni aerobni mikroorganizmi	Kvasovke	Plesni	Koliformni mikroorganizmi
2017	MIN	$3,25 \times 10^5$	$1,50 \times 10^3$	$< 10^0$	$9,50 \times 10^2$
	MAKS	$4,96 \times 10^6$	$3,86 \times 10^7$	$3,50 \times 10^5$	$3,28 \times 10^4$
	Povprečje	$2,4 \times 10^6$	$3,5 \times 10^6$	$1,4 \times 10^5$	$8,6 \times 10^4$
	S.D.	$1,5 \times 10^6$	$10,1 \times 10^6$	$1,44 \times 10^5$	$7,9 \times 10^4$
2018	MIN	$< 10^2$	$2,50 \times 10^2$	$5,00 \times 10^2$	$1,50 \times 10^1$
	MAKS	$1,55 \times 10^7$	$5,50 \times 10^4$	$3,50 \times 10^4$	$4,72 \times 10^4$
	Povprečje	$3,3 \times 10^6$	$5,6 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$	$1,1 \times 10^4$
	S.D.	$5,4 \times 10^6$	$1,1 \times 10^5$	$1,2 \times 10^4$	$1,6 \times 10^4$
2019	MIN	$3,05 \times 10^3$	$< 10^2$	$5,00 \times 10^2$	$< 10^1$
	MAKS	$4,18 \times 10^6$	$1,52 \times 10^6$	$4,35 \times 10^5$	$9,10 \times 10^3$
	Povprečje	$1,3 \times 10^6$	$2,5 \times 10^5$	$1,8 \times 10^5$	$3,8 \times 10^3$
	S.D.	$1,05 \times 10^6$	$4,5 \times 10^5$	$1,70 \times 10^5$	$2,85 \times 10^3$

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV

KONČNO POROČILO (2017-2019)

Mikrobiološka slika cvetnega prahu je zelo raznolika. Cvetni prah zaradi velike vsebnosti vode predstavlja dobro gojišče za mikroorganizme. Naravna prisotnost mikroorganizmov izvira iz več različnih virov, z neustreznimi postopki pridelave in obdelave pa njihovo povečanje in dodatno kontaminacijo lahko izzove tudi pridelovalec sam. V cvetnem prahu so prisotni v največji meri mezofilni aerobni mikroorganizmi, kvasovke, plesni, pa tudi koliformni mikroorganizmi. Število mezofilnih aerobnih mikroorganizmov in plesni se med leti pridobivanja bistveno ne razlikuje. Najmanjše povprečno število kvasovk smo določili leta 2018, najmanjše število koliformnih mikroorganizmov pa leta 2019. Število določenih mezofilnih aerobnih mikroorganizmov, kvasovk, plesni in koliformnih mikroorganizmov glede na leto pridobivanja cvetnega prahu (2017–2019) smo podali v preglednici 8.

4.3 MIKROBIOLOŠKA ANALIZA CVETNEGA PRAHU, HRANJENEGA V HLADILNIKU

Cvetni prah je mikrobiološko občutljivo živilo, zato smo spremljali mikrobiološko sliko cvetnega prahu (D117, K117, H117) po dvotedenskem, enomesečnim in trimesečnim shranjevanju v hladilniku. V preglednici 9 so prikazani rezultati prisotnosti mikroorganizmov podani z opisno statistiko.

Preglednica 9: Število mezofilnih aerobnih mikroorganizmov, kvasovk, plesni in koliformnih mikroorganizmov, prikazano v enotah, ki tvorijo kolonije, *angl.* colony forming units na 1 gram vzorca (CFU/g) svežega cvetnega prahu, hranjenega v hladilniku 2 tedna, 1 mesec in 3 mesece

Način shranjevanja svežega vzorca		Mezofilni aerobni mikroorganizmi	Kvasovke	Plesni	Koliformni mikroorganizmi
svež vzorec	MIN	$6,30 \times 10^5$	$1,50 \times 10^6$	$1,50 \times 10^5$	$4,25 \times 10^3$
	MAKS	$2,03 \times 10^6$	$1,60 \times 10^6$	$3,50 \times 10^5$	$1,30 \times 10^4$
	Povprečje	$1,24 \times 10^6$	$1,55 \times 10^6$	$2,67 \times 10^5$	$9,15 \times 10^3$
	S.D.	$5,85 \times 10^5$	$4,08 \times 10^4$	$8,50 \times 10^4$	$3,65 \times 10^3$
vzorec shranjen 2 tedna v hladilniku	MIN	$6,40 \times 10^5$	$1,26 \times 10^4$	$1,45 \times 10^3$	$3,00 \times 10^1$
	MAKS	$2,20 \times 10^6$	$4,02 \times 10^4$	$1,65 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$
	Povprečje	$1,65 \times 10^6$	$2,7 \times 10^4$	$1,5 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$
	S.D.	$8,8 \times 10^5$	$1,4 \times 10^4$	104,8	$2,1 \times 10^3$
vzorec shranjen 1 mesec v hladilniku	MIN	$6,00 \times 10^2$	$2,00 \times 10^2$	$3,50 \times 10^2$	< 10
	MAKS	$6,30 \times 10^5$	$1,90 \times 10^3$	$7,50 \times 10^2$	$2,00 \times 10^1$
	Povprečje	$2,5 \times 10^5$	$8,17 \times 10^2$	$4,83 \times 10^2$	$2,00 \times 10^1$
	S.D.	$3,3 \times 10^5$	$9,41 \times 10^2$	$2,31 \times 10^2$	/
vzorec shranjen 3 mesece v hladilniku	MIN	$1,05 \times 10^2$	< 10^2	$5,50 \times 10^1$	< 10
	MAKS	$4,30 \times 10^3$	< 10^2	$2,50 \times 10^2$	< 10
	Povprečje	$1,65 \times 10^3$	< 10^2	$1,68 \times 10^2$	< 10
	S.D.	$1,88 \times 10^3$	/	$8,27 \times 10^1$	/

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

Iz preglednice 9 je razvidno število mezofilnih aerobnih mikroorganizmov, kvasovk, plesni in koliformnih mikroorganizmov po različnem času skladiščenja v hladilniku (cca. 4 °C). Opazi se, da je povprečno število mezofilnih aerobnih mikroorganizmov (mikroorganizmi, ki imajo

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV

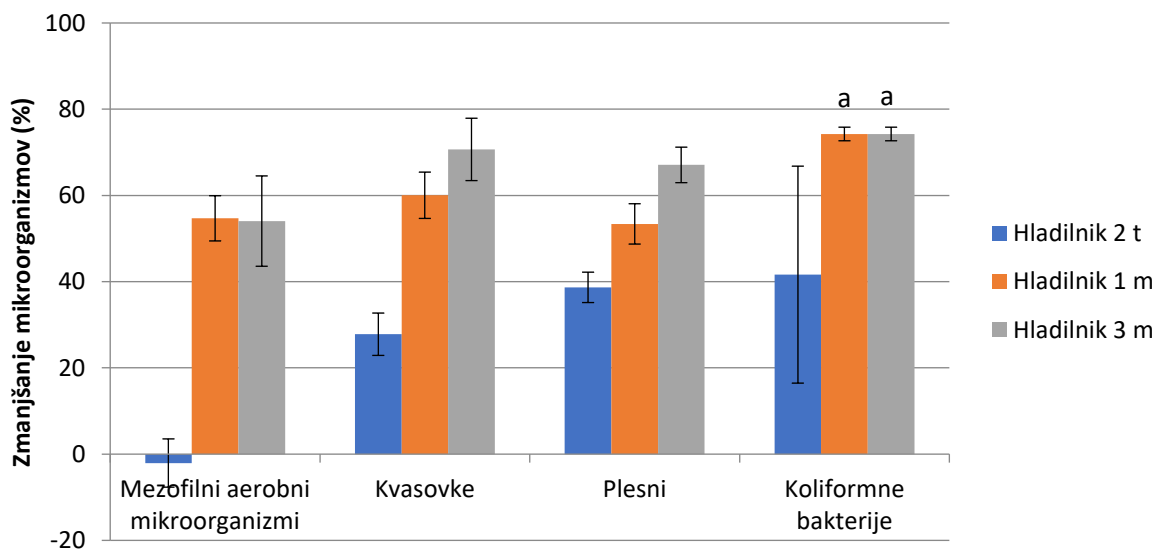
KONČNO POROČILO (2017-2019)

optimalno rast med 25 in 40 °C ob prisotnosti kisika) tudi po dveh tednih skladiščenja v hladilniku, kar visoko in se začne zmanjševati šele po skladiščenju v hladilniku en mesec in več. Povprečno število kvasovk, plesni in tudi koliformnih mikroorganizmov se s časom skladiščenja v hladilniku zmanjšuje. Z mikrobiološkega vidika, vsako spreminjanje števila mikroorganizmov, tudi če se njihovo število zmanjšuje, nakazuje na nestabilnost vzorca. Postopki hlajenja vplivajo na omejitev rasti analiziranih skupin mikroorganizmov. Odmiranje mezofilnih aerobnih mikroorganizmov se začne po 1 mesecu shranjevanja v hladilniku, kvasovke, plesni in koliformni mikroorganizmi pa se zmanjšajo že po 2 tednih shranjevanja v hladilniku (preglednica 9).

Preglednica 10: Zmanjšanje števila mikroorganizmov v vzorcih cvetnega prahu, shranjenih v hladilniku
Zmanjšanje števila mezofilnih aerobnih mikroorganizmov, kvasovk, plesni in koliformnih mikroorganizmov v vzorcih cvetnega prahu shranjenih v hladilniku 2 tedna (2t), 1 mesec (1m) in 3 mesece (3m) prikazanih v % kot povprečje in standardni odklon

Način shranjevanja	Mezofilni aerobni mikroorganizmi		Kvasovke		Plesni		Koliformni mikroorganizmi	
	Povprečje	S.D.	Povprečje	S.D.	Povprečje	S.D.	Povprečje	S.D.
Hladilnik 2t	-2,06	5,59	27,82	4,92	38,69	3,53	41,64	25,16
Hladilnik 1m	54,69	5,25	60,05	5,38	53,41	4,67	74,26	1,58
Hladilnik 3m	54,05	10,47	70,68	7,23	67,09	4,12	74,26	1,58

S.D.: standardni odklon



a – število koliformnih bakterij se je zmanjšalo za več kot 75 %.

Slika 7: Zmanjšanje števila mikroorganizmov, shranjenih v hladilniku 2 tedna (2 t), 1 mesec (1 m) in 3 mesece (3 m) prikazano v % s standardnim odklonom.

Pozitivna vrednost pomeni zmanjšanje mikroorganizmov, negativno število pa rast števila mikroorganizmov (preglednica 10, slika 7).

Namen shranjevanja živil pri nizki temperaturi (hladilnik; 4 °C) je ohranjanje stabilnosti in s tem obstojnosti vzorca. V stabilnem vzorcu se število mikroorganizmov ne spreminja. Primer

je število mezofilnih aerobnih mikroorganizmov v vzorcu, shranjenem dva tedna v hladilniku v primerjavi s svežim vzorcem cvetnega prahu, kjer se število ni spremenilo. V ostalih vzorcih je prišlo do zmanjšanja števila mikroorganizmov. Mikrobiološka slika vzorcev cvetnega prahu, shranjenih v hladilniku ni stabilna in s časom se nestabilnost povečuje. V stabilnem vzorcu ne pričakujemo večjih sprememb v številu mikroorganizmov.

4.4 MIKROBIOLOŠKA ANALIZA CVETNEGA PRAHU, SUŠENEGA PRI 35 °C IN 40 °C

Namen toplotne obdelave živil je podaljšanje stabilnosti in tako obstojnosti vzorca, zaradi zmanjšanja vsebnosti vode in skupnega števila mikroorganizmov. Tako zagotavljamo tudi povečano varnost osmukanca. Tri vzorce cvetnega prahu (D117, K117 in H117), posušenega na 35 °C, in dva vzorca cvetnega prahu (D117, K117), posušenega na 40 °C, smo skladiščili pri temperaturi 16 °C, 3 dni, 5 mesecev, 1 in 2 leti ter po pretečenem načrtovanem obdobju določili prisotnost posameznih analiziranih skupin mikroorganizmov. Rezultati podani z opisno statistiko so predstavljeni v preglednici 8.

Iz preglednice 11 je razvidno, da temperatura vpliva na zmanjševanje števila mikroorganizmov v cvetnem prahu.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 11: Mikrobiološka slika cvetnega prahu po sušenju na 35 °C in 40 °C in po različnem času skladiščenja

Shranjevanje vzorca		Mezofilni aerobni mikroorganizmi	Kvasovke	Plesni	Koliformni mikroorganizmi	Mezofilni aerobni mikroorganizmi	Kvasovke	Plesni	Koliformni mikroorganizmi
		obdelava pri 35 °C				obdelava pri 40 °C			
svež vzorec	MIN	6,30 x 10 ⁵	1,50 x10 ⁶	1,50 x10 ⁵	4,25 x10 ³	6,30 x 10 ⁵	1,50 x10 ⁶	1,50 x10 ⁵	4,25 x10 ³
	MAKS	2,03 x 10 ⁶	1,60 x10 ⁶	3,50 x10 ⁵	1,30 x10 ⁴	2,03 x 10 ⁶	1,60 x10 ⁶	3,50 x10 ⁵	1,30 x10 ⁴
	Povprečje	1,24 x 10⁶	1,55 x10⁶	2,67 x10⁵	9,15 x10³	1,24 x 10⁶	1,55 x10⁶	2,67 x10⁵	9,15 x10³
	S.D.	5,85 x 10 ⁵	4,08 x10 ⁴	8,50 x10 ⁴	3,65 x10 ³	5,85 x 10 ⁵	4,08 x10 ⁴	8,50 x10 ⁴	3,65 x10 ³
3dni	MIN	2,71 x10 ⁴	1,37 x10 ⁴	1,00 x10 ³	3,00 x10 ¹	2,91 x10 ⁴	1,49 x10 ⁴	< 10 ²	3,00 x10 ¹
	MAKS	1,70 x 10 ⁵	1,50 x 10 ⁵	1,17 x10 ⁷	9,00 x10 ²	5,05 x10 ⁵	2,00 x10 ⁵	1,25 x10 ³	9,20 x10 ³
	Povprečje	7,74 x10⁴	6,87 x10⁴	3,90 x10⁶	4,93 x10²	2,67 x10⁵	1,07 x10⁵	6,75 x10²	4,62 x10³
	S.D.	6,56 x 10 ⁴	5,87 x10 ⁴	5,51 x10 ⁶	3,57 x10 ²	2,38 x10 ⁵	9,26 x10 ⁴	/	4,59 x10 ³
5 mesecev	MIN	4,30 x 10 ³	7,25 x10 ³	3,90 x10 ³	5,00 x10 ¹	1,95 x10 ³	2,95 x 10 ³	9,00 x10 ²	< 10 ¹
	MAKS	1,40 x 10 ⁴	1,77 x10 ⁴	8,90 x10 ³	4,05 x10 ²	5,65 x10 ³	3,50 x10 ³	3,55 x10 ³	<10 ¹
	Povprečje	9,05 x 10³	1,16 x10⁴	7,00 x10³	1,73 x10²	3,80 x10³	3,23 x10³	2,23 x10³	<10¹
	S.D.	3,96 x10 ³	4,43 x10 ³	2,21 x10 ³	1,64 x10 ²	1,85 x10 ³	2,75 x10 ²	1,33 x10 ³	/
1 leto	MIN	4,00x 10 ²	1,50 x10 ¹	3,50 x10 ²	< 10 ¹	3,15 x10 ²	3,00 x10 ¹	1,50 x10 ²	< 10 ¹
	MAKS	8,50 x10 ²	1,05 x10 ³	3,00 x10 ⁴	<10 ¹	4,00 x10 ²	4,50 x10 ¹	3,00 x10 ⁴	<10 ¹
	Povprečje	6,67 x10²	3,78 x10²	1,10 x10⁴	<10¹	3,58 x10²	3,75 x10¹	1,51 x10⁴	<10¹
	S.D.	1,93 x10 ²	4,75 x10 ²	1,35 x10 ⁴	/	4,25 x10 ¹	7,50 x10 ⁰	1,49 x10 ⁴	/
2 leti	MIN	7,00 x10 ²	< 10 ²	5,00 x10 ²	< 10 ¹	6,50 x10 ²	< 10 ²	< 10 ²	< 10 ¹
	MAKS	1,28 x10 ⁴	3,50 x10 ²	6,00 x10 ²	< 10 ¹	1,35 x10 ³	3,00 x 10 ²	5,50 x10 ²	< 10 ¹
	Povprečje	4,98 x10³	2,25 x 10²	5,50 x10²	< 10¹	1,00 x10³	2,00 x 10²	3,25 x10²	< 10¹
	S.D.	5,54 x10 ³	/	5,00 x10 ¹	/	3,50 x10 ²	1,00 x10 ²	2,25 x10 ²	/

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

4.4.1 Zmanjšanje števila mikroorganizmov v vzorcih cvetnega prahu po sušenju

Zmanjšanje števila mikroorganizmov smo izračunali po naslednji enačbi:

$$\Delta \log_{10} MO \text{ po sušenju} = \text{svež vzorec} \left(\frac{\log_{10} CFU}{g} \right) - \text{posušen vzorec} \left(\frac{\log_{10} CFU}{g} \right)$$

$$\text{Zmanjšanje števila mikroorganizmov (\%)} = \left(\frac{\Delta \log_{10} MO \text{ po sušenju}}{\text{svež vzorec} \left(\frac{\log_{10} CFU}{g} \right)} \right) * 100$$

Iz razlik med svežimi vzorci in sušenimi vzorci (35 in 40 °C) smo izračunali % zmanjšanja števila mikroorganizmov za vzorce D117, H117 in K117 ter iz teh vrednosti povprečje in standardni odklon (preglednici 12, 13). Rezultate smo prikazali tudi grafično (sliki 8 in 9).

Preglednica 12: Zmanjšanje števila mikroorganizmov v vzorcih cvetnega prahu, posušenih pri 35 °C in shranjenih 3 dni (3d), 5 mesecev (5m), 1 leto (1L) in 2 leti (2L), prikazano v povprečnem % zmanjšanja s pripadajočim standardnim odklonom

Posušen cvetni prah na 35 °C	Mezofilni aerobni mikroorganizmi		Kvasovke		Plesni		Koliformni mikroorganizmi	
	Povprečje	S.D.	Povprečje	S.D.	Povprečje	S.D.	Povprečje	S.D.
Shranjen 3d	23,9	2,4	24,1	6,8	22,0	31,3	40,7	13,8
Shranjen 5m	35,6	1,2	34,3	3,6	27,2	10,8	48,1	8,0
Shranjen 1L	54,6	0,8	43,0	17,1	72,6	4,4	75,4	0,4
Shranjen 2L	55,6	7,4	63,5	16,3	58,8	11,5	>75	-

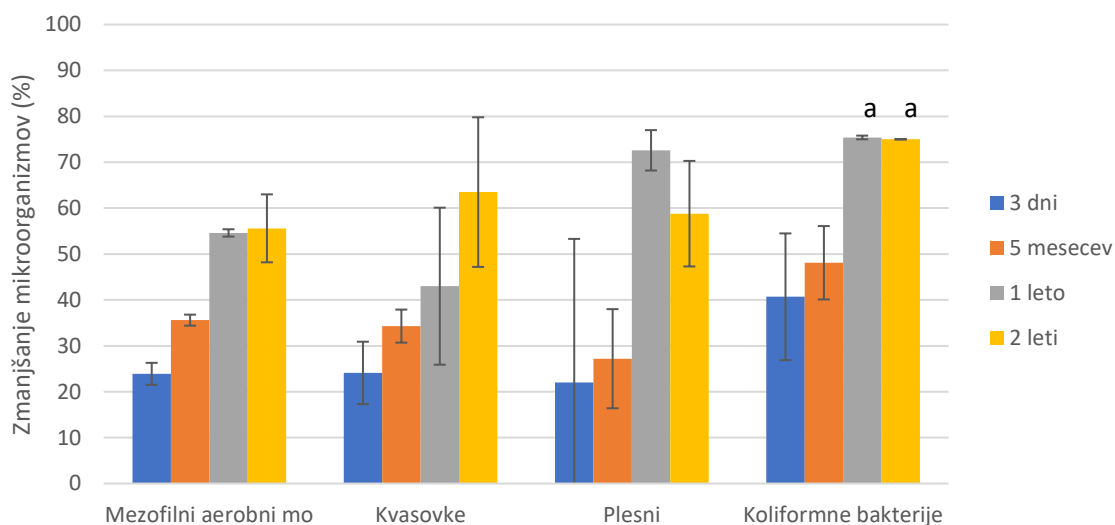
S.D.: standardni odklon

Preglednica 13: Zmanjšanje števila mikroorganizmov v vzorcih cvetnega prahu posušenih pri 40 °C in shranjenih 3 dni (3d), 5 mesecev (5m), 1 leto (1L) in 2 leti (2L), prikazano v povprečnem % zmanjšanja s pripadajočim standardnim odklonom

Posušen cvetni prah na 40 °C	Mezofilni aerobni mikroorganizmi		Kvasovke		Plesni		Koliformni mikroorganizmi	
	Povprečje	S.D.	Povprečje	S.D.	Povprečje	S.D.	Povprečje	S.D.
Shranjen 3d	16,5	7,2	25,2	7,9	62,8	17,2	35,4	27,6
Shranjen 5m	45,9	6,6	45,8	3,8	37,1	3,9	74,3	1,6
Shranjen 1L	56,0	2,2	45,8	19,9	74,4	2,6	75,4	0,4
Shranjen 2L	50,4	1,4	67,7	7,3	62,1	12,9	>75	-

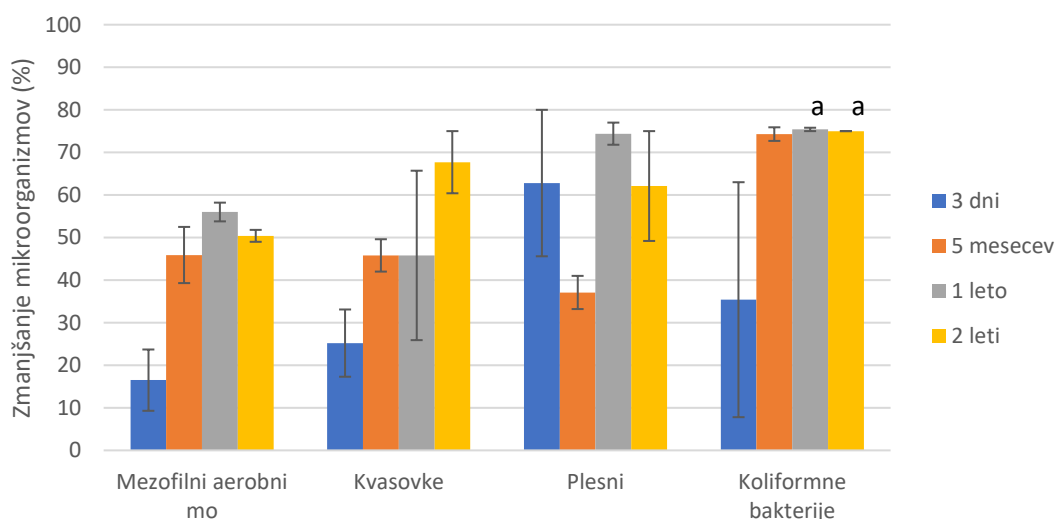
S.D.: standardni odklon

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV KONČNO POROČILO (2017-2019)



a – zmanjšanje koliformnih mikroorganizmov je >75 %

Slika 8: Zmanjšanje števila mikroorganizmov pri procesu sušenja pri 35 °C, prikazana v % zmanjšanja. Graf prikazuje povprečne vrednosti in standardne odklone



a – zmanjšanje koliformnih mikroorganizmov je >75 %

Slika 9: Zmanjšanje števila mikroorganizmov pri procesu sušenja pri 40 °C, prikazana v % zmanjšanja. Graf prikazuje povprečne vrednosti in standardne odklone

S sušenjem cvetnega prahu želimo zmanjšati število mikroorganizmov in doseči izdelek, ki ne bo podvržen mikrobiološkemu kvarjenju. Po obdelavi cvetnega prahu s sušenjem se doseže boljša stabilnost pridelka in možnost shranjevanja pri sobni temperaturi. Po dveletnem shranjevanju cvetnega prahu ni bistvenih razlik v zmanjšanju števila mikroorganizmov, v primerjavi z enoletnim shranjevanjem posušenega cvetnega prahu (slika 8, 9). Edina izjema je število plesni, ki se je po 2 letih, v primerjavi s shranjevanjem 1 leto, nekoliko povečalo. Obe temperaturi obdelave sta imeli podoben učinek.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

4.5 MIKROBIOLOŠKA ANALIZA CVETNEGA PRAHU, HRANJENEGA V ZMRZOVALNIKU (−18 °C)

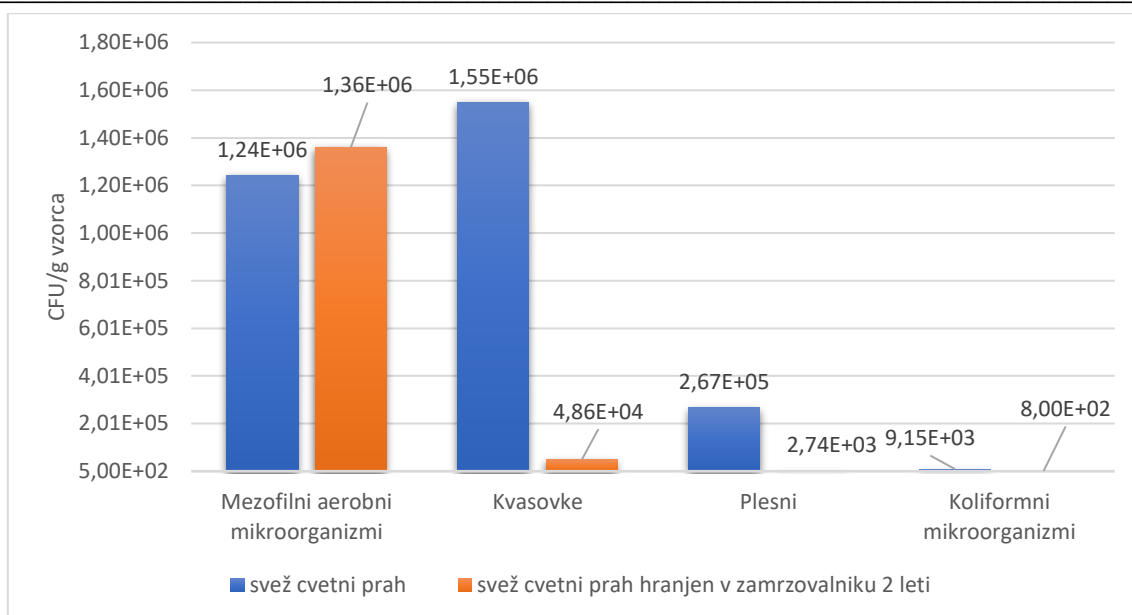
Namen shranjevanje živil pri nizki temperaturi je ohranjanje stabilnosti. Pri močno zmanjšani temperaturi se encimski in kemijski procesi ter metabolizem mikroorganizmov močno zmanjšajo. Tako pričakujemo, tudi pri daljšem shranjevanju svežega osmukanca v zamrzovalniku, večjo stabilnost vzorca, v primerjavi s shranjevanjem pri višjih temperaturah. Tri vzorce svežega cvetnega prahu (D117, K117 in H117) iz leta 2017, smo dve leti shranjevali v zamrzovalniku na −18 °C ter na tako skladiščenih vzorcih določili prisotnost mikroorganizmov. V preglednici 14 so prikazani rezultati iz leta 2017, ko smo mikrobiološko sliko določili v takrat svežih vzorcih cvetnega prahu in rezultati prisotnosti mikroorganizmov po dveh letih skladiščenja cvetnega prahu v zamrzovalniku (2019). Na sliki 10 smo podali skupni prikaz prisotnosti mikroorganizmov v svežih vzorcih cvetnega prahu in po dvoletnem skladiščenju v zamrzovalniku.

Preglednica 14: Število mezofilnih aerobnih mikroorganizmov, kvasovk, plesni in koliformnih mikroorganizmov prikazanih kot povprečno število CFU/g vzorca pred in po skladiščenju v zamrzovalniku (−18 °C), dve leti

Obdelava in shranjevanje vzorca		Mezofilni aerobni mikroorganizmi	Kvasovke	Plesni	Koliformni mikroorganizmi
svež vzorec	MIN	6,30 x10 ⁵	1,50 x10 ⁶	1,50 x10 ⁵	4,25 x10 ³
	MAKS	2,03 x10 ⁶	1,60 x10 ⁶	3,50 x10 ⁵	1,30 x10 ⁴
	Povprečje	1,24 x10⁶	1,55 x10⁶	2,67 x10⁵	9,15 x10³
	S.D.	5,85 x10 ⁵	4,08 x10 ⁴	8,50 x10 ⁴	3,65 x10 ³
svež vzorec hranjen v zamrzovalniku 2 leti	MIN	1,33 x10 ⁵	1,16 x10 ⁴	1,12 x10 ³	< 10 ¹
	MAKS	3,36 x10 ⁶	8,12 x10 ⁴	3,70 x10 ³	2,38 x10 ³
	Povprečje	1,36 x10⁶	4,86 x10⁴	2,74 x10³	8,00 x 10²
	S.D.	1,43 x10 ⁶	2,86 x10 ⁴	1,15 x10 ³	/

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)



Slika 10: Število mikroorganizmov v vzorcih svežega cvetnega prahu in cvetnega prahu po hranjenju v zamrzovalniku dve leti na $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$

Število mikroorganizmov se ne spreminja v kolikor je vzorec stabilen. Najboljši primer je število aerobnih mezofilnih mikroorganizmov, ki ostaja pred in po skladiščenju podobno. Prisotnost ostalih analiziranih mikroorganizmov kaže, da je vzorec tudi po shranjevanju v zamrzovalniku nestabilen. Po dveh letih skladiščenja na $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ugotavljamo nekoliko manjšo prisotnost koliformnih mikroorganizmov, kvasovk in plesni. Za cvetni prah lahko rečemo, da je nestabilno živilo, od pogojev skladiščenja pa je odvisno kako hitro se njegova stabilnost spreminja. V stabilnih vzorcih ne pričakujemo večjih sprememb v številu mikroorganizmov. Število mikroorganizmov je po dveletnem shranjevanju v zamrzovalniku manjše v primerjavi s svežim vzorcem, vendar je stabilnost v primerjavi s shranjevanjem v hladilniku tudi po krajšem obdobju (slika 10) veliko večja.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

4.6 VSEBNOST SKUPNIH POLIFENOLNIH SPOJIN

Preglednica 15: Vsebnost skupnih polifenolnih spojin (skupnih fenolov) v vzorcih cvetnega prahu po letih pridobivanja, izražena kot mg galne kisline na gram suhe snovi cvetnega prahu (mg GK/g SS) in antioksidativni potencial (AOP) izvlečkov, izražen kot koncentracija polifenolnih spojin v reakcijski zmesi, ki za 50 % zniža začetno vsebnost radikala DPPH• (EC₅₀). Rezultati so podani kot povprečna vrednost najmanj treh ponovljenih analiz

Leto pridobivanja vzorcev		Vsebnost skupnih fenolov (mg GK/g SS)	EC ₅₀ (mg/l reak.zm.)
2017	MIN	5,9	2,4
	MAKS	13,1	21,9
	Povprečje	9,4	9,8
	S.D.	2,2	4,5
2018	MIN	5,8	3,9
	MAKS	24,4	13,0
	Povprečje	11,2	10,2
	S.D.	4,6	2,4
2019	MIN	5,9	8,7
	MAKS	13,0	18,0
	Povprečje	9,5	11,1
	S.D.	2,2	3,2

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost; SS: suha snov; GK: galna kislina

Med vzorci so razlike v vsebnosti polifenolnih spojin in v AOP. V vzorcih cvetnega prahu statistično značilnih razlik med leti pridobivanja v vsebnosti skupnih polifenolnih spojin nismo ugotovili. Ravno tako ni bilo razlik v antioksidativni učinkovitosti (preglednica 15).

V vsebnosti skupnih polifenolnih spojin in AOP se vzorci cvetnega prahu pridobljenih v različnih statističnih regijah ne razlikujejo.

Vsebnost skupnih fenolnih spojin v preiskovanem cvetnem prahu sovpada z vrednostmi za cvetni prah, ki so objavljene v novejših literaturnih virih (Čeksteryté in sod., 2016; Santos Vasconcelos in sod., 2017; de Melo in sod., 2018).

Vrednosti za AOP polifenolnih spojin v preiskovanih vzorcih cvetnega prahu slovenskega porekla sovpadajo z vrednostmi AOP, ki smo jih v naših raziskavah določili za polifenolne spojine iz propolisa (Mavri in sod., 2012), semen oljnic (Terpinc in sod., 2012) in rožmarina (Klančnik in sod., 2009) ter z EC₅₀ vrednostjo za sintetični antioksidant butiliran hidroksitoluen.

4.7 VSEBNOST SKUPNIH POLIFENOLNIH SPOJIN PO SKLADIŠČENJU CVETNEGA PRAHU V HLADILNIKU

V treh vzorcih svežega cvetnega prahu (D117, K117 in H117) smo po različnem obdobju shranjevanja v hladilniku (2 tedna, 1 mesec in 3 mesece) ugotavljali ali se vsebnost skupnih polifenolnih spojin s časom spreminja. Rezultati opisne statistike so podani v preglednici 16.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Vsebnost skupnih polifenolnih spojin je v svežem vzorcu cvetnega prahu, po dvotedenskem in enomesečnem shranjevanju primerljiva. Po treh mesecih opazamo rahel porast vsebnosti skupnih polifenolnih spojin in AOP, katerega vzrok je najverjetneje povezan s pojavom spojin, ki nastajajo pri celični razgradnji in delujejo antioksidativno.

Preglednica 16: Vsebnost skupnih polifenolnih spojin (skupnih fenolov) in AOP po shranjevanju cvetnega prahu v hladilniku 2 tedna, 1 mesec in 3 mesece

Način shranjevanja svežega vzorca		Vsebnost skupnih fenolov (mg GK/g SS)	EC ₅₀ (mg/l reak.zm.)
svež vzorec	MIN	8,78	10,51
	MAKS	11,32	21,87
	Povprečje	9,67	16,40
	S.D.	1,17	4,65
vzorec shranjen 2 tedna v hladilniku	MIN	8,91	12,66
	MAKS	11,17	19,28
	Povprečje	9,67	14,97
	S.D.	1,30	3,73
vzorec shranjen 1 mesec v hladilniku	MIN	8,52	12,34
	MAKS	11,11	17,21
	Povprečje	9,50	14,07
	S.D.	1,40	2,73
vzorec shranjen 3 mesece v hladilniku	MIN	13,00	12,30
	MAKS	15,10	17,20
	Povprečje	13,70	14,00
	S.D.	1,20	2,70

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost; SS: suha snov; GK: galna kislina

4.8 VSEBNOST SKUPNIH POLIFENOLNIH SPOJIN PO OBDELAVI IN SKLADIŠČENJU CVETNEGA PRAHU NA 35 °C IN 40 °C

Vzorci cvetnega prahu (D117, K117 in H117) smo sušili pri 35 °C in 40 °C (leta 2017) ter izpostavili različnim pogojem skladiščenja pod 16 °C, tri dni, pet mesecev, eno in dve leti ter v vzorcih določali vsebnost skupnih polifenolnih spojin in AOP. Ugotavljamo, da se vsebnost skupnih polifenolnih spojin v cvetnem prahu, posušenem na 35 °C in 40 °C, s časom skladiščenja manjša. Po pričakovanjih je v povprečju največja v vzorcih svežega cvetnega prahu, kar pa ne velja za AOP. Najvišjega ima v povprečju cvetni prah, posušen na 35 °C in skladiščen le 3 dni pred izvedbo analiz. V cvetnem prahu, sušenem pri 40 °C, pa je v povprečju najvišji AOP v vzorcih cvetnega prahu, skladiščenih pet mesecev po obdelavi in je primerljiv z AOP v vzorcih cvetnega prahu, skladiščenih tri dni po obdelavi s sušenjem (preglednica 17).

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 17: Vsebnost skupnih polifenolnih spojin (skupnih fenolov) in AOP po obdelavi na 35 °C in 40 °C ter skladiščenju 3 dni, 5 mesecev, 1 leto in 2 leti

Shranjevanje vzorca		Vsebnost skupnih fenolov (mg GK/g SS)	EC ₅₀ (mg/l reak.zm.)	Vsebnost skupnih fenolov (mg GK/g SS)	EC ₅₀ (mg/l reak.zm.)
		obdelava 35 °C		obdelava 40 °C	
svež vzorec	MIN	8,78	10,51	8,78	10,51
	MAKS	11,32	21,87	11,32	21,87
	Povprečje	9,67	16,40	9,67	16,40
	S.D.	1,17	4,65	1,17	4,65
3 dni	MIN	8,00	8,64	7,94	9,95
	MAKS	10,73	11,85	10,74	15,05
	Povprečje	9,08	10,08	9,34	12,50
	S.D.	1,45	1,63	1,98	3,61
5 mesecev	MIN	6,40	9,90	7,00	9,60
	MAKS	9,00	13,60	8,80	16,20
	Povprečje	7,60	11,50	7,70	12,20
	S.D.	1,30	1,90	0,90	3,50
1 leto	MIN	6,40	9,60	6,30	10,10
	MAKS	8,70	15,40	8,60	17,10
	Povprečje	7,60	12,50	7,50	13,60
	S.D.	1,60	4,10	1,60	4,90
2 leti	MIN	7,70	9,40	7,40	10,80
	MAKS	10,20	19,20	11,10	18,00
	Povprečje	8,70	13,50	9,30	14,40
	S.D.	1,10	4,20	1,90	3,60

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost; SS: suha snov; GK: galna kislina

4.9 VSEBNOST SKUPNIH POLIFENOLNIH SPOJIN PO SKLADIŠČENJU CVETNEGA PRAHU V ZMRZOVALNIKU

Preglednica 18: Vsebnost skupnih polifenolnih spojin (skupnih fenolov) in AOP po skladiščenju svežega cvetnega prahu v zmrzovalniku (-18 °C) 2 leti

Obdelava in shranjevanje vzorca		Vsebnost skupnih fenolov (mg GK/g SS)	EC ₅₀ (mg/l reak.zm.)
svež vzorec	MIN	8,7	10,5
	MAKS	11,3	21,8
	Povprečje	9,6	16,4
	S.D.	1,1	4,6
svež vzorec hranjen v zmrzovalniku 2 leti	MIN	8,6	11,1
	MAKS	11,6	20,0
	Povprečje	9,8	16,2
	S.D.	1,3	3,8

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost; SS: suha snov; GK: galna kislina

Vsebnost skupnih polifenolnih spojin je v vzorcu svežega cvetnega prahu in cvetnem prahu, skladiščenim dve leti v zmrzovalniku, primerljiva. Enako velja za njun AOP (preglednica 18). Zamrzovanje najmanj vpliva na spremembo vsebnosti skupnih polifenolnih spojin in AOP

cvetnega prahu, zato je takšen način shranjevanja svežega cvetnega prahu za daljše obdobje najbolj primeren in ne vpliva na občutno zmanjšanje AOP.

4.10 SPREMLJANJE EKONOMIČNOSTI SMUKANJA V ZUNANJEM IN NOTRANJEM SMUKALNIKU

Cvetni prah je čebelji pridelek s katerim lahko pridelovalci obogatijo svojo ponudbo, hkrati pa gre za edinstveno živilo, ki vsebuje vse za človeka potrebne hranilne snovi. Predvsem v zadnjem času vse večje zanimanje cvetni prah vzbuja pri ljudeh, ki želijo v svoji prehrani naravna in hranilna živila s funkcionalnimi lastnostmi. Številni tuji strokovni viri navajajo uporabo cvetnega prahu tudi v različne terapevtske namene, kar še povečuje zanimanje za ta čebelji pridelek. Njegova pridelava zahteva poznavanje dobre čebelarske prakse in upoštevanje higienskih zahtev, saj cvetni prah zaradi velike vsebnosti vode predstavlja dober medij za razvoj mikroorganizmov, ki delujejo potencialno tudi kot kvarljivci. Optimizirane tehnologije pridelave cvetnega prahu osmukanca žal ne poznamo, saj je pridelava odvisna od več dejavnikov, na katere ne moremo vedno vplivati. Na tržišču se pojavljajo številne naprave za odvzem cvetnega prahu, ki pa so brez predhodne predelave praktično neuporabne (Lilek in sod., 2015). V slovenskem čebelarstvu se zaradi specifičnega panjskega sistema v večini uporabljajo zunanji smukalniki cvetnega prahu, vse bolj pa se uveljavljajo tudi notranji smukalniki. Žal je uporaba notranjih smukalnikov brez predelave in povišanja podnice klasičnih oz. obstoječih AŽ-panjev nemogoča. Zaradi porajanja dvomov o učinkovitosti in ustreznosti zunanjih in notranjih smukalnikov smo v letih 2017–2019 preverjali njihovo ekonomičnost, tako da smo v času čebelarske sezone vsakodnevno iz vsakega čebeljega panja z nameščenim smukalnikom posebej odvezemali cvetni prah. Sledilo je tehtanje dnevnih donosov. Enkrat tedensko smo popisovali čebelje družine z namenom ugotavljanja vpliva smukanja na čebelje družine. V test smo vključili smukalnike, ki so na voljo na slovenskem tržišču, in sicer dva različna tipa zunanjih smukalnikov (Tip 1- leseni in Tip 2 - plastični) in en tip notranjih smukalnikov (Tip 3). Podrobnejši načrt izvedbe je opisan v poglavju Material in metode (poglavje 3).



Slika 11: Tehtanje dnevnega donosa cvetnega prahu

4.10.1 Osnovni opis testiranih smukalnikov:

Vsi smukalniki vključeni v testiranje so v prosti prodaji na slovenskem tržišču.

Tip 1 - zunanji leseni:



Slika 12: Smukalnik Tip 1- zunanji leseni

Zunanji smukalnik je narejen po principu notranjega smukalnika, kjer imajo čebele dvosmerni promet, smukalna ploščica je postavljena vertikalno in je skrita v notranjosti smukalnika. Čebele vstopajo normalno skozi smukalnik, nato skozi vertikalno smukalno ploščico, kjer se jim osmuka cvetni prah iz nogic, šele nato lahko pridejo v notranjost panja. Izhod za čebele in trote je na zgornji strani smukalnika v obliki plastičnih tulcev, ki so nekoliko upognjeni. Smukalnik ima pri žrelu 1,5 cm veliko mrežasto odprtino, ki omogoča pri ventiliranju, da topel zrak iz panja ne izhaja v celoti skozi smukalnik, s čemer se preprečuje prekomerno nabiranje kondenza na stehici smukalnika. Narejen je iz lesa, ki je zaščiten s premazom lanenega olja, in nerjaveče pločevine. Poseben je tudi zbirni predalček, ki je v celoti izdelan iz mrežaste nerjaveče pločevine, kar omogoča, da v predalčku ne zastaja kondenz, ki povzroča plesnenje. S sprednje strani zbirnega predalčka ima zaščito iz nerjaveče pločevine proti neugodnim vremenskim razmeram. Nameščanje zbirnega predalčka je enostavno in deluje podobno kot magnet (slika 12).

Tip 2 – zunanji plastični:

Zunanji smukalnik je v celoti izdelan iz plastike. Čebele imajo le enosmerni promet, kar pomeni, da izletajo in se vračajo nazaj v čebelji panj izključno skozi smukalno mrežico. Ob strani ima malo večjo odprtino za izhod troto in matice. Smukalna mrežica je zvončastih odprtin in ožja. Odpiranje in zapiranje smukalne ploščice je težavno v času ko je smukalnik

nameščen na čebelji panj. Zbirni predalček je dokaj velik z zarezi, ki so namenjene zračnosti (slika 13).



Slika 13: Smukalnik Tip 2- zunanji plastični

Tip 3 – notranji:



Slika 14: Smukalnik Tip 3 – notranji smukalnik

Leseni smukalnik se namesti v podnico AŽ panja. Namestitev ni možna v obstoječih AŽ panjih v kolikor niso predelani, saj nimajo visoke podnice. Na tržišču so na voljo tudi panji z visoko podnico, ki se priporočajo vsem, ki na novo nabavljajo ali menjajo čebelje panje.

Čebele imajo v takšnem smukalniku dvosmerni promet, in sicer neovirano vstopajo v panj, nato sledi prehod skozi vertikalno smukalno ploščico in v notranjost panja. Izhod za čebele in trote je na zgornji strani smukalnika v obliki plastičnih tulcev. Smukalna ploščica je večja v primerjavi z zunanjimi smukalniki. Smukalni predalček predstavlja polovico celotnega obsega spodnjega dela čebeljega panja, druga polovica je namenjena nadzoru nad varojami. Smukalni predalček je lesen, spodnji del pa predstavlja drobna mreža iz nerjaveče pločevine, ki se neposredno dotika spodnjega dela panja oz. kovinskega vložka, ki služi za kontrolo odpada varoj. Odvzemanje cvetnega prahu poteka iz zadnje strani čebeljih panjev (slika 14).

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV

KONČNO POROČILO (2017-2019)

Na podlagi testiranja in opazovanja (2017–2019) smukalnikov v preglednici 19 podajamo ocene nekaterih pomembnejših karakterističnih lastnosti na katere moramo biti pozorni.

Preglednica 19: Ocena lastnosti testiranih smukalnikov na podlagi opazovanj v času 2017–2019

Lastnost /Smukalnik		Tip1	Tip 2	Tip 3
1.	Nameščanje	+++	+	++
2.	Material smukalnika	+++	+	+++
3.	Odpiranje/zapiranje smukalne ploščice	++	+	++
4.	Zračnost smukalnika	++	+	+
5.	Zračnost zbirnega predalčka	+++	+	+
6.	Čiščenje predalčka	+++	+	+
7.	Zaščita pred vremenskimi vplivi	++	++	+++
8.	Pobiranje cvetnega prahu	++	++	+++
9.	Čistost cvetnega prahu	+++	++	+++
10.	Donos	++	+++	+++

Ocena: +++ zelo dobro; ++ zadovoljivo + slabo; (testiranje je potekalo v osrednjeslovenski statistični regiji, na čebeljih družinah, ki so bile pred začetkom poskusa vsako leto izenačene po moči, zato se lahko na drugih lokacijah in pod drugimi pogoji pojavijo tudi razlike)

4.10.2 Nameščanje

Nameščanje pri smukalniku Tipa 1 je enostavno in ne zahteva dodatne predelave (+++).

Zunanji smukalnik Tipa 2 je brez predhodne domače predelave težko uporaben (+) in ga je praktično nemogoče namestiti. V zadnjem času so na tržišču pri nabavi teh smukalnikov na voljo tudi pripomočki za lažjo namestitve, vendar jih nismo testirali.

Nameščanje smukalnika Tipa 3 zahteva panj z visoko podnico. V kolikor takšnih panjev nimamo, je obstoječe panje potrebno predelati. Na nekaj težav lahko naletimo tudi pri nameščanju deščice s tulci za izhod čebel na žrelu panja (++)

4.10.3 Material smukalnika

Smukalnik Tipa 1 je izdelan iz lesa v kombinaciji z nerjavečo pločevino. Je obstojen in kompakten (+++). Smukalnik Tipa 2 je v celoti iz plastike. Plastika je tanka in je nagnjena k zvijanju in upogibanju. Na soncu se segreje in pogosto zbirni predalček ne tesni direktno, zaradi česar se v njem znajdejo tudi čebele. Material izdelave smukalnika Tipa 2 je slab (+). Smukalnik tipa 3 je izdelan iz lesa v kombinaciji z drobno mrežo iz nerjaveče pločevine, je kompakten in obstojen (+++).

4.10.4 Odpiranje/zapiranje smukalne ploščice

Smukalno ploščico pri vseh treh testiranih tipih smukalnikov regulirano s sprednje strani čebeljih panjev.

Odpiranje in zapiranje smukalne ploščice pri smukalniku Tipu 1 je zadovoljivo (++). Včasih je zaradi propoliziranja težko snemljiva. V kolikor smukalnik le odpremo in ne odstranimo smukalne ploščice, nekatere čebele še vedno prehajajo skozi smukalno ploščico, kar ima za posledico zrnca cvetnega prahu, ki padajo po tleh.

Pri smukalniku Tipa 2 je smukalna ploščica fiksna. Odpiranje in zapiranje je slabo (+). Pogosto si moramo pomagati s kakšnim predmetom, da je odpremo pri tem pa razburimo čebele. Tudi ko je odprta se lahko zgodi, da se nekoliko sama zaradi vetra in čebel zapre, zaradi česar se priporoča, da je podložimo s kakšnim predmetom.

Pri smukalniku Tipa 3 je smukalna ploščica ravno tako fiksna (vgrajena v smukalnik). Odpiranje in zapiranje reguliramo na sprednji strani. Na žrelu zamenjamo lesene vhode in pri odstranitvi lesenih ploščic s tulci moramo kovinsko podlogo smukalnika pritisniti navzdol, da čebele ne prehajajo skozi smukalno ploščico. Ta funkcija je zadovoljiva (++).

Ne glede na tip smukalnika je vedno potrebno smukalne ploščice odstraniti, ko čebele rojijo ali prelegajo, saj se v nasprotnem primeru matica ne more vrniti v panj.

4.10.5 Zračnost smukalnika

Zračnost smukalnika Tipa 1 je zadovoljiva (++). Tipa 2 in Tipa 3 pa slaba (+). Smukalnik Tip 1 ima v ta namen mrežasto odprtino na samem žrelu, ki omogoča prehod toplega zraka iz panja tudi po tej poti in ne v celoti skozi smukalnik. Kondenziranje in plesnenje je s tem nekoliko omejeno. Priporočamo, da takoj po namestitvi za nekaj dni s penasto gobo zapremo namensko zračna mrežico na žrelu, da se čebele navadijo in ne begajo. V smukalniku Tipa 2 opažamo močno kondenzacijo na stehici smukalnika. Smukalnik Tipa 3 je zaradi svoje konstrukcije manj zračen.

4.10.6 Zračnost zbirnega predalčka

Pri smukalniku Tipa 1 je zračnost zbirnega predalčka zelo dobra (+++). Predalček, ki je v celoti oblikovan iz mreže iz nerjaveče pločevine pripomore k bolj suhemu cvetnemu prahu.

Zračnost zbirnih predalčkov smukalnikov Tipa 2 in Tipa 3 je slaba (+). Pri Tipu 2 smukalni predalček vsebuje manjše odprtine namenjene zračenju, vendar so premajhne, kar se bolj opazi v času vlažnega vremena, ko čebele kažejo tudi večjo vnemo za nabiranje cvetnega prahu.

Takrat se cvetni prah začne lepiti na dno predalčka, pride pa tudi v njegove odprtine namenjene zračenju. Poleg tega v dopoldanskem času vanj kaplje kondenz iz strehice, ki povzroči še dodatno vlago v cvetnem prahu. Smukalni predalček smukalnika Tipa 3, ki se nahaja v notranjosti panja in neposredno pritiska na kovinsko ploščo vložka za nadzor varoj, kljub mrežasti spodnji strani predalčka ustvarja okolje neprodušnosti in je zato njegova zračnost slaba.

4.10.7 Čiščenje zbirnega predalčka

Zbirni predalček smukalnika Tipa 1 je lahko očistiti (+++). Obstaja možnost čiščenja tudi v pomivalnem stroju. Ostanki cvetnega prahu se v tem predalčku začnejo pojavljati šele po nekaj dnevih pobiranja cvetnega prahu, izjema je le cvetni prah, ki ga čebele naberejo v zelo vlažnem vremenu, takrat je potrebna večja pozornost.

Zbirni predalčki cvetnega prahu smukalnika Tipa 2 in 3 se težko čistijo (+). Zbirni predalček Tipa 2 zahteva vsakodnevno čiščenje. Pogosto se cvetni prah nabira v odprtinah in zarezah namenjenim zračenju, zato je nujno potrebno čiščenju posvečati več pozornosti. Čiščenje v pomivalnem stroju se ne priporoča zaradi možnosti deformacije zbirnega predalčka.

Zbirni predalček Tipa 3 potrebuje obvezno vsakodnevno čiščenje, saj konstrukcija smukalnega predalčka, ki je nameščen neposredno na kovinski plošči in služi spremljanju števila varoj ustvarja okolje primerno za razvoj voščene vešče in plesni. Po čiščenju je potrebno zbirne predalčke tudi dobro posušiti, da mokrih ne vračamo nazaj v panj.

4.10.8 Zaščita pred vremenskimi vplivi

Zelo dobro (+++) zaščito pred vremenskimi vplivi ima smukalnik Tipa 3, saj je zbirni predalček za cvetni prah skrit v notranjosti panja. Zaščita pred vremenskimi vplivi smukalnika Tipa 1 in Tipa 2 je zadovoljiva (++). Ob močnejših nevihtah pa je lahko dnevni pridelek cvetnega prahu popolnoma uničen, še posebej če so smukalniki nameščeni na čebeljih panjih, ki se nahajajo v čebelnjaku bolj pri tleh.

4.10.9 Pobiranje cvetnega prahu

Pri smukalnikih Tipa 1 in Tipa 2 poteka pobiranje cvetnega prahu s sprednje strani. Predvsem v poletnem obdobju oz. v času, ko so temperature visoke se čebele ob večerih hladijo, zato se nahajajo na zunanji strani smukalnika, kar otežuje pobiranje cvetnega prahu. Pobiranje cvetnega prahu pri teh dveh tipih smukalnikov je zadovoljivo (++).

Najenostavnejše pobiranje (+++) cvetnega prahu je seveda pri smukalniku Tipa 3, saj ga pobiramo z zadnje strani in nimamo neposrednega stika s čebelami. Nekaj težav lahko povzroči le stresanje dnevnega pridelka cvetnega prahu v posodo, saj mora biti ta dovolj široka (najboljše tako široka kot je širok zbirni predalček), sicer se lahko zgodi, da cvetni prah stresemo po tleh.

4.10.10 Čistost cvetnega prahu

Čistost cvetnega prahu je zelo dobra (+++) pri smukalnikih Tipa 1 in Tipa 3, saj imata oba dvosmerni promet za čebele. Plošča po kateri čebele izstopajo onemogoča da drobir, delci čebel in ostale nečistoče, ki jih čebele iz panja odnašajo padejo direktno v zbirni predalček. Čistost cvetnega prahu pridobljenega v smukalniku Tipa 2 je zadovoljiva (++).

Ne glede na tip smukalnika moramo iz cvetnega prahu pred skladiščenjem ali obdelavo odstraniti nečistoče, zato je prebiranje priporočljivo ne glede na smukalnik.

4.10.11 Donos cvetnega prahu

Donos cvetnega prahu je odvisen od več dejavnikov, ki jih v popolnosti ne moremo nikoli standardizirati. Vpliv čebelje družine, naravnih pogojev botruje temu, da se praktično dokončne ocene o boljši donosnosti testiranih smukalnikov ne more podati, saj moramo vedno upoštevati še dejavnike na katere nimamo vpliva. Načeloma čebele stimulira za nabiranje cvetnega prahu količina odkrite zalege v čebeljem panju vendar v letih testiranja 2017–2019 nismo ugotovili značilnih razlik v številu satov s pokrito in odkrito zalego med kontrolno skupino brez smukalnikov in družinami z nameščenimi smukalniki. Občasno so se pri popisu razlike pojavile le v količini zaloge cvetnega prahu in medu v plodišču, kjer so imele kontrolne družine brez nameščenih smukalnikov večje zaloge. Največji dnevni donosi cvetnega prahu so bili različni, odvisni tudi od vremenskih razmer. Ob izpadu spomladanske paše v letu 2019 so čebele v naravi nabirale ogromne količine cvetnega prahu, zato so bili največji dnevni donosi cvetnega prahu tudi po 0,5 kg/družino. V povprečju ne glede na leto in mesec pridobivanja cvetnega prahu pa so bili dnevni donosi cvetnega prahu med 129 in 177 g/čebeljo družino. Testiran smukalnik Tipa 1 lahko glede donosnosti opišemo kot zadovoljiv (++) . Smukalnika Tipa 2 in 3 pa kot zelo zadovoljiva (+++) in imata večje dnevne donose.

Priporočena cena za cvetni prah osmukanec (Komisija za ekonomiko UO ČZS, 2019) je 5,5 €/100 g. Glede na povprečno pridelavo cvetnega prahu, ne glede na mesec ali leto smo izračunali amortizacijo nabave testiranih tipov smukalnikov (preglednica 20). Seveda je pri tem potrebno upoštevati tudi opisne karakteristike posameznega smukalnika in upoštevati tudi vremenske razmere. Ob predpostavki, da s smukanjem cvetnega prahu začnemo v času cvetenja sadnega drevja (orientirati se moramo glede na geografsko regijo) in z njim zaključimo po koncu cvetenja pravega kostanja, smo pri preračunu upoštevali 30 dni primernih za smukanje

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

cvetnega prahu v eni čebelarški sezoni ter slovensko povprečje glede števila čebeljih družin na čebelarja (16 družin).

Preglednica 20: Amortizacija testiranih smukalnikov glede na povprečni dnevni donos izračunan v naši raziskavi

Smukalnik	Cena smukalnika (€)	Strošek smukalnika za 16 č.d. (€)	Povprečni dnevni donos (g)	Donos v 30 dneh smukanja/družino/leto (g)	Donos od 16 č.d./leto (kg)	Povprečen zaslužek/leto (5,5 €/100 g) (€)	Amortizacija nabave smukalnikov
Tip 1	39,99	639,84	129	3861	62	3398,00	+ 5 x*
Tip 2	13,99	223,84	146	4378	70	3852,00	+ 17 x*
Tip 3	100,00**	1600,00	177	5299	85	4663,00	+ 3 x*

č.d.: čebelja družina; *: amortizacija z upoštevanjem le povprečnega dnevnega donosa testiranega smukalnika ne glede na sezono; **: ocena stroška notranjega smukalnika

Cvetni prah je edini beljakovinski vir, ki ga čebele najdejo v naravi, in predstavlja ključno sestavino v njihovi prehrani. Čebelja družina brez cvetnega prahu ne more preživeti. Čebelarji lahko svoj asortiman izdelkov razširimo tudi s tem čebeljim pridelkom, še posebej ob dejstvu, da z odvzemanjem v kolikor to izvajamo v skladu z dobro čebelarško prakso, čebelam ne škodujemo. Amortizacijo testiranih smukalnikov lahko dosežemo že v eni čebelarški sezoni. Pomembno je, da pri nabavi upoštevamo tudi ostale prej opisane karakteristike smukalnikov in ne samo donosnost.

5 ZAKLJUČEK

Cvetni prah je edinstveno živilo. Čebelji družini predstavlja edini vir beljakovin, ki ga najdejo v naravi, prisotnost ostalih sestavin kot so minerali, vitamini, aminokisline, fenolne spojine pa dokazuje, da se lahko uporablja tudi v prehrani ljudi. Po njem posegajo predvsem ljudje, ki jih zanima zdrav način prehranjevanja, predstavlja pa bogat vir hranilnih snovi tudi v različnih alternativnih dietah. Kot takšen mora biti cvetni prah kakovosten, varen ter pristen. Ker na področju cvetnega prahu ne obstaja standardizacija, je pomembno, da spoznamo lastnosti slovenskega cvetnega prahu in določimo standarde glede prisotnosti hranilnih sestavin v njem. Na sestavo cvetnega prahu ima velik vpliv botanični izvor, stanje rastline, vremenske oz. podnebne razmere, geografski okoliš, itd. V strokovni literaturi je zelo malo podatkov o hranilni vrednosti svežega cvetnega prahu, saj je na trgu največkrat že obdelan (posušen) cvetni prah. Rezultati kemijske sestave vzorcev cvetnega prahu iz različnih let so primerljivi, statistično značilne razlike ugotavljamo samo v vsebnosti pepela. Vzorci, pridobljeni v različnih statističnih regijah, se razlikujejo v vsebnosti maščob. Največ maščob vsebuje cvetni prah iz pomurske in obalno-kraške regije. V letih 2017–2019 smo prispevali k vzpostavitvi podatkovne zbirke o kemijskih lastnostih slovenskega cvetnega prahu osmukanca.

Cvetni prah je mikrobiološko občutljivo živilo. V svežem stanju vsebuje visok delež vode, zato predstavlja odličen medij za razvoj mikroorganizmov, med katerimi so lahko tudi patogeni. Viri mikroorganizmov so okolje, čebele, pribor in človek. S proučevanjem različnih vzorcev svežega cvetnega prahu iz različnih regij Slovenije smo prišli do pomembnih podatkov o mikrobiološki aktivnosti svežega cvetnega prahu. V cvetnem prahu so bili določeni mezofilni aerobni mikroorganizmi, koliformni mikroorganizmi ter plesni in kvasovke, ki so najpogostejši kvarljivci cvetnega prahu. Z nadaljnjo obdelavo cvetnega prahu (hranjenje v hladilniku, zamrzovalniku, sušenjem pri različnih temperaturah) smo ugotavljali najboljši način shranjevanja in obdelave cvetnega prahu. S postopki obdelave cvetnega prahu lahko vplivamo na zmanjšanje oz. redukcijo določenih mikroorganizmov. Ugotavljamo, da je mikrobiološka slika slovenskega cvetnega prahu izjemno raznolika. Število mikroorganizmov v cvetnem prahu pa se spreminja ne glede na način shranjevanja kar potrjuje, da gre za izredno nestabilen pridelek. Število mikroorganizmov, določeno v svežih vzorcih, po določenem času shranjevanja v hladilniku ali zmrzovalniku začenja upadati. Najmanjše spremembe so pri mezofilnih aerobnih mikroorganizmih. S sušenjem pridelek stabiliziramo, saj mu odvzamemo vodo. S tem pridobimo tudi možnost skladiščenja pridelka na sobni temperaturi. Število mikroorganizmov pa se po skladiščenju v roku enega in dveh let bistveno ne spremeni.

Cvetni prah, ki ga naberejo čebele, se že mnogo let uporablja v prehrani ljudi kot funkcionalno prehransko dopolnilo (Leja in sod., 2007). Poleg pomembnih hranil vsebuje tudi velike količine polifenolnih spojin, v največji meri flavonoidov, ki lahko delujejo kot potencialni antioksidanti in so specifični za posamezno rastlinsko vrsto (Marghitas in sod., 2009; Campos in sod., 2008). Prisotne polifenolne spojine znižujejo tveganje za nastanek degenerativnih bolezni z zmanjšanjem oksidativnega stresa in preprečevanjem oksidacije. Delujejo tako, da reagirajo s

prostimi radikali in vežejo nase kovinske ione (Morais in sod., 2011). V slovenskem cvetnem prahu so razlike v vsebnosti skupnih polifenolnih spojin in antioksidativnem potencialu. Razlik med leti pridobivanja in statističnimi regijami nismo ugotovili. V določenih primerih po skladiščenju daljši čas opazimo rahel porast vsebnosti skupnih polifenolnih spojin in AOP, kar je najverjetneje posledica spojin, ki nastajajo pri celični razgradnji in delujejo antioksidativno.

V Sloveniji nimamo optimizirane pridelave cvetnega prahu. V preteklih letih je ČZS testirala donosnost zunanjih smukalnikov, ki so najbolj primerni za obstoječe tipe panjev, ki jih uporabljamo v Sloveniji. Rezultati so pokazali, da so brez predhodne obdelave smukalniki s slovenskega tržišča težje uporabni, razlikujejo pa se tako v dnevnih donosih, kot tudi v kakovosti materiala iz katerega so izdelani. V zadnjem času se pojavlja vse več čebelarjev, ki uporabljajo klasične AŽ panje z visoko podnico, kamor se lahko namesti notranji smukalnik cvetnega prahu. Pojavljajo se vprašanja o učinkovitosti enega in drugega ter vpliv smukanja na čebeljo družino. Dnevni donosi pa so poleg smukalnikov odvisni tudi od moči čebelje družine, vremenskih pojavov, geografskega območja, itd. V sklopu triletnega testiranja smo podrobneje opisali in podali ocene treh različnih tipov smukalnikov, ki so na slovenskem tržišču in glede spremljanja dnevnega donosa cvetnega prahu in popisa čebeljih družin izračunali in ocenili njihovo ekonomičnost.

6 VIRI

- Abram V. 2000. Antioksidativno delovanje flavonoidov. V: Antioksidanti v živilstvu. 20. Bitenčevi živilski dnevi 2000, Portorož, 26.-27. oktobra 2000. Žlender, B., Gašperlin, L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 23–32
- Abramovič H. 2011. Antioksidanti in metodologija določanja antioksidativne učinkovitosti. Učbenik za izbirni predmet na interdisciplinarnem doktorskem študijskem programu bioznanosti. Biotehniška fakulteta, oddelek za živilstvo. Ljubljana: 73–110
- Almaraz-Abarca N., Campos M.G., Àvila-Reyes J.A., Naranjo-Jiménez N., Corral J.H., González-Valdez L. S. 2007. Antioxidant activity of polyphenolic extract of monofloral honeybee-collected pollen from mesquite (*Prosopis juliflora*, Leguminosae). Journal of Food Composition and Analysis, 20: 119–124
- Bogdanov S., Bieri K., Gremaud G., Off D., Känzing A., Seiler K., Stöckli H., Zürcher K. 2003. Bienenprodukte; 23 B Pollen. Swiss Food Manual (Schweiz. Lebensmittelbuch): 1–6
- Bogdanov S. 2012. The Bee Pollen Book. Chapter 1. www.bee-hexagon.net 1–13
- Božnar A. 2011. Slovensko čebelarstvo v tretje tisočletje. V: Cvetni prah. Zdešar, P. (ur.). Čebelarska Zveza Slovenije: 324–333
- Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 28: 25–30
- Brodtschneider R., Crailsheim K. 2010. Nutrition and health in honey bees. Apidologie, 41: 278–294
- Campos M. G., Webby R. F., Markham K. R., Mitchell K. A., Da Cunha A. P. 2003. Age-Induced Diminution of free radical scavenging capacity in bee pollens and the contribution of Consistent flavonoids. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51, 3: 745–745
- Campos M., Bogdanov S., Almeida-Muradian L. B., Szczesna T., Mancebo Y., Frigerio, C., Ferreira, F. 2008. Pollen composition and standardization of analytical methods. Journal of Apicultural Research and Bee World, 47, 2: 156–163
- Campos M., Frigerio C., Lopes J., Bogdanov S. 2010. What is the future of bee pollen. Journal of Apiproducs and Apimedical Science, 2, 4: 131–144
- Carpes T., Begnini R., Matias de Alencar S., Masson M.L., 2007. Study of preparations of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. Ciência e Agrotecnologia, 31: 818–825

Carpes S.T., Mourao G.B., de Alencar S.M., Masson M.L. 2009. Chemical composition and free radical scavenging activity of *Apis mellifera* bee pollen from Southern Brazil. Brazilian Journal of Food Tehnology, 12, 3: 220–229

Čeksterytė V., Kurtinaitienė B., Venskutonis R., Pulkalskas A., Kazernavičiūtė R., Balžekas J. 2016. Evaluation of Antioxidant Activity and Flavonoid Composition in Differently Preserved Bee Products. Czech Journal of Food Sciences, 34, 2: 133–142

De-Melo A. A. M., Estevinho L. M., Moreira M. M., Delerue-Matos C., Freitas A. S., Barth O. M., Almeida-Muradian L. B. 2018. A multivariate approach based on physicochemical parameters and biological potential for the botanical and geographical discrimination of Brazilian bee pollen. Food Bioscience, 25: 91–11

Delaplane, K. S., van der Steen, J., Guzman-Novoa E. 2013. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. Journal of Apicultural Research, 52: 1–13

De Melo Pereira I., Almeida-Muradian L. 2010. Stability of antioxidant vitamins in bee pollen samples. Quimica Nova, 33: 514–518

Dominguez-Valhondo D., Gil D.B., Hernandez M.T., Gonzales-Gomez D. 2011. Influence of the commercial processing and floral origin on bioactive and nutritional properties of honeybee-collected pollen. International Journal of Food Science and Technology, 46: 2204–2211

Dominguez-Valhondo D., Gonzales-Gomez D., Hernandez-Mendez T., Bohoyo-Gil D. 2013. Influence of the industrial processing and floral origin into volatile constituents of honeybee-collected o pollen. Food Science and Technology International 19, 2:167–176

Donko M. 1995. Antimikrobna aktivnost natreska. Diplomsko delo. Ljubljana. Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 14, 19, 46

Feás X., Pilar Vazquez-Tato M., Estevinho L., Seijas J.A., Iglesias A. 2012. Organic bee pollen: Botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. Molecules, 17: 8359–8377

Gomez-Caravaca A.M., Gómez-Romero M., Arráez-Román D., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A. 2006. Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 41: 1220–1234

Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oils. Journal of the American Oil Chemist Society, 58: 966–968

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Kandolf A. 2008. Cvetni prah. V: O cvetnem prahu. Kandolf, A. (ur.). Čebelarska Zveza Slovenije: 5–11

Klančnik A., Guzej B., Hadolin Kolar M., Abramovič H., Smole Možina S. 2009. In vitro antimicrobial and antioxidant activity of commercial rosemary extract formulations. *Journal of Food Protection*, 72: 1744–1752

Klun L. 1977. Priprave za pridobivanje cvetnega prahu. Slovenski čebelar. ČZS

Korošec L. 2000. Prosti radikali in vloga antioksidantov v bioloških sistemih. V: Antioksidanti v živilstvu, 20, Bitenčevi živilski dnevi 2000. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za živilstvo: 11–21

Kurinčič Tomšič, M. 2008. Cvetni prah. V: Cvetni prah in zdravje. Kandolf, A. (ur.). Čebelarska Zveza Slovenije: 33–44

Li Q., Wang K., Marcucci M.C., Frankland Sawaya A.C.H., Hu L., Xue X., Wu L., Hu F. 2018. Nutrient-rich bee pollen: A treasure trove of active natural metabolites, 49: 472–484

Lilek N. 2013. Primerjava osmukalnikov za pridobivanje cvetnega prahu. Čebelarska zveza Slovenije, Slovenski čebelar št. 1

Lilek N., Noč, B., Dolinšek, M. 2015. Rezultati testiranja prototipa osmukalnika. Čebelarska zveza Slovenije, Slovenski čebelar št. 11

Lilek N., Pereyra Gonzales A., Božič, J. Kandolf Borovšak A., Bertoncelj J. 2015. Chemical composition and content of free tryptophan in Slovenian bee pollen. *Journal of Food and Nutrition Research*, 54: 323–333

Lilek N., Dolinšek M., Noč, B. 2016. Optimizacija pridelave cvetnega prahu (osmukanca). 2 znanstveno posvetovanje o čebelah in čebelarstvu, Poklukarjevi dnevi. SAČD in KIS, Ljubljana.

LeBlanc B.W., Davis O.K., Boue S., DeLucca A., Deeby T. 2009. Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen. *Food Chemistry*, 115, 4: 1299–1305

Leja, M., Mareczek, A., Wyżgolik, G., Klepacz-Baniak, J., Czekońska, K. 2007. Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species. *Food Chemistry*, 100: 237–240

Mavri A., Abramovič H., Polak T., Bertoncelj J., Jamnik P., Smole Možina S., Jeršek B. 2012. Chemical properties and antioxidant and antimicrobial activities of Slovenian propolis. *Chemistry & biodiversity*, 9: 1545–1558

Morais M., Moreira L., Feás X., Estevinho L.M. 2011. Honeybee-collected pollen from five Portuguese Natural Parks: palynological origin, phenolic content, antioxidant properties and microbiological activity. *Food and Chemical Toxicology*, 49: 1096–1101

Morgan, M. A., Milan, R.F., Martins M.C.T., Rodriguez-Amaya D.B. 2011. Determination of water content in Brazilian honeybee-collected pollen by Karl Fischer titration. *Food Control*, 22: 1604–1608

Mărghitas, L. A., Stanciu, O. G., Dezmirean, D. S., Bobiş, O., Popescu, O., Bogdanov, S., Campos, M. G. 2009. *In vitro* antioxidant capacity of honeybee-collected pollen of selected floral origin harvested from Romania. *Food Chemistry* 115: 878–883

Pascoal A., Rodrigues S., Teixeira A., Feás X., Estevinho L.M. 2014. Biological activities of commercial bee pollens: Antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and Chemical Toxicology*, 63: 233–239

Rzepecka-Stojko A., Stec M., Kurzeja E., Gawronska E., Pawlowska-Goral K. 2012. The effects of storage of bee pollen extracts on polyphenol content. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21, 4:100–1011

Santos Vasconcelos M. R., Fernandes Duarte A. W., Pereira Gomes E., Chagas da Silva S., Queijeiro López A. M. 2017. Physicochemical composition and antioxidant potential of bee pollen from different botanical sources in Alagoas, Brazil. *Ciência e Agrotecnologia*, 41, 4: 447–458

Snowdon J. A., Cliver D. O. 1996. Microorganisms in honey. *Food microbiology*, 31: 1–26

Solomka, V. 2001. On bees pollen storage technologies. *Pasika*, 3: 22–23

Szczesna T., Rybak H., Skowronek W. 1995. Alterations in chemical composition of the pollen loads stored under various conditions. III vitamin C and provitamin A (Beta-karoten). *Pszczelnictwo Zeszyty Naukowe*, 40: 171–189

Terpinc P., PolaK T., Makuc D., Poklar Ulrih N., Abramovič H. 2012. The occurrence and characterisation of phenolic compounds in *Camelina sativa* seed, cake and oil. *Food Chemistry*, 131: 580–589

7 PREGLED OBJAV O MATIČNEM MLEČKU

Matični mleček je izloček krmilnih in mandibularnih žlez čebel delavk, starih od 6 do 15 dni, in ima ključno vlogo pri razvoju matice v družini.

Največ matičnega mlečka proizvedejo Kitajska, Japonska, Koreja ter države vzhodne Evrope pa tudi Španija, Grčija, Francija in Italija (Kanelis in sod., 2015).

Danes matični mleček uporabljajo v farmaciji, prehranski industriji kot tudi v kozmetiki (Božnar, 2011). Uvrščamo ga med funkcionalna živila, saj so rezultati raziskav pokazali, da ima matični mleček številne funkcionalne lastnosti, kot so antibakterijska aktivnost, protivnetna aktivnost, dezinfekcijsko delovanje, antioksidativna učinkovitost, antitumorsko delovanje,... Biološka aktivnost matičnega mlečka se večinoma pripisuje bioaktivnim maščobnim kislinam, proteinom in fenolnim spojinam. Ob upoštevanju potencialne uporabe je izrednega pomena podrobno poznavanje sestave matičnega mlečka (Ramadan in Al-Ghamdi, 2012; Fratini in sod., 2016). Različne možnosti uporabe matičnega mlečka dajejo temu čebeljemu pridelku velik pomen. Posledica tega je tudi velik uvoz matičnega mlečka v vse države, ki nimajo zadostne lastne proizvodnje (Božnar, 2011).

O svetovni proizvodnji matičnega mlečka ni uradnih podatkov, vendar strokovnjaki ocenjujejo, da približno 60 % svetovne proizvodnje, to je okrog 2000 ton, proizvede Kitajska. Skoraj vsa proizvedena količina se izvozi na Japonsko, v ZDA in Evropo (Sabatini in sod., 2009).

Zakonodaja, ki bi določala minimalne kriterije kakovosti matičnega mlečka, še ni uveljavljena, kljub temu pa so nekatere države postavile nacionalne standarde in smernice, med njimi Argentina, Bolgarija, Poljska, Turčija, Brazilija, Srbija, Švica, Japonska, Kitajska, Indija in Koreja (Kanelis in sod., 2015). S standardizacijo matičnega mlečka se intenzivno ukvarja tudi Mednarodna komisija za med (angl. *International Honey Commission*) (Sabatini in sod., 2009) ter mednarodna strokovna javnost, ki je sprejela standard ISO 12824:2016 (ISO, 2016). Standard opredeljuje dva tipa matičnega mlečka, tip 1, kadar je hrana čebel izključno njihova naravna hrana (cvetni prah, med ali nektar), v primeru matičnega mlečka tipa 2 pa so poleg naravne hrane dovoljena še druga hranila (beljakovine, ogljikovi hidrati). Določitev standardne sestave matičnega mlečka je pomembna za kontrolo trga ter za zaščito potrošnika. V letih od 2010 do 2013 je bil, v sklopu 7. okvirnega programa Evropske skupnosti, financiran triletni projekt Apifresh, katerega namen je bil med drugim razvoj evropskih standardov kakovosti za matični mleček, določitev standardnih analitskih metod ter določitev standardne metodologije za nadzor potvorjenosti matičnega mlečka.

7.1 NASTANEK MATIČNEGA MLEČKA

Matični mleček izločajo mlade čebele delavke od 6. do 15. dneva starosti. Nastaja v njihovih krmilnih in mandibularnih žlezah. V tem času mlade čebele imenujemo čebele dojlje. Z matičnim mlečkom hranijo vse čebelje ličinke tri dni, po tretjem dnevu pa samo ličinko, iz katere se bo razvila matica. Kaj se bo razvilo iz oplojenega jajčeca, čebela delavka ali matica, je odvisno samo od hrane. Matica se celo življenje prehranjuje samo z matičnim mlečkom.

Zaradi hranjenja z matičnim mlečkom se matica bistveno razlikuje od čebele delavke. Je dvakrat večja od čebele, razvije se ji sposobnost zaleganja jajčec in živi 4–5 let, čebela delavka pa v povprečju 45 dni (razen zimskih čebel) (Winston, 1987).

7.2 LASTNOSTI SVEŽEGA MATIČNEGA MLEČKA

Matični mleček je pretežno topen v vodi, ima nizko vrednost pH (med 3,5 in 4,5), specifična gostota je 1,1 g/ml (Bogdanov, 2011; Sabatini in sod., 2009). Viskoznost matičnega mlečka je odvisna od vsebnosti vode in starosti – če je shranjen na sobni temperaturi, počasi postaja bolj viskozen. Do teh sprememb pride zaradi delovanja encimov in reakcij med maščobami in beljakovinami. Kakovost matičnega mlečka se tako poslabša (Božnar, 2011). Star matični mleček, ki ni pravilno skladiščen, je tudi temnejše barve in ima lahko aromo po žarkem (Bogdanov, 2011). Po pobiranju in ob stiku z zrakom postane matični mleček pri temperaturi 15 °C rumen, zaradi prisotnosti albumina, ki nastane med sušenjem (Popescu in sod., 2008).

7.2.1 Senzorične značilnosti svežega matičnega mlečka

Barva: od umazano bele do belo rumene.



Slika 15: Barva matičnega mlečka

Videz: kremasta, viskozna struktura, običajno nehomogena, ker vsebuje netopna zrnca različnih oblik in velikosti.

Vonj: kiselkast, oster.

Okus: izrazito kisel, rahlo trpek, rahlo sladek, oster, pekoč pookus.

Napake: po daljšem skladiščenju barva postaja temnejša, bolj rumena, matični mleček lahko postane žarek (Božnar, 2011).

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)



Slika 16: Matični mleček

7.3 SESTAVA MATIČNEGA MLEČKA

Sestava matičnega mlečka je dokaj kompleksna. Sestavljajo ga voda, maščobe, beljakovine, sladkorji, aminokisline, organske kisline, steroli, estri, fenolne spojine, minerali, elementi v sledovih in druge snovi (preglednica 21) (Sabatini in sod., 2009). Sestava sladkorjev, vsebnost vode, beljakovin in 10-hidroksi-2-decenojske kisline (10-HDA) so najbolj pomembni kriteriji za karakterizacijo matičnega mlečka (Daniele in Casabianca, 2012).

Preglednica 21: Sestava svežega in liofiliziranega matičnega mlečka (Sabatini in sod., 2009; ISO, 2016)

Parameter	Sabatini in sod. (2009)		ISO (2016): svež MM	
	svež MM	liofiliziran MM	MM tip 1	MM tip 2
Vsebnost vode (g/100 g)	60-70	< 5	62,0-68,5	62,0-68,5
Vsebnost maščob (g/100 g)	3-8	8-19	2-8	2-8
Vsebnost 10-hidroksi-2-decenojske kisline (10-HDA) (g/100 g)	≥ 1,4	> 3,5	≥ 1,4	≥ 1,4
Vsebnost beljakovin (g/100 g)	9-18	27-41	11-18	11-18
Vsebnost sladkorjev (fruktoza + glukoza + saharoza) (g/100 g)	7-18	/	/	/
Vsebnost skupnih sladkorjev (g/100 g)	/	/	7-18	7-18
Vsebnost fruktoze (g/100 g)	3-13	/	2-9	2-9
Vsebnost glukoze (g/100 g)	4-8	/	2-9	2-9
Vsebnost saharoze (g/100 g)	0,5-2,0	/	< 3	-
Vsebnost erloze	/	/	< 0,5	-
Vsebnost maltoze	/	/	< 1,5	-
Vsebnost maltotrioze	/	/	< 0,5	-
Vsebnost pepela (g/100 g)	0,8-3,0	2-5	/	/
Vrednost pH	3,4-4,5	3,4-4,5	/	/
Kislost (ml 0,1 M NaOH/g)	3,0-6,0	/	3,0-5,3	3,0-5,3
Furozin (mg/100 g beljakovin)	< 50	/	/	/

MM: matični mleček; /: ni podatka; -: se ne uporablja

tip 1: hrana čebel je izključno njihova naravna hrana (cvetni prah, med ali nektar)

tip 2: poleg naravne hrane za čebele so dovoljena še druga hranila (beljakovine, ogljikovi hidrati)

Sestava je odvisna od sezonskih in okoljskih dejavnikov (Ramadan in Al-Ghamdi, 2012). Na vsebnost ogljikovih hidratov in maščob ima sezona velik vpliv, manjši na vsebnost beljakovin in vode, medtem ko vsebnost pepela in vrednost pH nista odvisna od sezonskih vplivov (Wongchai in Ratanavalachai, 2002). Na vsebnost sladkorjev vpliva med drugim čas pridelave (Ramadan in Al-Ghamdi, 2012). Sicer v sestavi matičnega mlečka različnega geografskega porekla niso ugotovili značilnih razlik. Do razlik prihaja predvsem zaradi različne prehrane in starosti čebel proizvajalk, rase čebel ter od načina pridobivanja in shranjevanja matičnega mlečka (Sabatini in sod., 2009).

Matični mleček vsebuje tudi pelod rastlin, na katerih so čebele nabirale nektar in pelod, zato na osnovi pelodne analize matičnega mlečka lahko sklepamo na njegovo poreklo (Sabatini in sod., 2009).

7.3.1 Voda

Kljub veliki vsebnosti vode (med 62 in 68,5 g/100 g) (ISO, 2016) in vodni aktivnosti (a_w) nad 0,92, je matični mleček relativno mikrobiološko stabilen. Konstantna vsebnost vode v mlečku je posledica stalne proizvodnje mlečka s strani čebel dojlj v družini, njegove naravne higroskopnosti in prizadevanj čebelje družine, da vzpostavlja konstantno vlažnost v panju. Razlike v vsebnosti vode so lahko posledica netopnosti nekaterih sestavin matičnega mlečka (Sabatini in sod., 2009).

Na vsebnost vode vpliva čas pobiranja matičnega mlečka, s časom se spreminja. Od 24 do 48 ur po cepljenju ličink hitro narašča, 72 ur po cepljenju se naraščanje upočasni (Zheng in sod., 2010). Prvi dan po cepljenju ima matični mleček manj kot 60 g/100 g vode (Kanelis in sod., 2015), četrti dan pa manj kot 50 g vode/100 g. Vsebnost vode je nekoliko manjša tudi, če matični mleček pridobivamo med sušnim obdobjem v primerjavi z deževnim obdobjem (Wongchai in Ratanavalachai, 2002).

7.3.2 Beljakovine

V matičnem mlečku je med 9 in 18 g beljakovin/100 g, ki predstavljajo 50 % suhe snovi matičnega mlečka (Sabatini in sod., 2009; Šimúth, 2001). ISO standard (2016) navaja območje vsebnosti 11-18 g beljakovin/100 g. Proteinska frakcija vsebuje številne pomembne komponente in biološko aktivne snovi (Bărnăuțiu in sod., 2011). Več kot 80 % beljakovin matičnega mlečka je topnih proteinov, t.i. glavnih proteinov matičnega mlečka (MRJP - angl. *Major Royal Jelly Proteins*) (Šimúth, 2001). MRJP naj bi bili izmed vseh sestavin matičnega mlečka najbolj pomembni za razvoj čebele matice, saj vključujejo številne esencialne aminokisline (Schmitzova in sod., 1998). Čebele izločajo na stotine proteinov, predvsem iz krmilnih in mandibularnih žlez ter žlez slinavk. Čebelja matica, ki je hranjena z matičnim mlečkom, živi 4-5 let, medtem ko čebele delavke živijo le 3-4 tedne. Za ta fenomen naj bi bili zaslužni predvsem proteini matičnega mlečka (Šimúth in sod., 2003). Poleg glavnih proteinov

matični mleček vsebuje tudi manjše proteine, vključno z antimikrobnimi peptidi (peptidnimi antibiotiki). Ti bioaktivni peptidi lahko po zaužitju v telesu delujejo kot regulatorne snovi s podobno aktivnostjo kot hormoni (Bărnăuțiu in sod., 2011; Maghsoudlou in sod., 2019).

Proste aminokisline predstavljajo samo 0,6 do 1,5 % beljakovin, večina je L-aminokislin (Sabatini in sod., 2009). V matičnem mlečku je največ prolina, lizina, glutaminske kisline, β -alanina, fenilalanina, aspartata in serina. Pri skladiščenju matičnega mlečka (4 °C, 10 mesecev) ni značilnih razlik v vsebnosti aminokislin, medtem ko se vsebnost prolina in lizina poveča pri skladiščenju pri sobni temperaturi (Boselli in sod., 2003).

7.3.3 Ogljikovi hidrati

V matičnem mlečku je povprečno od 11 do 23 g/100 g ogljikovih hidratov oz. 30 % suhe snovi matičnega mlečka (Sabatini in sod., 2009), ISO standard (2016) navaja od 7 do 18 g skupnih sladkorjev/100 g. Glavna sladkorja sta, tako kot pri medu, monosaharida fruktoza in glukoza, ki skupaj predstavljata 90 % vseh sladkorjev. Vedno je prisotna tudi saharoza, vendar v zelo variabilnih koncentracijah. V manjših koncentracijah so lahko prisotni tudi nekateri oligosaharidi, ki so v nekaterih primerih primerni tudi za določanje pristnosti matičnega mlečka (Sabatini in sod., 2009). Intenzivno hranjenje čebel s sladkorji tako C₃ kot C₄ rastlin ne privede do sprememb vsebnosti glavnih sladkorjev matičnega mlečka, kot sta glukoza in fruktoza, temveč pride do razlik v vsebnostih drugih sladkorjev, ki so prisotni v manjših količinah (saharoza, erloza in maltoza), zato je vsebnost teh sladkorjev primernejša za določitev pristnosti matičnega mlečka. V primeru krmljenja s saharozo, se povečata vsebnosti saharoze in erloze (Daniele in Casabianca, 2012).

V matičnem mlečku so poleg fruktoze, glukoze ter saharoze določili še maltozo, trehalozo, melibiozo, ribozo in druge (Daniele in Casabianca, 2012; Fratini in sod., 2016).

Na vsebnost ogljikovih hidratov v matičnem mlečku vplivajo tudi klimatske razmere, vsebnost ogljikovih hidratov v mlečku pridobljenem na Tajskem se je povečala med vročim (april-junij) ter deževnim obdobjem (julij-avgust) (Wongchai in Ratanavalachai, 2002).

7.3.4 Pepel

Vsebnost pepela v svežem matičnem mlečku znaša od 0,8 do 3 g/100 g (Garcia-Amoedo in Almeida-Muradian, 2007), med 4 in 8 % suhe snovi (Fratini in sod., 2016). Glavni elementi so K, P, S, Na, Ca, Al, Mg, Zn, Fe, Cu in Mn (Stocker in sod., 2006).

Elementi, prisotni v matičnem mlečku, so posledica tako zunanjih dejavnikov (okolje, pridobivanje hrane, obdobje pridelave matičnega mlečka) kot notranjih dejavnikov (biološke lastnosti čebel) (Bărnăuțiu in sod., 2011). Koncentracija mineralov in elementov v sledovih v

matičnem mlečku je konstantna, zaradi homeostatskega uravnavanja s strani čebel dojilj in ni odvisna od časa pobiranja mlečka (Wongchai in Ratanavalachai, 2002; Stocker in sod., 2006).

7.3.5 Vrednost pH in vsebnost kislin v matičnem mlečku

Matični mleček ima nizko vrednost pH (od 3,6 do 4,2) (Šimúth in sod., 2003). Nekateri avtorji navajajo nekoliko višjo vrednost pH matičnega mlečka in sicer od 4 do 5, ki se med procesom liofilizacije ne spremeni in ostane relativno konstantna (Popescu in sod., 2008).

Kislost matičnega mlečka variira med 3 in 6 ml 0,1 M NaOH/g v svežem matičnem mlečku in 9 do 15 ml 0,1 M NaOH/g v liofiliziranem matičnem mlečku (Popescu in sod., 2008). Med skladiščenjem matičnega mlečka se kislost poveča (Chen in Chen, 1995), Zheng in sod. (2010) pa navajajo značilen padec kislosti v obdobju treh dni po cepitvi ličink.

7.3.6 Maščobe

Svež matični mleček vsebuje 3-8 g maščob/100 g, kar predstavlja 3 do 19 % suhe snovi matičnega mlečka (Sabatini in sod., 2009; Fratini in sod., 2016), liofiliziran približno 8-19 g/100 g. ISO standard (2016) navaja nižjo spodnjo mejo za vsebnost maščob, območje vsebnosti znaša 2-8 g maščob/100 g. V največji meri maščobno frakcijo matičnega mlečka predstavljajo maščobne kisline (80-90 %), ostalo so voski (5-6 %), steroidi (3-4 %) in fosfolipidi (0,4-0,8 %) (Bogdanov, 2011; Sabatini in sod., 2009; Ramadan in Al-Ghamdi, 2012).

Vsebnost maščob se delno spreminja v odvisnosti od sezone, v primeru tajskega matičnega mlečka se je najbolj povečala pri prehodu iz hladnega v toplo obdobje, v 6 % pa se je zmanjšala pri prehodu iz deževne dobe v hladno obdobje. Tudi drugi avtorji poročajo, da se vsebnost maščob poveča poleti (Wongchai in Ratanavalachai, 2002).

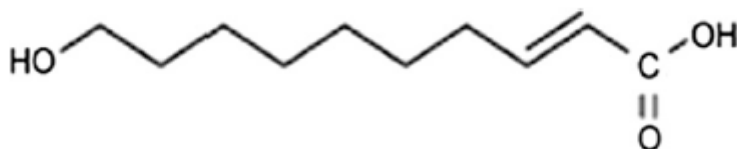
Maščobne kisline matičnega mlečka so večinoma kratkoverižne mono- in dihidroksi maščobne kisline z 8-10 ogljikovimi atomi ali dikarboksilne kisline, v nasprotju z maščobnimi kislinami s 14-20 ogljikovimi atomi, ki jih običajno vsebujejo živila živalskega in rastlinskega izvora (Genç in Aslan, 1999; Sesta, 2006).

Maščobe so pomembna komponenta matičnega mlečka pri določitvi pristnosti oziroma potrdjenosti le-tega, saj nekaterih maščobnih kislin, ki jih matični mleček vsebuje, ne najdemo v nobenem drugem naravnem proizvodu. Kvalitativna in kvantitativna analiza maščobne frakcije prav tako omogoča določitev količine dodanega matičnega mlečka v drugih izdelkih (Mărghitaş in sod., 2010).

V primeru potvorjenega matičnega mlečka s sladkorjem se zmanjša vsebnost beljakovin in maščob in poveča vsebnost sladkorjev, ki so prisotni v manjših količinah, matični mleček postane netopen v alkalnem mediju (Fratini in sod., 2016).

10-hidroksi-2-decenojska kislina (10-HDA)

Maščobnokislinska frakcija je sestavljena iz različnih maščobnih kislin, med katerimi je tudi trans-10-hidroksi-2-decenojska kislina (10-HDA), ki je za matični mleček značilna in jo je v matičnem mlečku največ (32 % vseh maščobnih kislin) (Ramadan in Al-Ghamdi, 2012). Nekateri avtorji pa navajajo, da znaša vsebnost 10-HDA v matičnem mlečku okoli 50 % vseh maščobnih kislin (Antinelli in sod., 2002; Ferioli in sod., 2014). Kemijska struktura 10-HDA kisline je predstavljena na sliki 12.



Slika 17: Kemijska struktura 10-HDA (Ramadan in Al-Ghamdi, 2012).

10-HDA je značilna samo za matični mleček, zato je njena vsebnost v matičnem mlečku pomemben kriterij njegove pristnosti (Ramadan in Al-Ghamdi, 2012). Vsebnost 10-HDA v matičnem mlečku je odvisna od njegovega izvora in lastnosti čebel (Genç in Aslan, 1999; Ferioli in sod., 2007).

V nekaterih državah je minimalna vsebnost 10-HDA v matičnem mlečku tudi zakonsko predpisana, preglednica 22 (Genç in Aslan, 1999; Zhou in sod., 2007; Kim in sod., 1989), ISO standard (2016) navaja vrednosti vsaj 1,4 g 10-HDA/100 g.

Preglednica 22: Minimalne, zakonsko predpisane vrednosti 10-HDA v matičnem mlečku v različnih državah

Vsebnost 10-HDA	Tajska	Turčija	Kitajska	Koreja
Svež matični mleček	1,5 g/100 g	1,4 g/100 g	1,4 g/100 g	1,6 g/100 g
Izdelki, ki vsebujejo matični mleček	0,16 g/100 g izdelka	0,16 g/100 g izdelka	ni predpisa	0,56 g/100 g izdelka
Liofiliziran matični mleček	ni predpisa	ni predpisa	4,2 g/100 g	4,0 g/100 g

Svež matični mleček naj bi imel večjo vsebnost 10-HDA in bi lahko bila potencialen parameter svežosti matičnega mlečka, vendar ugotavljajo, da naj bi bila vsebnost kisline v mlečku stabilna in neodvisna od pogojev skladiščenja (Antinelli in sod., 2003). Nekateri avtorji poročajo, da je vsebnost 10-HDA največja v mlečku 24 ur po cepljenju ličink, medtem ko drugi, da je največja 48 ur po cepljenju (Zheng in sod., 2011).

7.3.7 Pelod

Matični mleček na evropskem trgu izvira predvsem s Kitajske, ki je glavna proizvajalka mlečka. Geografsko poreklo matičnega mlečka se da določiti s pelodno analizo. Ne glede na to, da matični mleček ne prihaja neposredno iz rastlin in je proizvod čebel, se v njem nahajajo pelodna zrna, kot posledica aktivnosti čebel, in odražajo okolje, kjer je bil matični mleček proizveden (Piana in sod., 2006). Pelodna zrna tudi obogatijo matični mleček z beljakovinami, ki izvirajo iz rastlin (Fratini in sod., 2016).

Matični mleček kaže podobno sestavo kot med z istega območja, s tem, da je v njem več vetrocvetk in rastlin, ki cvetijo kasneje (julij, avgust), kar se ujema s proizvodnjo matičnega mlečka (Piana in sod., 2006). S pelodno analizo lahko zaznamo lažne označitve geografskega porekla (Morgado in Barth, 2011).

7.4 SKLADIŠČENJE MATIČNEGA MLEČKA

Matični mleček je občutljiv na toploto, svetlobo in zrak. V primeru neprimernega skladiščenja potemni, poveča se mu viskoznost, pojavijo se večje netopne frakcije proteinov, zmanjša se vsebnost prostih aminokislin in aktivnost encima glukoza oksidaza (Hu in sod., 2017). Matični mleček lahko med skladiščenjem postane žarek (Ramadan in Al-Ghamdi, 2011). Povečana viskoznost je posledica v vodi netopnih dušikovih spojin, njihova vsebnost pa se poveča zaradi aktivnosti encimov in interakcije med maščobno in beljakovinsko frakcijo (Ramadan in Al-Ghamdi, 2012).

Raziskave so pokazale, da se matični mleček najbolje ohrani z zmrzovanjem na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ali pa z liofilizacijo. Takšen proces sušenja najbolje ohrani prvotne karakteristike matičnega mlečka; ohranijo se hlapne komponente, termolabilne komponente pa se ne poškodujejo. Zmrznjen je uporaben tudi do 3 leta, pri tem načinu ostaneta tudi barva in viskoznost skoraj nespremenjeni (Bogdanov, 2011).

Hranjenje v hladilniku pri $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ je sicer slabši, vendar še sprejemljiv način skladiščenja. Barva se malenkostno spremeni, potemni, viskoznost pa se precej poveča v primerjavi z začetno vrednostjo (Božnar, 2011).

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

8 MATERIAL IN METODE

8.1 ZBIRANJE VZORCEV

V raziskavo smo vključili 35 vzorcev svežega matičnega mlečka slovenskega porekla iz štirih statističnih regij Slovenije (preglednica 23).

Preglednica 23: Analizirani vzorci matičnega mlečka

Zap. št.	Oznaka	Regija	Letnik pridelave
1	K. MLEČEK 2017-1	podravska	2016
2	K. MLEČEK 2017-2	podravska	2017
3	K. MLEČEK 2017-3	podravska	2016
4	K. MLEČEK 2017-4	podravska	2017
5	K. MLEČEK 2017-5	podravska	2017
6	K. MLEČEK 2017-6	osrednjeslovenska	2016
7	K. MLEČEK 2017-7	posavska	2017
8	K. MLEČEK 2017-8	posavska	2017
9	K. MLEČEK 2017-9	podravska	2017
10	K. MLEČEK 2017-10	gorenjska	2017
11	K. MLEČEK 2017-11	osrednjeslovenska	2016
12	K. MLEČEK 2017-12	gorenjska	2017
13	K. MLEČEK 2018-1	podravska	2017
14	K. MLEČEK 2018-2	podravska	2017
15	K. MLEČEK 2018-3	podravska	2017
16	K. MLEČEK 2018-4	podravska	2017
17	K. MLEČEK 2018-5	osrednjeslovenska	2017
18	K. MLEČEK 2018-6	osrednjeslovenska	2017
19	K. MLEČEK 2018-7	posavska	2017
20	K. MLEČEK 2018-8	podravska	2017
21	K. MLEČEK 2018-9	gorenjska	2017
22	K. MLEČEK 2018-10	gorenjska	2017
23	K. MLEČEK 2018-11	osrednjeslovenska	2017
24	K. MLEČEK 2018-12	posavska	2017
25	K. MLEČEK 2019-1	podravska	2018
26	K. MLEČEK 2019-2	podravska	2018
27	K. MLEČEK 2019-3	podravska	2018
28	K. MLEČEK 2019-4	podravska	2018
29	K. MLEČEK 2019-5	podravska	2018
30	K. MLEČEK 2019-6	posavska	2018
31	K. MLEČEK 2019-7	osrednjeslovenska	2018
32	K. MLEČEK 2019-8	gorenjska	2018
33	K. MLEČEK 2019-9	gorenjska	2018
34	K. MLEČEK 2019-10	osrednjeslovenska	2018
35	K. MLEČEK 2019-11	posavska	2018

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Zastopanost vzorcev matičnega mlečka iz posamezne regije ni bila enakomerna, ker število proizvajalcev matičnega mlečka v Sloveniji med regijami ni primerljivo. Največ jih je iz podravske regije. Pridobili smo 16 vzorcev iz podravske, 6 vzorcev iz gorenjske, 7 vzorcev iz osrednjeslovenske in 6 vzorcev iz posavske regije iz treh let pridelave (4 vzorci letnika 2016, 20 vzorcev letnika 2017 in 11 vzorcev letnika 2018). Podatki o analiziranih vzorcih (oznaka, statistična regija in letnik pridelave) so zbrani v preglednici 23. V programskem letu 2018 in 2019 smo poleg analiz svežega matičnega mlečka opravili tudi analize vsebnosti vode, maščob, beljakovin, 10-HDA in sladkorjev ter kislosti in vrednosti pH za ugotavljanje sprememb v sestavi matičnega mlečka po določenem času skladiščenja v hladilniku oz. v zmrzovalniku, skladno s preglednicama 24 in 25.

Preglednica 24: Vzorci matičnega mlečka iz programskega leta 2018

Oznaka	Letnik pridelave	Skladiščenje	Opravljene analize po skladiščenju		
			Februar/marec 2018	Oktober-december 2018	April/maj 2019
K. MLEČEK 2018-1	2017	zmrzovalnik	B, C	A, B, Č	B
K. MLEČEK 2018-2	2017	hladilnik	B, C	A, B, Č	B
K. MLEČEK 2018-3	2017	zmrzovalnik	B, C,	A, B, Č	B
K. MLEČEK 2018-6	2017	zmrzovalnik	A, B, C, Č	A, B, Č	B
K. MLEČEK 2018-7	2017	zmrzovalnik	A, B, C, Č	A, B, Č	B
K. MLEČEK 2018-9	2017	hladilnik	A, B, C, Č	A, B, Č	A, B
K. MLEČEK 2018-10	2017	hladilnik	B, C	B	B
K. MLEČEK 2018-11	2017	hladilnik	A, B, C, Č	A, B, Č	A, B

A: vsebnost sladkorjev; B: vsebnost vode, pH vrednost in kislost; C: vsebnost beljakovin in vsebnost maščob
Č: vsebnost 10-HDA

Preglednica 25: Vzorci matičnega mlečka iz programskega leta 2019

Oznaka	Letnik pridelave	Skladiščenje	Opravljene analize po skladiščenju april/maj 2019
K. MLEČEK 2019-1	2018	zmrzovalnik/ hladilnik	A A
K. MLEČEK 2019-2	2018	zmrzovalnik/ hladilnik	A A
K. MLEČEK 2019-5	2018	zmrzovalnik/ hladilnik	A, B, C B, C
K. MLEČEK 2019-6	2018	zmrzovalnik/ hladilnik /	B, C B, C
K. MLEČEK 2019-7	2018	zmrzovalnik/ hladilnik	A A
K. MLEČEK 2019-8	2018	zmrzovalnik/ hladilnik	A, B A, B, C
K. MLEČEK 2019-10	2018	zmrzovalnik/ hladilnik	A A
K. MLEČEK 2019-11	2018	zmrzovalnik/ hladilnik	A A

A: vsebnost sladkorjev, B: vsebnost vode in beljakovin, C: vsebnost maščob, HDA, kislost in pH vrednost

V okviru diplomskega dela na Biotehniški fakulteti (Žohar, 2018) smo v programskem letu 2018 vse vzorce matičnega mlečka (12) skladiščili 5 do 6 mesecev v hladilniku oz. zmrzovalniku ter potem analizirali vsebnost vode, vsebnost beljakovin, vrednost pH, kislost in barvo z Minolta kromometrom. Izvedli smo tudi kromogeno reakcijo, katere namen je bil oceniti svežost vzorcev matičnega mlečka, shranjenih pri navedenih dveh pogojih.

Senzorične lastnosti vzorcev matičnega mlečka vseh programskih let so bile zelo podobne. Vzorci so bili gosto tekoči, različne viskoznosti in blede rumene barve. Vonj je bil po kislem, po čebeljem vosku, lahko manj prijeten (po živalih, zatohlem, po sesirjenem mleku). Okus matičnega mlečka je bil rahlo sladek, od močno do izrazito kisel. Značilna je bila ostra, rezka aroma in pekoč pookus.

8.2 ANALIZE MATIČNEGA MLEČKA

8.2.1 Pelodna analiza (Piana in sod., 2006)

Princip: Z mikroskopskim pregledom preparata sedimenta matičnega mlečka določimo vrste peloda. Delež posamezne vrste peloda izrazimo v odstotkih od skupnega števila zrn peloda.

Oprema:

- svetlobni mikroskop (Zeiss AXIOSKOOP 2 plus, Imager A.1.)

8.2.2 Fizikalno-kemijske analize

Fizikalno-kemijske analize so bile opravljene v dveh oziroma treh vzporednih določitvah, rezultati katerih se niso razlikovali za več kot 5 %. Vzorce smo hranili v pokritih, pred svetlobo zaščitениh, steklenih kozarčkih, v hladilniku pri temperaturi 4 °C. Pred analizami smo vzorce dobro homogenizirali. Principi uporabljenih metod z referencami so opisani v nadaljevanju.

Določanje vsebnosti vode (Sesta in Lusco, 2008)

Princip:

Princip metode temelji na refraktometričnem določanju in preračunu vsebnosti vode na osnovi odčitane lomnega količnika.

Oprema:

- digitalni refraktometer RX-5000 α (ATAGO, Japonska)

Določanje vsebnosti pepela (Plestenjak in Golob, 2003)

Princip:

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Suhi sežig vzorca pri temperaturi 550 °C do konstantne mase.

Oprema:

- žarilna peč (Nabertherm, Nemčija)

Določanje vrednosti pH v matičnem mlečku (Popescu in sod., 2008)

Princip:

S pH metrom izmerimo vrednost pH v 2 % vodni raztopini matičnega mlečka.

Oprema:

- pH meter CyberScan pH/ion CON 510 (Eutech Instruments, Singapur)

Določanje kislosti matičnega mlečka (Popescu in sod., 2008)

Princip:

Titracija vzorca z 0,1 M NaOH ob dodatku indikatorja fenolftaleina do preskoka v rožnato barvo.

Oprema:

- pH meter MA 5736 (Metrel, Slovenija)

Določanje vsebnosti beljakovin z metodo po Kjeldahlu (Plestenjak in Golob, 2003)

Princip:

Določanje vsebnosti beljakovin posredno preko dušika, ob upoštevanju, da prisoten dušik izvira iz beljakovin. Za preračun dušika v beljakovine smo uporabili splošni empirični faktor ($F=6,25$).

Oprema:

- blok za razklop vzorca (Digestion Unit Büchi)
- enota za odvod zdravju škodljivih hlapov (Scrubber Büchi)
- destilacijska enota (Distillation unit Büchi)
- titracijska enota (Titrino Büchi)
- katalizator KJELTABS Cu/3,5 (3,5 g K_2SO_4 + 0,4 g $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$)

Določanje vsebnosti maščob z metodo po Soxhletu (Plestenjak in Golob, 2003)

Princip:

Direktna ekstrakcija maščobe v Soxhletovem aparatu z nepolarnim topilom. Odparevanje topila, sušenje ekstrahirane snovi, tehtanje in izračun.

Oprema:

- aparat po Soxhletu
- sušilnik (Sterimatic ST-11, Hrvaška)

Določanje vsebnosti sladkorjev s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (HPLC-RI) (Bogdanov, 2009)

Princip:

Ekstrakcija sladkorjev iz matičnega mlečka z metanolom in HPLC analiza z RI detektorjem z metodo zunanjega standarda.

Oprema:

- tekočinski kromatograf (HPLC)
- RI detektor

Določanje vsebnosti 10-hidroksi-2-decenojske kisline (10-HDA) s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (HPLC) (Intertek, 2017)

Princip:

Ekstrakcija matičnega mlečka z mešanico fosfatnega pufra in metanola (55/45, v/v) in HPLC analiza z UV detektorjem z metodo zunanjega standarda.

Oprema:

- tekočinski kromatograf (HPLC)
- reverznofazna kolona
- UV detektor

Določanje maščobnokislinske sestave s plinsko kromatografijo (GC) (Ferioli in sod., 2014; Isidorov in sod., 2012)

Princip:

Ekstrakcija maščob iz liofiliziranega matičnega mlečka z mešanico dietileter/izopropanol (50/1, v/v), priprava trimetilsililnih derivatov maščobnih kislin z derivatizacijskim reagentom BSTFA z 1 % TMCS (bis-trimetilsilil-trifluoroacetamid s trimetilklorosilanom) in piridinom in GC analiza.

Oprema:

- plinski kromatograf Agilent Technologies 6890
- kapilarna kolona
- plamensko ionizacijski detektor (FID)
- masni spektrometer

8.2.3 Statistične metode

Dobljene rezultate smo zbrali in uredili v programu Microsoft Exel 2015. Statistične analize smo izvedli s programom SPSS, različica 21.0 (IBM). Za posamezen parameter smo izračunali osnovno opisno statistiko:

- povprečna vrednost
- minimalna vrednost (MIN)
- maksimalna vrednost (MAKS)
- standardni odklon (S.D.)

Za ugotavljanje statistično značilnih razlik med vzorci različnih letnikov pridelave ter statističnih regij, smo uporabili metodo analize variance (ANOVA), uporabili smo Duncanov post hoc test. V primeru nehomogenosti varianc v vzorcih smo uporabili neparametrične teste (Kruskal-Wallisov test).

9 REZULTATI Z RAZPRAVO

9.1 PELOD V MATIČNEM MLEČKU

V 10 ml destilirane vode smo raztopili 1 g matičnega mlečka. Supernatant smo po centrifugiranju sprali najprej z ledocetno kislino ter anhidridom očetne kisline ter žveplene kisline, kar je značilno za standardno acetolizo (Morgado in Barth, 2011). Ker smo do podobne kakovosti vzorca prišli tudi s poenostavljeno metodo brez acetolize, smo v nadaljevanju uporabili to metodo (Piana in sod., 2006).

Pelod smo glede na relativno zastopanost razdelili v 4 skupine:

- vodilni pelod - prevladujoč: tega je v vzorcu več kot 45 %,
- spremljajoči pelod - sekundarni pelod: tega je več kot 15 in manj kot 45 %,
- pomembnejši posamični pelod - pomemben pelod, ki je v manjšini: tega je več kot 3 in manj kot 15 %,
- posamični pelod - pelod, ki je v manjšini: tega je manj kot 3 %,
- zapisali smo tudi tisti pelod, ki smo ga med analizo vzorca zgolj opazili.

Pelodna sestava matičnega mlečka odraža območje, v katerem je bil matični mleček pridelan, in je osnovna metoda za določitev geografskega porekla matičnega mlečka. Poleg tega pelodna zrna tudi obogatijo matični mleček z beljakovinami, ki izvirajo iz rastlin.

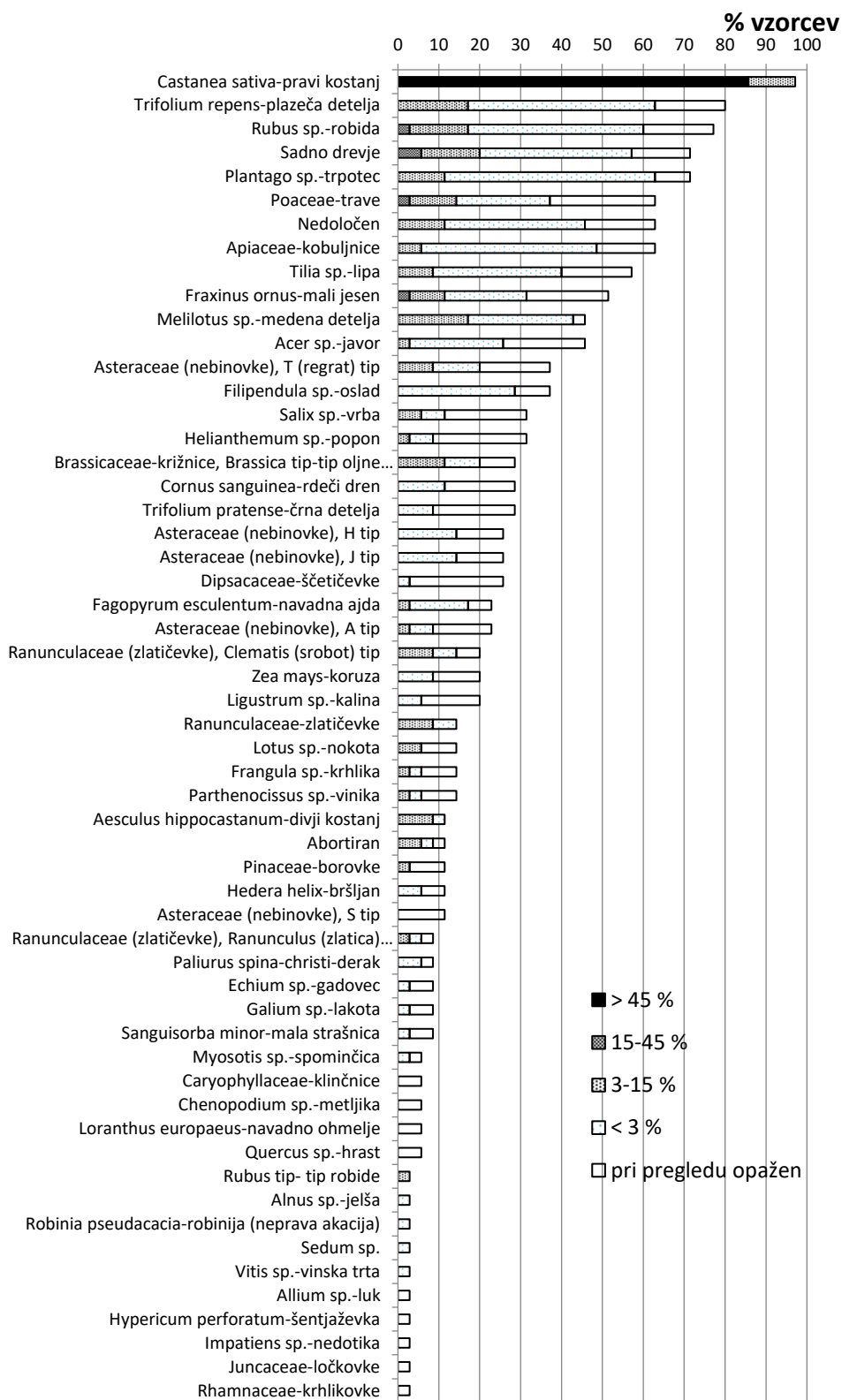
Tako kot v slovenskem medu tudi v slovenskem matičnem mlečku prevladuje pelod pravega kostanja (*Castana sativa*), prisoten je v 97 % vzorcev, v 86 % vzorcev kot vodilni pelod. V slovenskem medu je prav tako prisoten v več kot 97 % (Kandolf Borovšak, 2011). Pelod pravega kostanja je edini pelod v matičnem mlečku, ki je prisoten kot vodilni pelod. Kot spremljajoč pelod se v manjšem številu vzorcev pojavljajo pelodi robide, sadnega drevja, trav in malega jesena. V več kot polovici vzorcev so se poleg peloda pravega kostanja, pojavljali pelodi plazeče detelje, robide, sadnega drevja, trpotca, trav, kobuljnic, lipe in malega jesena. Na sestavo peloda v matičnem mlečku vpliva tudi čas pridelave, v matičnem mlečku pridelanem v pozno poletnem času je več peloda pravega kostanja, trpotca pa tudi navadne ajde (sliak 18).

Tudi Piana in sod. (2006) ugotavljajo, da matični mleček kaže podobno sestavo kot med z istega območja, s tem, da je v njem več vetrocvetk in rastlin, ki cvetijo kasneje (julij, avgust), kar se ujema s proizvodnjo matičnega mlečka. Podobno velja tudi za naše vzorce, pri čemer lahko trdimo, da je matični mleček nabran v času kostanjeve paše bistveno bolj bogat s cvetnim prahom, kot tisti, ki je pridelan v spomladanskem času. Našli smo 56 različnih taksonomskih enot peloda.

Opravljenе analize o pelodni sestavi matičnega mlečka pomenijo pomemben prispevek k oblikovanju podatkovne zbirke in lahko veliko pripomorejo k prepoznavju porekla mlečka,

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV KONČNO POROČILO (2017-2019)

posebej ob ugotovitvi, da je pelodna sestava matičnega mlečka podobna pelodni sestavi medu, za katero že obstaja obsežnejša podatkovna zbirka.



Slika 18: Spekter peloda analiziranih vzorcev matičnega mlečka (N=35)

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

9.2 FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI

V preglednici 26 so predstavljeni rezultati vsebnosti vode, pepela, maščob, beljakovin in 10-HDA ter vrednosti pH in kislosti 35 vzorcev svežega matičnega mlečka.

Preglednica 26: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz slovenskega matičnega mlečka

Oznaka vzorca	Parameter						
	Vsebnost vode (g/100 g)	Vsebnost pepela (g/100 g)	Vrednost pH	Kislost (ml 0,1 M NaOH/g)	Vsebnost beljakovin (g/100 g)	Vsebnost maščob (g/100 g)	Vsebnost 10-HDA (g/100 g)
K. MLEČEK 2017-1	67,2	0,97	3,82	4,36	12,34	7,65	3,26
K. MLEČEK 2017-2	66,3	1,08	3,80	4,21	12,12	6,69	2,72
K. MLEČEK 2017-3	65,1	0,98	3,81	4,39	11,90	6,62	2,96
K. MLEČEK 2017-4	66,5	1,03	3,81	4,18	12,10	6,25	2,78
K. MLEČEK 2017-5	65,9	1,03	3,83	4,21	12,55	6,05	2,82
K. MLEČEK 2017-6	66,3	1,06	3,87	3,96	12,49	5,85	2,64
K. MLEČEK 2017-7	66,3	1,08	3,73	4,25	12,31	5,54	3,10
K. MLEČEK 2017-8	66,4	1,01	3,74	4,34	11,92	6,37	3,01
K. MLEČEK 2017-9	64,5	0,94	3,78	4,35	12,00	4,65	2,70
K. MLEČEK 2017-10	67,8	0,97	3,84	3,74	11,66	4,59	2,50
K. MLEČEK 2017-11	66,0	1,03	3,84	4,51	12,74	5,53	2,79
K. MLEČEK 2017-12	67,3	1,01	3,86	3,81	11,69	5,55	2,48
K. MLEČEK 2018-1	64,7	1,01	3,91	4,06	13,30	5,20	2,82
K. MLEČEK 2018-2	66,5	1,00	3,91	4,38	12,24	5,71	3,05
K. MLEČEK 2018-3	65,4	1,08	3,82	4,63	12,79	5,81	3,11
K. MLEČEK 2018-4	64,6	1,04	3,81	4,26	12,96	5,03	2,71
K. MLEČEK 2018-5	65,7	1,17	3,80	4,28	12,37	5,28	3,01
K. MLEČEK 2018-6	64,9	1,11	3,85	4,31	12,68	5,09	2,83
K. MLEČEK 2018-7	62,9	1,15	3,86	4,77	13,94	5,38	2,86
K. MLEČEK 2018-8	64,4	0,98	3,84	4,73	12,22	5,97	3,31
K. MLEČEK 2018-9	64,4	0,95	3,94	3,89	12,24	4,02	2,46
K. MLEČEK 2018-10	66,2	0,94	3,75	3,95	11,33	4,04	2,56
K. MLEČEK 2018-11	64,8	1,05	3,82	4,57	12,54	5,01	2,81
K. MLEČEK 2018-12	67,7	1,01	3,94	4,16	11,86	5,34	2,62
K. MLEČEK 2019-1	65,0	1,00	3,69	4,30	12,56	5,57	2,92
K. MLEČEK 2019-2	64,7	0,97	3,70	3,92	12,90	5,06	2,93
K. MLEČEK 2019-3	65,9	1,00	3,68	3,81	12,51	5,04	2,81
K. MLEČEK 2019-4	66,3	1,11	3,69	4,30	13,09	5,31	2,88
K. MLEČEK 2019-5	65,1	0,97	3,66	4,18	12,17	5,81	2,84
K. MLEČEK 2019-6	65,1	1,05	3,61	4,22	12,57	5,41	2,7
K. MLEČEK 2019-7	65,4	0,91	3,59	3,64	12,06	5,31	2,89
K. MLEČEK 2019-8	63,7	0,88	3,66	3,87	12,03	4,86	2,47
K. MLEČEK 2019-9	64,9	1,04	3,63	4,05	12,86	4,13	2,32
K. MLEČEK 2019-10	66,3	1,03	3,68	4,32	12,47	5,01	2,88
K. MLEČEK 2019-11	66,3	0,99	3,71	3,88	12,00	4,94	2,88
Povprečje	65,6	1,02	3,78	4,19	12,39	5,42	2,81
S.D.	1,1	0,06	0,09	0,28	0,51	0,75	0,22
MIN	62,90	0,88	3,59	3,64	11,33	4,02	2,32
MAKS	67,80	1,17	3,94	4,77	13,94	7,65	3,31

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 27: Primerjava povprečnih rezultatov fizikalno-kemijskih parametrov matičnega mlečka različnih programskih let

Statistične vrednosti po letih	Parameter						
	Vsebnost vode (g/100 g)	Vsebnost pepela (g/100 g)	Vrednost pH	Kislost (ml 0,1 M NaOH/g)	Vsebnost beljakovin (g/100 g)	Vsebnost maščob (g/100 g)	Vsebnost 10-HDA (g/100 g)
Povprečje 2017	66,3 ^b	1,02	3,82 ^b	4,19 ^{ab}	12,15	5,95 ^b	2,81
S.D.	0,9	0,04	0,043	0,24	0,34	0,86	0,23
MIN	64,5	0,94	3,73	3,74	11,66	4,59	2,48
MAKS	67,8	1,08	3,87	4,51	12,74	7,65	3,26
Povprečje 2018	65,2 ^a	1,04	3,85 ^c	4,33 ^b	12,54	5,16 ^a	2,85
S.D.	1,2	0,07	0,06	0,29	0,68	0,61	0,24
MIN	62,9	0,94	3,75	3,89	11,33	4,02	2,46
MAKS	67,7	1,17	3,94	4,77	13,94	5,97	3,31
Povprečje 2019	65,3 ^a	1,00	3,66 ^a	4,04 ^a	12,47	5,13 ^a	2,77
S.D.	0,8	0,06	0,04	0,23	0,38	0,44	0,20
MIN	63,7	0,88	3,59	3,64	12,0	4,13	2,32
MAKS	66,3	1,11	3,71	4,32	13,09	5,81	2,93
Povprečje (vsa leta)	65,6	1,02	3,78	4,19	12,39	5,42	2,81
S.D.	1,1	0,06	0,09	0,28	0,51	0,75	0,22
MIN	62,9	0,88	3,59	3,64	11,33	4,02	2,32
MAKS	67,8	1,17	3,94	4,77	13,94	7,65	3,31

^{a,b,c}: povprečne vrednosti v stolpcu, označene z enakim nadpisanim indeksom, se statistično značilno ne razlikujejo (ANOVA, $p < 0,05$)

Vsebnost vode v vzorcih matičnega mlečka smo izračunali na podlagi izmerjenega lomnega količnika. Iz preglednice 26 je razvidno, da je vsebnost vode v vzorcih matičnega mlečka slovenskega porekla variirala med 62,9 in 67,8 g/100 g, kar pomeni, da so vsi vzorci ustrezali standardom kakovosti za svež matični mleček (Sabatini in sod., 2009) in sicer, da mora biti vsebnost vode v svežem matičnem mlečku med 60 in 70 g/100 g. Vrednosti so ustrezale tudi ISO standardu, ki navaja vsebnost vode v svežem matičnem mlečku v območju 62,0 do 68,5 g/100 g (ISO, 2016). Povprečna vsebnost vode v vzorcih matičnega mlečka programskih let 2018 in 2019 je bila nekoliko manjša (65,2 oz. 65,3 g/100 g) v primerjavi s programskim letom 2017, ko je znašala 66,3 g/100 g (preglednica 27). Med različnimi regijami v vsebnosti vode ni statistično značilnih razlik.

Vsebnost pepela smo določili s suhim sežigom vzorca pri temperaturi 550 °C do konstantne mase. Povprečna vsebnost pepela v analiziranih vzorcih je bila 1,02 g/100 g, z razponom od 0,88 do 1,17 g/100 g. Vsi analizirani vzorci so ustrezali standardom kakovosti za svež matični mleček (Sabatini in sod., 2009) in sicer, da mora biti vsebnost pepela v matičnem mlečku v območju med 0,8 in 3 g/100 g pepela. Povprečne vsebnosti pepela v vzorcih matičnega mlečka različnih programskih let (preglednica 27) so med seboj primerljive, znašajo od 1,00 do 1,04

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV KONČNO POROČILO (2017-2019)

g/100 g. Med matičnim mlečkom iz različnih regij ter različnih letnikov pridelave v vsebnosti pepela ni statistično značilnih razlik.

Vzorci matičnega mlečka so bili glede vrednosti pH precej izenačeni, vrednost pH je variirala med 3,59 in 3,94, v povprečju 3,78. V vzorcih iz programskega leta 2019 so bile vrednosti pH nekoliko nižje (povprečna vrednost 3,66), iz ostalih let so bile nekoliko višje in med seboj zelo primerljive (povprečna vrednost 3,82 oz. 3,85) (preglednica 27). Med različnimi regijami ter med različnimi letniki pridelave v vrednosti pH ni statistično značilnih razlik.

Kislost matičnega mlečka smo določili titrimetrično, povprečna kislost vzorcev slovenskega matičnega mlečka je bila 4,19, območje pa od 3,64 do 4,77 mL 0,1 M NaOH/g. Vsi analizirani vzorci so glede vrednosti pH in kislosti ustrezali standardom kakovosti za svež matični mleček (Sabatini in sod., 2009; ISO, 2016). Primerjava različnih programskih let pokaže, da je bila kislost vzorcev matičnega mlečka največja v vzorcih programskega leta 2018, povprečna vrednost je znašala 4,33 mL 0,1 M NaOH/g, sledi leto 2017 (4,19 mL 0,1 M NaOH/g), najmanjša povprečna kislost pa je v vzorcih matičnega mlečka programskega leta 2019 (4,04 mL 0,1 M NaOH/g) (preglednica 27). Vzorci matičnega mlečka iz gorenjske regije imajo statistično značilno najmanjšo kislost.

Vsebnost beljakovin smo določili z metodo po Kjeldahlu. Iz preglednice 26 je razvidno, da je bila vsebnost beljakovin v analiziranih vzorcih matičnega mlečka v območju od 11,3 do 13,9 g/100 g, s povprečno vrednostjo 12,4 g/100 g. Vsi vzorci so ustrezali priporočenim vrednostim, kot jih navajajo Sabatini in sod. (2009) (9 do 18 g/100 g) oz. ISO standard (11 do 18 g/100 g). Rezultati vsebnosti beljakovin v vzorcih matičnega mlečka različnih programskih let so med seboj primerljivi, povprečne vrednosti zavzemajo območje od 12,15 do 12,54 g/100 g (preglednica 27). Med različnimi regijami v vsebnosti beljakovin ni statistično značilnih razlik.

Vsebnost maščob v vzorcih matičnega mlečka smo določili z direktno ekstrakcijo v Soxhletovem aparatu. Vrednosti so variirale od 4,02 do 7,65 g/100 g. Povprečna vsebnost maščob v vzorcih slovenskega matičnega mlečka znaša 5,42 g/100 g, kar ustreza priporočilom za standardno sestavo, ki za svež matični mleček navajajo razpon vrednosti od 3 do 8 g/100 g maščob (Sabatini in sod., 2009) oz. 2 do 8 g/100 g maščob (ISO, 2016). Povprečna vsebnost maščob je bila v vzorcih programskega leta 2018 in 2019 zelo podobna (5,16 oz. 5,13 g/100 g), v primerjavi s programskim letom 2017 (5,95 g/100 g) pa v povprečju 15 % manjša (preglednica 27). Vzorci iz gorenjske statistične regije imajo manjšo vsebnost maščob.

Pomembna komponenta maščobne frakcije matičnega mlečka je 10-HDA. Ta maščobna kislina je značilna samo za matični mleček, zato je njena vsebnost pomemben kriterij njegove pristnosti. Pristen mleček mora vsebovati vsaj 1,4 g/100 g 10-HDA (Sabatini in sod., 2009; ISO, 2016). V vzorcih slovenskega matičnega mlečka je bila povprečna vsebnost 2-krat večja od te vrednosti (2,81 g/100 g), območje je znašalo od 2,32 do 3,31 g/100 g. Povprečne vsebnosti 10-HDA v vzorcih matičnega mlečka različnih programskih let (preglednica 27) so med seboj

primerljive, znašajo od 2,77 do 2,85 g/100g, najmanjše smo določili v vzorcih iz leta 2019. Vzorci iz gorenjske statistične regije imajo manjšo vsebnost 10-HDA.

9.3 VSEBNOST SLADKORJEV

Glavna sladkorja matičnega mlečka sta monosaharida fruktoza in glukoza, običajno je prisotna tudi saharoza, zaznali je nismo samo v šestih vzorcih (preglednica 28). Melecitozo smo določili v treh vzorcih, maltoza je bila prisotna v 18 vzorcih, erloza pa v 11. V sestavi sladkorjev nekaj vzorcev ne ustreza priporočilom ISO standarda (2016).

Glede na priporočila za standardno sestavo matičnega mlečka (Sabatini in sod., 2009) naj bi svež matični mleček vseboval med 3 in 13 g/100 g fruktoze, med 4 in 8 g/100 g glukoze ter med 0,5 in 2 g/100 g saharoze. Vsota fruktoze, glukoze in saharoze naj bi bila med 7 in 18 g/100 g. ISO standard (2016) navaja nekoliko drugačne vrednosti, in sicer mora matični mleček vsebovati med 2 in 9 g/100 g fruktoze oz. glukoze, manj kot 3 g/100 g saharoze in manj kot 1,5 g/100 g maltoze. Erloze in maltotrioze je lahko manj kot 0,5 g/100 g, vsebnost skupnih sladkorjev pa mora biti v območju med 7 in 18 g/100 g.

V preglednici 28 so podani rezultati določanja vsebnosti posameznih sladkorjev s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti z RI detektorjem. Analizirani vzorci so vsebovali od 2,3 do 4,5 g/100 g fruktoze, med 3,4 in 6,2 g/100 g glukoze ter od <0,5 do 3,3 g/100 g saharoze, v šestih vzorcih je bila vsebnost saharoze pod mejo detekcije. Glede na predlog Sabatini in sod. (2009) ima devet vzorcev premajhno vsebnost fruktoze, trije premalo glukoze, trije pa imajo preveč saharoze (v preglednici 28 so ti vzorci označeni odebeljeno). Glede na ISO standard (2016) v vsebnosti fruktoze in glukoze ustrezajo vsi vzorci, v vsebnosti saharoze pa eden od vzorcev matičnega mlečka ne ustreza postavljenim kriterijem (v preglednici 28 obarvano).

ISO standard (2016) predpisuje še vrednosti za maltozo, erlozo ter maltotriozo. Maltoze smo določili od <0,05 do 0,7 g/100 g, kar je skladno z ISO standardom, erloze pa je enajst vzorcev imelo preveč. Vsebnost skupnih sladkorjev ustreza priporočilom ISO standarda.

Vzorci, ki so imeli preveč saharoze ter erloze, se ne smejo prodajati kot matični mleček tip 1, kamor spada matični mleček, ki je proizvod čebel, ki se prehranjujejo izključno z naravno hrano (cvetni prah, med ali nektar).

V vsebnosti sladkorjev med vzorci različnih programskih let obstajajo statistično značilne razlike. Vzorci iz leta 2017 imajo manj glukoze in edini vsebujejo melecitozo. Vzorci iz programskega leta 2018 za razliko od vzorcev drugih let ne vsebujejo maltoze, imajo pa ti vzorci največ erloze. Posledično obstajajo tudi razlike v vsoti fruktoze, glukoze in saharoze ter vsebnosti skupnih sladkorjev. Razlike so označene v preglednici 29. Več glukoze vsebujejo vzorci iz gorenjske statistične regije.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 28: Vsebnost sladkorjev v slovenskem matičnem mlečku

Oznaka vzorca	Vsebnost sladkorjev (g/100 g)							
	Fru	Glu	Sah	Mal	Er	Mel	Fru+Glu+Sah	Skupni sladkorji
K. MLEČEK 2017-1	4,3	5,2	0,7	0,5	n. d.	n.d.	10,2	10,7
K. MLEČEK 2017-2	2,5	3,7	1,4	0,5	0,6	n.d.	7,6	9,5
K. MLEČEK 2017-3	4	5,3	0,7	0,5	n. d.	n.d.	10	10,5
K. MLEČEK 2017-4	2,6	4,5	1,1	0,5	0,7	n.d.	8,2	9,4
K. MLEČEK 2017-5	3,3	4,1	0,5	0,5	0,5	n.d.	7,9	8,9
K. MLEČEK 2017-6	4,4	4,2	n.d.	0,5	n.d.	n.d.	8,6	9,1
K. MLEČEK 2017-7	3,4	4,5	0,6	0,6	0,5	n.d.	8,5	9,6
K. MLEČEK 2017-8	3,2	4,2	0,8	0,5	0,5	0,6	8,2	9,8
K. MLEČEK 2017-9	4,5	5	n.d.	0,5	n.d.	n.d.	9,5	10
K. MLEČEK 2017-10	2,3	3,4	2	0,5	0,8	0,7	7,7	9,7
K. MLEČEK 2017-11	4,1	4,4	n.d.	0,6	n. d.	n.d.	8,5	9,1
K. MLEČEK 2017-12	2,4	3,9	1,6	0,6	0,7	0,5	7,9	9,7
K. MLEČEK 2018-1	2,6	4,8	1,8	n.d.	0,5	n.d.	9,2	9,7
K. MLEČEK 2018-2	2,3	4,8	0,9	n.d.	n.d.	n.d.	8	8
K. MLEČEK 2018-3	3,3	6,2	0,5	n.d.	n.d.	n.d.	10	10
K. MLEČEK 2018-4	2,9	5,1	1,4	n.d.	n.d.	n.d.	9,4	9,4
K. MLEČEK 2018-5	3,4	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,4	8,4
K. MLEČEK 2018-6	3,7	5,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,9	8,9
K. MLEČEK 2018-7	3,6	4	0,9	n.d.	n.d.	n.d.	8,5	8,5
K. MLEČEK 2018-8	2,9	5,7	0,7	n.d.	n.d.	n.d.	9,3	9,3
K. MLEČEK 2018-9	2,7	5,1	3,3	n.d.	n.d.	n.d.	11,1	11,1
K. MLEČEK 2018-10	3,2	5,9	1,2	n.d.	n.d.	n.d.	10,3	10,3
K. MLEČEK 2018-11	3,2	5,2	1	n.d.	n.d.	n.d.	9,4	9,4
K. MLEČEK 2018-12	4	5,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,8	9,8
K. MLEČEK 2019-1	4,3	5,9	0,7	0,7	n.d.	n.d.	10,9	11,6
K. MLEČEK 2019-2	3,4	4,5	1,7	n.d.	0,7	n.d.	9,6	10,3
K. MLEČEK 2019-3	3,1	4,1	2,0	n.d.	0,6	n.d.	9,2	9,8
K. MLEČEK 2019-4	3,1	5,2	1,0	n.d.	n.d.	n.d.	9,3	9,3
K. MLEČEK 2019-5	4,2	4,8	1,6	0,5	n.d.	n.d.	9,0	11,1
K. MLEČEK 2019-6	4,4	4,9	0,9	n.d.	n.d.	n.d.	9,3	10,2
K. MLEČEK 2019-7	3,0	4,3	2,8	0,5	0,5	n.d.	10,1	11,1
K. MLEČEK 2019-8	3,9	4,9	2,5	0,6	n.d.	n.d.	11,3	11,9
K. MLEČEK 2019-9	4,2	4,8	1,2	0,6	n.d.	n.d.	10,2	10,8
K. MLEČEK 2019-10	4,1	5,2	0,9	n.d.	n.d.	n.d.	10,2	10,2
K. MLEČEK 2019-11	4,2	5,1	0,8	0,6	n.d.	n.d.	10,1	10,7
Povprečje	3,4	4,8	1,1	0,3	0,2	0,1	9,3	9,9
S.D.	0,7	0,7	0,8	0,3	0,3	0,2	1,0	0,9
MIN	2,30	3,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,60	8,00
MAKS	4,5	6,2	3,3	0,7	0,8	0,7	11,3	11,9

Fru: fruktoza; Glu: glukoza; Sah: saharoza, Mal: maltoza; Er: erloza; Mel: melecitoza

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

n.d.: pod mejo detekcije (< 0,5 g/100 g)

odebeljene vrednosti so v neskladju s predlogom Sabatini in sod., 2009, obarvane pa z ISO standardom, 2016

*v primeru n.d. vrednosti smo pri računanju povprečja za n.d. vzeli vrednost 0

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 29: Primerjava povprečnih vsebnosti sladkorjev v matičnem mlečku različnih programskih let

Oznaka vzorca	Vsebnost sladkorjev (g/100 g)							
	Fru	Glu	Sah	Mal	Er	Mel	Fru+Glu+Sah	Skupni sladkorji
Povprečje 2017	3,4	4,4 ^a	1,0	0,5 ^C	0,6 ^B	0,7	8,6 ^a	9,7 ^a
S.D.	0,8	0,6	0,5	0,1	0,1	0,1	0,9	0,5
MIN	2,3	3,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,6	8,9
MAKS	4,5	5,3	2,0	0,6	0,8	0,8	10,2	10,7
Povprečje 2018	3,2	5,23 ^b	1,3	n.d. ^A	-	n.d.	9,36 ^b	9,40 ^a
S.D.	0,5	0,6	0,8	n.d.	-	n.d.	0,9	0,9
MIN	2,3	4,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,0	8,0
MAKS	4,0	6,2	3,3	n.d.	0,5	n.d.	11,1	11,1
Povprečje 2019	3,8	4,90 ^b	1,5	0,3 ^B	0,2 ^A	n.d.	9,90 ^b	10,60 ^b
S.D.	0,5	0,5	0,7	0,30	0,3	n.d.	0,7	0,8
MIN	3,0	4,1	0,7	n.d.	n.d.	n.d.	9,0	9,3
MAKS	4,4	5,9	2,8	0,7	0,7	n.d.	11,3	11,9
Povprečje (vsa leta)	3,4	4,8	1,1	0,3	0,2	0,1	9,3	9,9
S.D.	0,7	0,7	0,8	0,3	0,3	0,2	1,0	0,9
MIN	2,3	3,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,6	8,0
MAKS	4,5	6,2	3,3	0,7	0,8	0,7	11,3	11,9

Fru: fruktoza; Glu: glukoza; Sah: saharoza, Mal: maltoza; Er: erloza; Mel: melecitoza

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

n.d.: pod mejo detekcije (< 0,5 g/100 g), -: ni izračuna

*v primeru n.d. vrednosti smo pri računanju povprečja za n.d. vzeli vrednost 0

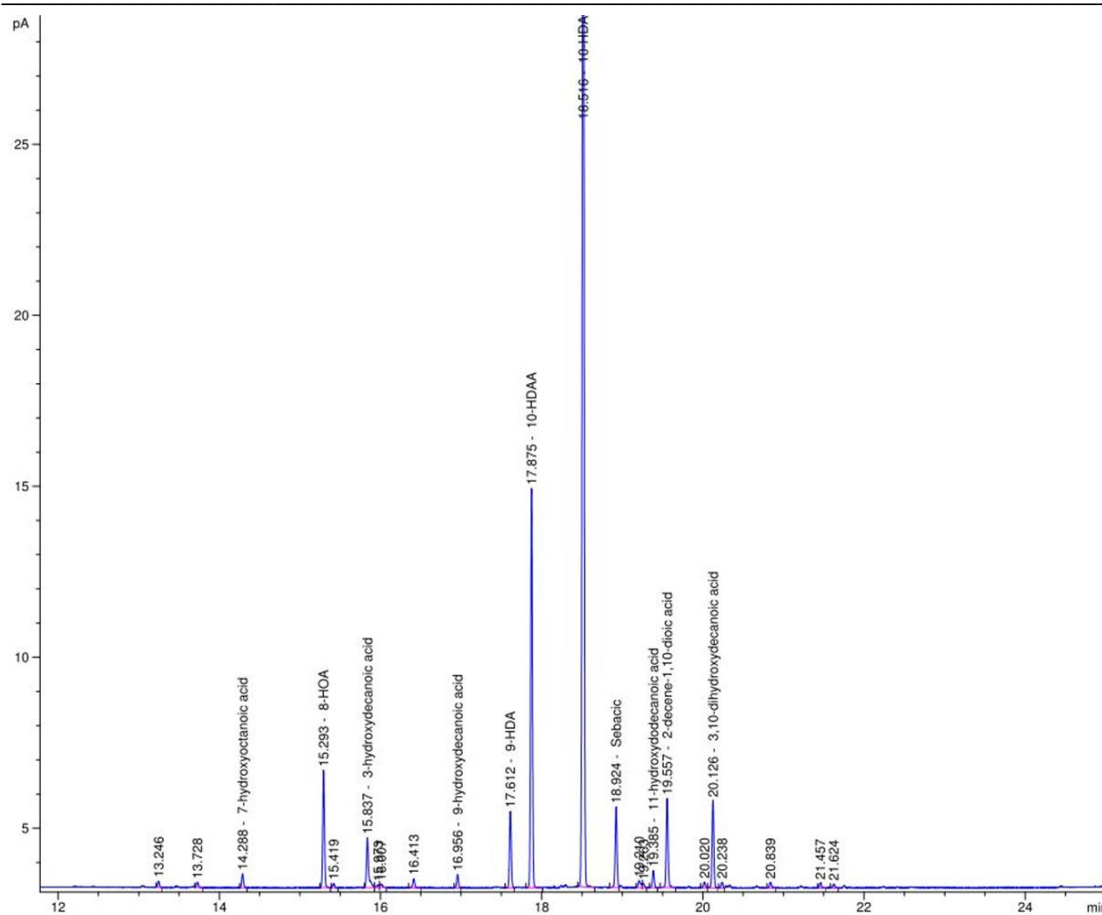
^{a,b,c}: povprečne vrednosti v stolpcu, označene z enakim nadpisanim indeksom, se statistično značilno ne razlikujejo (ANOVA, $p < 0,05$)

^{A,B}: povprečne vrednosti v stolpcu, označene z enakim nadpisanim indeksom se statistično značilno ne razlikujejo (Kruskal-Wallisov test, $p < 0,05$)

9.4 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA

Maščobno kislinsko sestavo matičnega mlečka smo določili z metodo plinske kromatografije s plamensko ionizacijskim detektorjem. Potrebna je bila predhodna ekstrakcija maščob iz matičnega mlečka z ustreznim topilom ter derivatizacija maščobnih kislin z derivatizacijskim reagentom BSTFA z 1 % TMCS (bis-trimetilsilil-trifluoroacetamid s trimetilklorosilanom) in piridinom (Ferioli in sod., 2014; Isidorov in sod., 2012). Pri pogojih metode smo v vzorcih matičnega mlečka s pomočjo standardov in/ali masnih spektrov identificirali in kvantitativno določili 11 maščobnih kislin, 7-hidroksioktanojsko kislino, 8-hidroksioktanojsko kislino, 3-hidroksidekanojsko kislino, 9-hidroksidekanojsko kislino, 9-hidroksi-2-decenojsko kislino (9-HDA), 10-hidroksidekanojsko kislino (10-HDAA), 10-hidroksi-2-decenojsko kislino (10-HDA), sebacinsko kislino, 11-hidroksidodekanojsko kislino, 2-decen-1,10-diojsko kislino in 3,10-dihidroksidekanojsko kislino. Kromatogram vzorca matičnega mlečka je prikazan na sliki 19.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)



Slika 19: Kromatogram vzorca matičnega mlečka (K. MLEČEK 2017-1)

Osem identificiranih maščobnih kislin (8-hidroksioktanojska kislina, 3-hidroksidekanojska kislina, 9-HDA, 10-HDAA, 10-HDA, sebacinska kislina, 2-decen-1,10-diojska kislina in 3,10-dihidroksidekanojska kislina) predstavlja več kot 90 % odziva FID detektorja, vsebnosti teh maščobnih kislin so podane v preglednici 30. Vsebnost 8-hidroksioktanojske kisline, 10-HDAA, 10-HDA in sebacinske kisline smo določili s pomočjo umeritvene krivulje s standardi, ostale maščobne kisline smo podali kot ekvivalent 10-HDA.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 30: Maščobnokislinska sestava slovenskega matičnega mlečka

Oznaka vzorca	Vsebnost maščobnih kislin (g/100 g)							
	MK 1	MK 2	MK 3	MK 4	MK 5	MK 6	MK 7	MK 8
K. MLEČEK 2017-1	0,26	0,20	0,20	1,31	4,38	0,22	0,26	0,26
K. MLEČEK 2017-2	0,26	0,14	0,15	0,94	3,11	0,16	0,18	0,22
K. MLEČEK 2017-3	0,28	0,15	0,17	1,06	3,59	0,19	0,21	0,23
K. MLEČEK 2017-4	0,28	0,16	0,18	1,09	3,67	0,21	0,23	0,24
K. MLEČEK 2017-5	0,27	0,15	0,15	0,97	3,29	0,17	0,19	0,20
K. MLEČEK 2017-6	0,23	0,15	0,14	0,99	3,43	0,18	0,21	0,18
K. MLEČEK 2017-7	0,25	0,19	0,15	1,05	3,48	0,17	0,18	0,20
K. MLEČEK 2017-8	0,25	0,18	0,18	1,19	4,04	0,21	0,25	0,22
K. MLEČEK 2017-9	0,25	0,17	0,17	1,05	3,47	0,18	0,22	0,23
K. MLEČEK 2017-10	0,23	0,15	0,14	1,00	3,41	0,18	0,21	0,21
K. MLEČEK 2017-11	0,25	0,16	0,19	1,06	3,64	0,20	0,24	0,24
K. MLEČEK 2017-12	0,23	0,14	0,18	0,89	3,06	0,18	0,21	0,20
K. MLEČEK 2018-1	0,18	0,13	0,11	0,78	2,63	0,12	0,13	0,13
K. MLEČEK 2018-2	0,17	0,12	0,12	0,91	3,09	0,14	0,16	0,15
K. MLEČEK 2018-3	0,20	0,12	0,15	0,86	2,91	0,16	0,19	0,18
K. MLEČEK 2018-4	0,17	0,10	0,12	0,74	2,53	0,13	0,16	0,14
K. MLEČEK 2018-5	0,18	0,11	0,11	0,75	2,49	0,13	0,15	0,14
K. MLEČEK 2018-6	0,21	0,14	0,14	0,92	3,04	0,16	0,18	0,16
K. MLEČEK 2018-7	0,15	0,10	0,09	0,86	2,81	0,11	0,12	0,10
K. MLEČEK 2018-8	0,19	0,12	0,13	0,89	2,88	0,14	0,16	0,16
K. MLEČEK 2018-9	0,10	0,07	0,07	0,63	2,13	0,09	0,11	0,08
K. MLEČEK 2018-10	0,17	0,10	0,13	0,78	2,65	0,14	0,16	0,13
K. MLEČEK 2018-11	0,19	0,11	0,15	0,94	3,16	0,17	0,20	0,18
K. MLEČEK 2018-12	0,21	0,12	0,15	1,10	3,71	0,16	0,19	0,20
K. MLEČEK 2019-1	0,26	0,18	0,16	1,05	3,46	0,19	0,19	0,21
K. MLEČEK 2019-2	0,17	0,13	0,10	0,78	2,69	0,12	0,14	0,14
K. MLEČEK 2019-3	0,20	0,15	0,12	0,87	2,92	0,15	0,16	0,15
K. MLEČEK 2019-4	0,17	0,13	0,14	0,76	2,58	0,14	0,15	0,16
K. MLEČEK 2019-5	0,15	0,11	0,11	0,63	2,10	0,10	0,11	0,13
K. MLEČEK 2019-6	0,26	0,17	0,14	1,09	3,65	0,19	0,19	0,20
K. MLEČEK 2019-7	0,16	0,12	0,10	0,64	2,15	0,11	0,10	0,12
K. MLEČEK 2019-8	0,16	0,11	0,09	0,78	2,70	0,12	0,10	0,11
K. MLEČEK 2019-9	0,13	0,09	0,07	0,55	1,89	0,09	0,10	0,10
K. MLEČEK 2019-10	0,21	0,12	0,13	0,78	2,79	0,10	0,13	0,11
K. MLEČEK 2019-11	0,17	0,12	0,11	0,79	2,60	0,12	0,11	0,14
Povprečje	0,21	0,13	0,14	0,90	3,03	0,15	0,17	0,17
S.D.	0,05	0,03	0,03	0,17	0,57	0,04	0,05	0,05
MIN	0,10	0,07	0,07	0,55	1,89	0,09	0,1	0,08
MAKS	0,28	0,20	0,20	1,31	4,38	0,22	0,26	0,26

MK: maščobna kislina; S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

MK 1: 8-hidroksioktanojska kislina; MK2: 3-hidroksidekanojska kislina; MK 3: 9-HDA; MK 4: 10-HDAA; MK 5: 10-HDA;

MK 6: sebacinska kislina; MK 7: 2-decen-1,10-diojska kislina; MK 8: 3,10-dihidroksidekanojska kislina

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 31: Primerjava povprečnih vsebnosti maščobnih kislin v matičnem mlečku različnih programskih let

Oznaka vzorca	Vsebnost maščobnih kislin (g/100 g)							
	MK 1	MK 2	MK 3	MK 4	MK 5	MK 6	MK 7	MK 8
Povprečje 2017	0,25 ^B	0,16 ^c	0,17 ^b	1,05 ^b	3,55 ^b	0,19 ^b	0,22 ^c	0,22 ^b
S.D.	0,02	0,02	0,02	0,11	0,35	0,02	0,02	0,02
MIN	0,23	0,14	0,14	0,89	3,06	0,16	0,18	0,18
MAKS	0,28	0,20	0,20	1,31	4,38	0,22	0,26	0,26
Povprečje 2018	0,18 ^A	0,11 ^a	0,12 ^a	0,85 ^a	2,84 ^a	0,14 ^a	0,16 ^b	0,15 ^a
S.D.	0,03	0,02	0,03	0,12	0,40	0,02	0,03	0,03
MIN	0,10	0,07	0,07	0,63	2,13	0,09	0,11	0,08
MAKS	0,21	0,14	0,15	1,10	3,71	0,17	0,20	0,20
Povprečje 2019	0,19 ^A	0,13 ^b	0,12 ^a	0,79 ^a	2,68 ^a	0,13 ^a	0,13 ^a	0,14 ^a
S.D.	0,04	0,03	0,03	0,16	0,54	0,03	0,05	0,04
MIN	0,13	0,09	0,07	0,55	1,89	0,09	0,10	0,10
MAKS	0,26	0,18	0,16	1,09	3,65	0,19	0,19	0,21
Povprečje (vsa leta)	0,21	0,13	0,14	0,90	3,03	0,15	0,17	0,17
S.D.	0,05	0,03	0,03	0,17	0,57	0,04	0,05	0,05
MIN	0,10	0,07	0,07	0,55	1,89	0,09	0,10	0,08
MAKS	0,28	0,20	0,20	1,31	4,38	0,22	0,26	0,26

MK: maščobna kislina; S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

MK 1: 8-hidroksioktanojska kislina; MK2: 3-hidroksidekanojska kislina; MK 3: 9-HDA; MK 4: 10-HDAA; MK 5: 10-HDA; MK 6: sebacinska kislina; MK 7: 2-decen-1,10-diojska kislina; MK 8: 3,10-dihidroksidekanojska kislina

^{a,b,c}: povprečne vrednosti v stolpcu, označene z enakim nadpisanim indeksom, se statistično značilno ne razlikujejo (ANOVA, $p < 0,05$)

Kot je razvidno iz preglednice 30, je matični mleček vseboval največ 10-HDA, sledi 10-HDAA. Razmerje maščobnih kislin v vzorcih matičnega mlečka je zelo konstantno, ne glede na leto pridelave. Delež 10-HDA od vseh določenih maščobnih kislin je znašal 59 do 64 %. Druga najbolj zastopana maščobna kislina matičnega mlečka, 10-HDAA, predstavlja 17 do 20 % delež. Ostale maščobne kisline, ki smo jih določili v matičnem mlečku, so zavzele do 4,7 % od vseh določenih maščobnih kislin. Vsebnosti posameznih maščobnih kislin, v g/100 g matičnega mlečka, so podane v preglednici 30, v preglednici 31 so podana povprečja po letih. Razvidno je, da je vsebnost maščobnih kislin v vzorcih matičnega mlečka programskih let 2018 in 2019 zelo podobna. So pa te vrednosti približno 20 do 30 % manjše od vsebnosti, ki smo jih določili v vzorcih matičnega mlečka programskega leta 2017, kar lahko deloma pripišemo manjši vsebnosti skupnih maščob v vzorcih zadnjih dveh programskih let.

Povprečne vsebnosti 7-hidroksioktanojske, 9-hidroksidekanojske in 11-hidroksidodekanojske maščobne kisline so bile bistveno manjše in niso prikazane v preglednici 26, povprečne vsebnosti 35-ih vzorcev so znašale 0,031 g/100 g, 0,026 g/100 g oz. 0,040 g/100 g.

Med različnimi regijami v vsebnosti maščobnih kislin v vzorcih matičnega mlečka ni statistično značilnih razlik.

9.5 IZBRANI FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI SKLADIŠČENIH VZORCEV

Vzorci matičnega mlečka smo skladiščili od dva do dvajset mesecev v zmrzovalniku in hladilniku (september 2017 do maj 2019) ter ugotavljali, ali se vsebnost vode, maščob, beljakovin, 10-HDA in sladkorjev, pH vrednost ter kislost spreminjajo glede na čas in način skladiščenja. Rezultati so prikazani v preglednicah 32 ter 33.

Sestava matičnega mlečka po skladiščenju se je nekoliko spremenila, vendar so spremembe majhne, največje so v sestavi sladkorjev. Vsi parametri matičnega mlečka, ki smo ga več kot leto skladiščili v hladilniku oz. zmrzovalniku so še vedno ustrezali kriterijem kakovosti mednarodnega standarda ISO in predlagane standardne sestave.

Spremembe v vsebnosti vode, maščob, beljakovin, kislosti ter vrednosti pH po polletnem skladiščenju matičnega mlečka tako v hladilniku kot zmrzovalniku ne presegajo 8 %; največje so v vsebnosti maščob (4-8 %), beljakovin (6 %) ter pH vrednosti (6 %), v kislosti niso večje od 5 %, v vsebnosti vode pa znašajo do 2 %. Vsebnost 10-HDA je bila po polletnem skladiščenju praktično nespremenjena.

Razlike v vsebnosti vode, kislosti ter pH vrednosti med svežim in skladiščenim matičnim mlečkom tudi po več kot enoletnem skladiščenju v povprečju niso presegale 5 %, nekoliko večje so bile v pH vrednosti (1-6 %). Spremembe v vsebnosti vode po enoletnem skladiščenju so zanemarljive, znašajo do nekaj manj kot 2 %. Vrednost pH se je znižala od 1 do 6 %. Tudi spremembe kislosti matičnega mlečka so bile majhne in so znašale od 1 do nekaj več kot 5 %. Vsebnost 10-HDA se je v povprečju zmanjšala za nekaj več kot 4 %, v enem vzorcu 12 % (preglednici 32 in 33). Vsebnosti se niso bistveno spremenile tudi po skoraj 1,5-letnem skladiščenju vzorcev matičnega mlečka (preglednica 32). Tudi po daljšem skladiščenju vsebnost 10-HDA, ki je pomembna bioaktivna spojina matičnega mlečka, ostaja bistveno večja, kot je določena minimalna vsebnost glede na ISO standard ($\geq 1,4$ g/100 g).

Do večjih sprememb med skladiščenjem matičnega mlečka prihaja v sestavi sladkorjev, najpogosteje ugotavljamo spremembe v vsebnosti fruktoze. Po skoraj polletnem skladiščenju se je vsebnost fruktoze povečala od 6,5 do 26 %, vsebnost glukoze se je v nekaterih vzorcih povečala, v drugih pa zmanjšala, spremembe so bile v območju od 2 do 13 %. Tudi vsebnost saharoze se je v nekaterih vzorcih povečala, v drugih zmanjšala, spremembe so bile v območju od 6 do skoraj 60 %. Po enoletnem skladiščenju vzorcev je bilo v vzorcih do 25 % več fruktoze in do 17 % manj glukoze. Samo v enem vzorcu se je vsebnost glukoze povečala. Vsebnost saharoze se je povečala od 0 do 44 %, maltoze v svežih vzorcih nismo našli, po skladiščenju pa je bila v skoraj vseh vzorcih prisotna od 0,5 do 0,6 g/100 g, kar je ravno na meji detekcije, tako da je bilo maltoze tudi po skladiščenju zelo malo.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 32: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz vzorcev slovenskega matičnega mlečka programskega leta 2018 po večmesečnem skladiščenju

Oznaka vzorca	Parameter					
	Vsebnost vode (g/100 g)	Vrednost pH	Kislost (ml 0,1 M NaOH/g)	Vsebnost beljakovin (g/100 g)	Vsebnost maščob (g/100 g)	Vsebnost 10-HDA (g/100 g)
Čas opravljanja analiz svežega matičnega mlečka	September 2017	Oktober 2017	September 2017	September 2017	September 2017	December 2017
Čas opravljanja analiz	Marec 2018	Februar 2018	Marec 2018	Marec 2018	Marec 2018	Februar 2018
Čas skladiščenja	6 mesecev	4 mesece	6 mesecev	6 mesecev	6 mesecev	2 meseca
K. MLEČEK 2018-1-Z	64,8	3,72	4,13	13,26	5,39	/
K. MLEČEK 2018-2-H	67,0	3,77	4,46	12,22	5,97	/
K. MLEČEK 2018-3-Z	66,0	3,74	4,62	12,29	6,19	3,13
K. MLEČEK 2018-6-Z	64,9	3,70	4,38	12,68	5,31	/
K. MLEČEK 2018-7-Z	62,8	3,71	4,62	13,13	5,63	2,76
K. MLEČEK 2018-9-H	63,6	3,75	3,91	12,02	4,34	2,47
K. MLEČEK 2018-10-H	66,2	3,71	4,09	11,50	4,38	-
K. MLEČEK 2018-11-H	65,0	3,68	4,54	12,60	5,27	2,74
Povprečje	65,0	3,72	4,34	12,46	5,31	2,78
S.D.	1,4	0,03	0,27	0,58	0,67	0,27
MIN	62,8	3,68	3,91	11,50	4,34	2,47
MAKS	67,0	3,77	4,62	13,26	6,19	3,13
Čas opravljanja analiz	Oktober 2018	Oktober 2018	December 2018	-	-	November 2018
Čas skladiščenja	13 mesecev	12 mesecev	15 mesecev	-	-	11 mesecev
K. MLEČEK 2018-1-Z	65,0	3,76	3,91	-	-	2,73
K. MLEČEK 2018-2-H	67,2	3,77	4,34	-	-	2,89
K. MLEČEK 2018-3-Z	65,8	3,71	4,65	-	-	2,99
K. MLEČEK 2018-6-Z	65,2	3,73	4,16	-	-	2,78
K. MLEČEK 2018-7-Z	64,1	3,68	4,57	-	-	2,71
K. MLEČEK 2018-9-H	65,0	3,71	3,97	-	-	2,34
K. MLEČEK 2018-10-H	66,8	3,72	3,75	-	-	-
K. MLEČEK 2018-11-H	64,9	3,69	4,39	-	-	2,47
Povprečje	65,5	3,72	4,22			2,70
S.D.	1,0	0,03	0,32			0,23
MIN	64,1	3,68	3,75			2,34
MAKS	67,2	3,77	4,65			2,99

Se nadaljuje...

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Nadaljevanje preglednice 32

Oznaka vzorca	Parameter					
	Vsebnost vode (g/100 g)	Vrednost pH	Kislost (ml 0,1 M NaOH/g)	Vsebnost 10-HDA (g/100 g)	Vsebnost beljakovin (g/100 g)	Vsebnost maščob (g/100 g)
Čas opravljanja analiz	April 2019	Maj 2019	Maj 2019	-	-	-
Čas skladiščenja	19 mesecev	20 mesecev	20 mesecev	-	-	-
K. MLEČEK 2018-1-Z	64,1	3,86	3,99	-	-	-
K. MLEČEK 2018-2-H	67,3	3,86	4,45	-	-	-
K. MLEČEK 2018-3-Z	65,1	3,84	4,44	-	-	-
K. MLEČEK 2018-6-Z	64,9	3,79	4,16	-	-	-
K. MLEČEK 2018-7-Z	63,1	3,79	4,44	-	-	-
K. MLEČEK 2018-9-H	64,4	3,84	3,99	-	-	-
K. MLEČEK 2018-10-H	66,6	3,80	3,88	-	-	-
K. MLEČEK 2018-11-H	64,9	3,82	4,44	-	-	-
Povprečje	65,1	3,83	4,22	-	-	-
S.D.	1,3	0,03	0,25	-	-	-
MIN	63,1	3,79	3,88	-	-	-
MAKS	67,3	3,86	4,45	-	-	-

Preglednica 33: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz slovenskega matičnega mlečka iz programskega leta 2019 po več mesečnem skladiščenju

Oznaka vzorca	Parameter					
	Vsebnost vode (g/100 g)	Vrednost pH	Kislost (ml 0,1 M NaOH/g)	Vsebnost 10-HDA (g/100 g)	Vsebnost beljakovin (g/100 g)	Vsebnost maščob (g/100 g)
Čas opravljanja analiz svežega matičnega mlečka	Oktober 2018	Oktober 2018	December 2018	November 2018	December 2018	December 2018
Čas opravljanja analiz	April 2019	Maj 2019	Maj 2019	Maj 2019	April 2019	April 2019
Čas skladiščenja	5 mesecev	7 mesecev	5 mesecev	6 mesecev	4 mesece	4 mesece
K. MLEČEK 2019-5-H	64,8	3,77	4,53	2,74	12,27	5,70
K. MLEČEK 2019-5-Z	64,8	3,79	4,18	2,76	12,73	5,51
K. MLEČEK 2019-6-H	65,3	3,8	4,19	2,62	12,55	5,34
K. MLEČEK 2019-6-Z	64,8	3,73	4,15	2,77	13,05	5,19
K. MLEČEK 2019-8-H	63,6	3,8	4,10	2,42	12,89	5,03
K. MLEČEK 2019-8-Z	64,0	3,76	3,69	-	12,61	4,85
Povprečje	64,6	3,78	4,14	2,66	12,68	5,27
S.D.	0,6	0,03	0,27	0,15	0,27	0,31
MIN	63,6	3,73	3,69	2,42	12,27	4,85
MAKS	65,3	3,80	4,53	2,77	13,05	5,70

Z: skladiščenje v zamrzovalniku; H: skladiščenje v hladilniku; - analiza ni bila opravljena

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 34: Vsebnost sladkorjev v slovenskem matičnem mlečku iz programskega leta 2018 po več mesečnem skladiščenju

Oznaka vzorca	Vsebnost sladkorjev (g/100 g)							
	Fru	Glu	Sah	Mal	Er	Mel	Fru+Glu+Sah	Skupni sladkorji
Čas opravljanja analiz svežega matičnega mlečka	December 2017							
Čas opravljanja analiz	Februar 2018							
Čas skladiščenja	2 meseca							
K. MLEČEK 2018-3-Z	4,5	5,9	0,7	n.d.	n.d.	n.d.	11,1	11,1
K. MLEČEK 2018-7-Z	4,7	4,3	1,1	n.d.	n.d.	n.d.	10,1	10,1
K. MLEČEK 2018-9-H	3,6	5,0	4,0	n.d.	n.d.	n.d.	12,6	12,6
K. MLEČEK 2018-11-H	4,1	4,7	1,2	n.d.	n.d.	n.d.	10,0	10,0
Povprečje	4,2	5,0	1,8	-	-	-	11,0	11,0
S.D.	0,5	0,7	1,5	-	-	-	1,2	1,2
MIN	3,6	4,3	0,7	n.d.	n.d.	n.d.	10,0	10,0
MAKS	4,7	5,9	4,0	n.d.	n.d.	n.d.	12,6	12,6
Čas opravljanja analiz	November 2018							
Čas skladiščenja	11 mesecev							
K. MLEČEK 2018-1-Z	3,2	4,4	1,8	0,5	0,7	n.d.	9,4	10,6
K. MLEČEK 2018-2-H	2,8	4,4	1,1	0,6	n.d.	n.d.	8,3	8,9
K. MLEČEK 2018-3-Z	4,1	5,6	0,9	0,5	n.d.	n.d.	10,6	11,1
K. MLEČEK 2018-6-Z	4,5	4,7	0,7	0,5	n.d.	n.d.	9,9	10,4
K. MLEČEK 2018-7-Z	4,3	4,8	1,5	0,6	n.d.	n.d.	10,6	11,2
K. MLEČEK 2018-9-H	3,6	4,7	3,4	0,6	n.d.	n.d.	11,7	12,3
K. MLEČEK 2018-11-H	4	4,5	1,2	n.d.	n.d.	n.d.	9,7	9,7
Povprečje	3,8	4,7	1,5	0,6	-	-	10,0	10,6
S.D.	0,6	0,4	0,9	0,1	-	-	1,1	1,1
MIN	2,8	4,4	0,7	0,5	n.d.	n.d.	8,3	8,9
MAKS	4,5	5,6	3,4	0,6	n.d.	n.d.	11,7	12,3
Čas opravljanja analiz	Maj 2019							
Čas skladiščenja	17 mesecev							
K. MLEČEK 2018-9-H	3,5	4,4	1,9	n.d.	n.d.	n.d.	9,8	9,8
K. MLEČEK 2018-11-H	4,2	4,2	0,5	n.d.	n.d.	n.d.	8,9	8,9

Fru: fruktoza; Glu: glukoza; Sah: saharoza, Mal: maltoza; Er: erloza; Mel: melecitoza
n.d.: pod mejo detekcije (< 0,5 g/100 g)

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 35: Vsebnost sladkorjev v slovenskem matičnem mlečku iz programskega leta 2019 po več mesečnem skladiščenju

Oznaka vzorca	Vsebnost sladkorjev (g/100 g)							
	Fru	Glu	Sah	Mal	Er	Mel	Fru+Glu+Sah	Skupni sladkorji
Čas opravljanja analiz svežega matičnega mlečka	November 2018							
Čas opravljanja analiz	Maj 2019							
Čas skladiščenja	6 mesecev							
K. MLEČEK 2019-1H	4,6	5,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,9	9,9
K. MLEČEK 2019-1Z	4,6	4,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,3	9,3
K. MLEČEK 2019-2H	4,6	4,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,3	9,3
K. MLEČEK 2019-2Z	4,6	4,7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,3	9,3
K. MLEČEK 2019-5Z	4,5	4,6	0,9	n.d.	n.d.	n.d.	10	10
K. MLEČEK 2019-7H	3,4	4	2,9	0,5	n.d.	n.d.	10,3	10,8
K. MLEČEK 2019-7Z	3,4	4,6	3	0,5	n.d.	n.d.	11	11,5
K. MLEČEK 2019-8H	4,3	5	2,7	n.d.	n.d.	n.d.	12	12
K. MLEČEK 2019-8Z	4,4	4,8	1,8	n.d.	n.d.	n.d.	11	11
K. MLEČEK 2019-10H	4,8	5,7	n.d.	0,5	n.d.	n.d.	10,5	11
K. MLEČEK 2019-10Z	4,4	4,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,2	9,2
K. MLEČEK 2019-11H	4,6	4,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,1	9,1
K. MLEČEK 2019-11Z	4,5	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,5	9,5
Povprečje	4,4	4,8	2,3	0,5	-	-	10,0	10,1
S.D.	0,4	0,4	0,9	0,0	-	-	0,9	1,0
MIN	3,4	4,0	0,9	0,5	n.d.	n.d.	9,1	9,1
MAKS	4,8	5,7	3,0	0,5	n.d.	n.d.	12,0	12,0

Fru: fruktoza; Glu: glukoza; Sah: saharoza, Mal: maltoza; Er: erloza; Mel: melecitoza
n.d.: pod mejo detekcije (< 0,5 g/100 g)

V vzorcih, ki so bili skladiščeni v hladilniku, so bili razlike nekoliko večje kot pri vzorcih, ki so bili skladiščeni v zmrzovalniku, kar ugotavlja tudi Žohar (2018), ki je v okviru diplomskega dela vzorce matičnega mlečka programskega leta 2018 skladiščila 5 do 6 mesecev v hladilniku in v zmrzovalniku. Spremembe so bile večinoma večje pri matičnem mlečku, shranjenem v hladilniku, kot pri matičnem mlečku, shranjenem v zmrzovalniku. V okviru diplomskega dela je vrednotila tudi spremembe barve med 6-mesečnim skladiščenjem, le-ta je postala temnejša. Spremembe barve so bile večje pri matičnem mlečku, shranjenem v hladilniku. Kromogena reakcija je dodatno pokazala, da se barva svežega matičnega mlečka razlikuje od barve matičnega mlečka, shranjenega na sobni temperaturi. Ta reakcija je uporabna za hitro oceno svežosti matičnega mlečka (Žohar, 2018).

Glede na pridobljene rezultate čebelarjem svetujemo, da naj matični mleček shranjujejo v hladilniku ali zmrzovalniku. Za daljše shranjevanje priporočamo zmrzovanje. Matični mleček naj porabijo znotraj enega, največ znotraj 1,5 leta, saj se vrednosti nekaterih fizikalno-kemijskih parametrov po skladiščenju nekoliko spremenijo.

9.6 PRIMERJAVA REZULTATOV ANALIZ SLOVENSKEGA MATIČNEGA MLEČKA Z DRUGIMI RAZISKAVAMI

V preglednici 36 je prikazana primerjava rezultatov analiz matičnega mlečka v okviru aplikativne raziskave s študijami drugih raziskovalcev. Nekatere države že imajo postavljene nacionalne standarde kakovosti za ta čebelji pridelek, slovenski matični mleček pa je bil pred aplikativno raziskavo analiziran samo v sklopu preliminarne raziskave (Štaudohar, 2014).

Iz preglednice 36 je razvidno, da so pridobljeni rezultati za slovenski matični mleček v glavnem v skladu z ISO standardom (2016) in s sestavo matičnega mlečka, kot jo na osnovi pregleda rezultatov raziskav predlagajo Sabatini in sod. (2009) v okviru določanja kakovosti in standardizacije matičnega mlečka. Posamezni vzorci odstopajo v vsebnosti fruktoze, glukoze, saharoze ter erloze. Rezultati so tudi primerljivi z rezultati predhodnih analiz slovenskega matičnega mlečka letnika 2012 (Štaudohar, 2014).

Voda predstavlja največji delež matičnega mlečka. Rezultati vsebnosti vode v slovenskem matičnem mlečku so v območju 62,9 do 67,8 g/100 g. Podobne vsebnosti vode je imel slovenski matični mleček, analiziran v sklopu preliminarne raziskave (Štaudohar, 2014) ter matični mleček iz različnih evropskih držav, analiziran v okviru projekta Apifresh (Bakan in sod., 2013). Francoska raziskava je vključevala kar 500 vzorcev matičnega mlečka, vsebnost vode je bila v območju 60,3 do 69,3 g/100 g (Wytrychowski in sod., 2013). Kanelis in sod. (2015) so v sklopu karakterizacije grškega matičnega mlečka določili širše območje vsebnosti vode, od 46,8 do 73,2 g/100, povprečna vsebnost vode je znašala 66,1 g/100.

Analizirani vzorci so vsebovali od 2,3 do 4,5 g/100 g fruktoze, med 3,4 in 6,2 g/100 g glukoze ter od <0,5 do 3,3 g/100 g saharoze, v šestih vzorcih je bila vsebnost saharoze pod mejo detekcije. Glede na predlog Sabatini in sod. (2009) ima devet vzorcev premajhno vsebnost fruktoze, trije premalo glukoze, trije pa imajo preveč saharoze. Glede na ISO standard (2016) v vsebnosti fruktoze in glukoze ustrezajo vsi vzorci, v vsebnosti saharoze pa eden od vzorcev matičnega mlečka ne ustreza postavljenim kriterijem. Še večje vsebnosti saharoze so določili v grškem matičnem mlečku (do 9,3 g/100 g) (Kanelis in sod., 2015).

ISO standard (2016) predpisuje še vrednosti za maltozo, erlozo ter maltotriozo. Maltoze smo določili od <0,5 do 0,7 g/100 g, kar je skladno z ISO standardom, erloze pa je enajst vzorcev imelo preveč. Drugi avtorji o vsebnosti erloze ne poročajo. Vsebnost skupnih sladkorjev ustreza priporočilom ISO standarda. Odstopanja v vsebnosti sladkorjev od ISO standarda (2016) so

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV KONČNO POROČILO (2017-2019)

lahko posledica krmljenja čebel s sladkorjem med pridelavo matičnega mlečka, kar ugotavljajo tudi drugi avtorji (Wytrychowski in sod., 2013).

Vsebnosti pepela in kislost so primerljive z rezultati objavljenih raziskav (Bakan in sod., 2013; Bärnuٹی in sod., 2011; Popescu in sod., 2008)

Matični mleček ima nizko vrednost pH, od 3,6 do 4,2 (Šimúth in sod., 2003). Sabatini in sod. (2009) predlagajo, da ima pristen matični mleček pH vrednost med 3,4 in 4,5, v sklopu projekta Apifresh pa so imeli analizirani vzorci matičnega mlečka razpon vrednosti pH med 2,96 in 4,85 (Bakan in sod., 2013). V sklopu aplikativne raziskave slovenskega matičnega mlečka je bil razpon vrednosti bistveno manjši, med 3,59 in 3,94, v povprečju 3,78 (preglednica 36). Vzorci slovenskega matičnega mlečka, pridobljeni v letu 2012, so imeli višje pH vrednosti med 4,08 in 4,48 (Štaudohar, 2014).

Vsebnost maščob je odvisna od sezonskih vplivov, zato so vrednosti tega parametra bolj variabilne. Rezultati so primerljivi s predhodnimi analizami slovenskega matičnega mlečka (Štaudohar, 2014) ter večji od vrednosti, ki jih za matični mleček iz različnih evropskih držav navajajo Bakan in sod. (2013).

Vsebnost 10-HDA, maščobne kisline, ki se v naravi nahaja samo v matičnem mlečku, je bila primerljiva z rezultati drugih raziskav. Če rezultate primerjamo s slovensko raziskavo (Štaudohar, 2014), je območje vrednosti skoraj identično, rezultati drugih raziskav pa navajajo manjše spodnje meje vsebnosti 10-HDA od 0,8 do 1,4 g/100 g. Bakan in sod. (2013) za matični mleček iz različnih evropskih držav navajajo vrednosti 10-HDA med 1,37 in 3,32 g/100 g. Kanelis in sod. (2015) za grški matični mleček navajajo precej širše območje vsebnosti, 0,8 do 6,5 g 10-HDA/100 g. Nekatere države so podale predloge za minimalno vsebnost 10-HDA v matičnem mlečku, med njimi Turčija, Švica, Japonska, Koreja, Indija in Kitajska predlagajo mejo 1,4 g/100 g, Brazilija pa 2 g/100 g. Kanelis in sod. (2015) predlagajo, da se minimalna vsebnost 1,4 g/100 g še preuči, saj nekatere študije navajajo, da pristni vzorci matičnega mlečka ne dosegajo vedno te vrednosti. Predlagajo vrednost med 1 in 6 g/100 g, da se izognemo morebitnemu dodatku sintetične 10-HDA v matični mleček.

Vsebnost beljakovin je bila v območju ISO standarda (2016) in predlagane standardne sestave matičnega mlečka (Sabatini in sod., 2009).

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 36: Primerjava rezultatov analiz slovenskega matičnega mlečka z drugimi raziskavami

Parameter	Aplikativna raziskava (2017-2019) n = 35	ISO (2016) MM tip 1	Predlog standardne sestave MM Sabatini in sod. (2009)	Slovenski MM Štaudohar (2014) n = 18	Apifresh Bakan in sod. (2013)	Francoski MM Wytrychowski in sod. (2013) n = 500	Grški MM Kanelis in sod. (2015) n = 108
Vsebnost vode (g/100 g)	62,9 – 67,8	62,0-68,5	60 – 70	62,0 – 66,7	63,24 – 70,21	60,3 – 69,3	46,8 – 73,2
Vsebnost pepela (g/100 g)	0,88 – 1,17	-	0,8 – 3,0	0,94 – 1,23	0,93 – 1,17	/	/
Vrednost pH	3,59 – 3,94	-	3,4 – 4,5	4,08 – 4,48	2,96 – 4,85	/	/
Kislost (ml 0,1 N NaOH/g)	3,64 – 4,77	3,0-5,3	3,0 – 6,0	3,27 – 4,46	3,71 – 4,85	/	/
Vsebnost maščob (g/100 g)	4,02 – 7,65	2-8	3 – 8	4,44 – 6,19	2,44 – 5,47	/	/
Vsebnost 10-HDA (g/100 g)	2,32 – 3,31	≥ 1,4	>1,4	2,32 – 3,21	1,37 – 3,32	1,4 – 3,7	0,8 – 6,5
Vsebnost beljakovin (g/100 g)	11,33 – 13,94	11-18	9 – 18	11,6 – 13,6	11,25 – 17,19	11,4 – 16,9	10,5 – 19,6
Vsebnost fruktoze (g/100 g)	2,3 – 4,5	2-9	3 – 13	/	2,4 – 6,7	2,3 – 7,6	2,1 – 7,3
Vsebnost glukoze (g/100 g)	3,4 – 6,2	2-9	4 – 8	/	3,0 – 7,1	2,9 – 8,1	2,4 – 6,9
Vsebnost saharoze (g/100 g)	n.d. – 3,3	< 3	0,5 – 2,0	/	n.d. – 2,9	n.d. – 1,8	n.d. – 9,3
Vsebnost maltoze (g/100 g)	n.d. – 0,7	<1,5	/	/	/	n.d. – 1,0	/
Vsebnost erloze (g/100 g)	n.d. – 0,8	< 0,5	/	/	/	n.d. – 0,4	/
Vsebnost melecitoze (g/100 g)	n.d. – 0,7	-	/	/	/	/	/
Skupni sladkorji (g/100 g)	8,0 – 11,9	7-18	/	/	/	7,9 – 17,9	7,2 – 16,7

MM: matični mleček; /: ni podatka

n.d.: < 0,05 g/100 g

10 ZAKLJUČEK

Rezultati analiziranih 35 vzorcev matičnega mlečka slovenskega porekla, kažejo da matični mleček v večini ustreza vrednostim, ki jih predvideva ISO standard za matični mleček (ISO, 2016), nekoliko več odstopanj je le v vsebnosti sladkorjev, kar kaže na to, da se je pri pridelavi matičnega mlečka čebele tudi krmilo. Ta matični mleček se ne sme prodajati kot mleček tipa 1, ki opredeljuje, da je hrana čebel izključno njihova naravna hrana (cvetni prah, med ali nektar).

V vzorcih, ki so bili zbrani v različnih programskih letih, smo našli nekaj razlik, in sicer v vsebnosti vode, maščob, maščobnih kislin, sladkorjev, pH vrednosti in kislosti. Vzorci iz gorenjske statistične regije imajo statistično značilno manj maščob (4,53 g/100 g) in 10-HDA (2,47 g/100 g), nižjo kislost (3,89 ml 0,1 M NaOH/g) ter več saharoze (1,97 g/100 g).

Opravljenе analize o sestavi matičnega mlečka pomenijo pomemben prispevek k oblikovanju podatkovne zbirke o matičnem mlečku in prepoznavanju matičnega mlečka slovenskega porekla. Pelodna sestava matičnega mlečka je zelo podobna pelodni sestavi medu, zato se lahko pri preverjanju geografskega porekla matičnega mlečka navezujemo tudi na podatkovne zbirke o medu.

Po skladiščenju matičnega mlečka v hladilniku in zmrzovalniku pride do majhnih sprememb (< 5 %) v vsebnosti vode, 10-HDA, kislosti, nekoliko večje so v pH vrednosti, ter vsebnosti maščob in beljakovin, ki pa po pol leta niso večje kot 8 %. Tudi po daljšem skladiščenju (eno ter 1,5 leto) spremembe v vsebnosti vode, 10-HDA, kislosti in pH vrednosti majhne niso bistvene večje. Večje razlike smo ugotovili v vsebnosti sladkorjev, predvsem vsebnosti fruktoze (do 26 %) in v nekaterih primerih saharoze (do 44 %). V nekaterih vzorcih matičnega mlečka smo po skladiščenju zaznali tudi manjše vsebnosti maltoze. Večjih razlik med skladiščenjem v hladilniku in zmrzovalniku ni.

Čebelarjem svetujemo, da naj matični mleček shranjujejo v hladilniku ali zmrzovalniku. Za daljše shranjevanje priporočamo zamrzovanje. Matični mleček naj porabijo znotraj enega, največ znotraj 1,5 leta, saj se vrednost nekaterih fizikalno-kemijskih parametrov po skladiščenju spremenijo, razlike pa so opazne tudi v barvi (Žohar, 2018) matičnega mlečka.

11 VIRI

APIFRESH (Developing European standards for bee pollen and royal jelly: quality, safety and authenticity). Final Report Summary

http://cordis.europa.eu/result/rcn/144275_en.html (junij 2017)

<http://www.inspiralia.com/apifresh> (junij 2017)

Antinelli J.F., Zeggane S., Davico R., Rognone C., Faucon J.P., Lizzani L. 2003. Evaluation of (E)-10-hydroxydec-2-enoic acid as a freshness parameter for royal jelly. Food Chemistry, 80, 1: 85-89

Antinelli J.F., Davico R., Rognone C., Faucon J.P., Lizzani-Cuvelier L. 2002. Application of solid/liquid extraction for the gravimetric determination of lipids in royal jelly. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50, 8: 2227-2230

Bakan A., Aslan O., Cevikkalp S.A., Oktay I., Demirtas I., Ozer H. 2013. Physicochemical characterisation of royal jellies collected from different countries. Beyond the hive: beekeeping & global challenges: scientific program: oral presentation abstracts & poster list V: XXXXIII International Apicultural Congress, 29 September - 04 October 2013, Kyiv, Ukraine. Kiev, Apimondia: 304-305

Bărnăuțiu I.L., Mărghitaș A.L., Dezmirean S.D., Mihai M.C., Bobiș O. 2011. Chemical composition and microbial activity of royal jelly – review. Animal Science and Biotechnologies, 44, 2: 67-72

Bogdanov S. 2011. The royal jelly book: Royal jelly and bee bread: harvest, composition, quality. V: The royal jelly book, 1: 1-13

<http://www.bee-hexagon.net/royal-jelly/> (junij 2017)

Bogdanov S. 2009. Harmonised methods of the International Honey Commission. Bern, Swiss Bee Research Center, International Honey Commission, World Network of Honey Science: 46-48

<http://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf> (junij 2017)

Boselli E., Caboni M.F., Lercker G., Marcazzan G.L., Sabatini A.G., Baggio A., Prandin L. 2002. Valutazione di produzioni apistiche: gelatina reale e cera. V: Atti del convegno finale del Progetto Finalizzato AMA "Il ruolo della ricerca in apicoltura": 321-329

Božnar A. 2011. Matični mleček. V: Slovensko čebelarstvo v tretje tisočletje. Zdešar P. (ur.). Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 335-362

Chen C., Chen S. 1995. Changes in protein components and storage stability of royal jelly under various conditions. *Food Chemistry*, 54, 2: 195-200

Daniele G., Casabianca H., 2012. Sugar composition of French royal jelly for comparison with commercial and artificial sugar samples. *Food Chemistry*, 134: 1025-1029

Ferioli F., Marcazzan L.G., Caboni F.M. 2007. Determination of (E)-10-hydroxy-2-decenoic acid content in pure royal jelly: A comparison between a new CZE method and HPLC. *Journal of Separation Science*, 30: 1061-1069

Ferioli F., Armaforte E., Caboni M.F. 2014. Comparison of the lipid content, fatty acid profile and sterol composition in local Italian and commercial royal jelly samples. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91, 6: 875–884

Fratini F., Cilia G., Mancini S., Felicioli A. 2016. Royal Jelly: An ancient remedy with remarkable antibacterial properties. *Microbiological Research*, 192: 130-141

Garcia-Amoedo L.H., Almeida-Muradian L.B. 2007. Physicochemical composition of pure and adulterated royal jelly. *Quimica Nova*, 30, 2: 257-259

Genç M., Aslan A. 1999. Determination of trans-10-hydroxy-2-decenoic acid content in pure royal jelly and royal jelly products by column liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 839, 1-2: 265-268

Hu F. L., Bilikova K., Casabianca H., Daniele G., Espindola F. S., Feng M., Guan C., Han B. Krakova T. K., Li J. K., Li X. A., Šimuth J., Wu L. M., Wu Y. Q., Xue X. F., Xue Y. B., Yamaguchi K., Zeng T. J., ZHeng H. Q., Zhou J. H. 2019. Standard methods for *Apis mellifera* royal jelly research. *Journal of Apicultural Research*, 58, 2: 1-68

Isidorov V.A., Bakierb S., Grzech I. 2012. Gas chromatographic–mass spectrometric investigation of volatile and extractable compounds of crude royal jelly. *Journal of Chromatography B*, 885–886: 109-116

ISO 12824. Royal jelly – Specifications. 2016: 35 str.

Kandolf Borovšak A. 2011. Pelodna sestava medu iz različnih fitogeografskih območij Slovenije. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 190 str

Kandolf B. A., Lilek, N., Bertoneclj, J., Korošec, M., Klemenčič Štrukelj, N. 2017. Letno poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov ter vpliv postopkov obdelave in shranjevanja cvetnega prahu na njegovo kemijsko in mikrobiološko sestavo. Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije, str. 51-81.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Kandolf B. A., Lilek, N., Bertoncelj, J., Korošec, M., Klemenčič Štrukelj, N. 2018. Letno poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov ter vpliv postopkov obdelave in shranjevanja cvetnega prahu na njegovo kemijsko in mikrobiološko sestavo za leto 2018. Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije: 55-71

Kanelis D., Tananaki C., Liolios V., Dimou M., Goras G., Rodopoulou M. A. , Karazafiris E., Thrasyvoulou A. 2015. A suggestion for royal jelly specifications. Archives of Industrial Hygiene and Toxicology, 66: 275-284

Kim K.J., Son H.J., Kim H.K. 1989. A survey of analyzing in gradient of royal jelly in Korea on majoring 10-HDA. Korean Journal of Apiculture, 4: 34-40

Maghsoudlou A., Mahoonak A.S., Mohebodini H., Toldra F. 2019. Royal jelly: chemistry, storage and bioactivities. Journal of Apicultural Research, 63, 1: 17-40

Marconi E., Fiorenza Caboni M., Messia C.M., Panfili G. 2002. Furosine: a suitable marker for assesing the freshness of royal jelly. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 2825-2829

Mărghitas Al.L., Morar O., Bobiș O., Bonta V., Dezmirean D., Tofalvi M. 2010. Evaluation of fresh royal jelly in different larvae stage. Bulletin Animal Science and Biotechnologies, 67, 1-2: 29-35

Morgado L. N., Barth O. M. 2011. The detection of pollen in royal jelly of honey bees (*Apis mellifera*). Journal of ApiProduct and ApiMedical Scinece, 3, 3: 137-139

Piana M. L., Belligoli P., Persano Oddo L., Piperno S. 2006. Pollen analysis of royal jelly: Contribution to analytical methods and characterization. Apiacta, 41: 28-43

Plestenjak A., Golob T 2003. Analiza kakovosti živil. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 96-98

Popescu O., Mărghitas Al.L., Dezmirean S.D., Mureșan O.L, Laslo L., Tofalvi M. 2008. A characterization about physical-chemical composition of royal jelly. Bulletin Animal Science and Biotechnologies, 67, 1- 2: 244-248

Ramadan F.M., Al-Ghamdi A. 2012. Bioactive compounds and health-promoting properties of royal jelly: A review. Journal of Functional Foods, 4, 1: 39-52

Sabatini G.A., Marcazzan L.G., Caboni F.M., Bogdanov S., Bicudo de Almeida-Muradian L. 2009. Quality and standardisation of royal jelly. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 1, 1: 16-21

Schmitzova J., Klaudiny J., Albert S., Schroder W., Schreckengost W., Hanes J. 1998. A family of major royal jelly proteins of the honeybee *Apis mellifera* L. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 54: 1020-1030

Sesta G., Lusco L. 2008. Refractometric determination of water content in royal jelly. *Apidologie*, 39: 225-232

Sesta G. 2006. Sviluppo di metodologie analitiche per la determinazione di residue la caratterizzazione applicate alla gelatina reale. Università degli studi la sapient. Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali Dipartimento di Chimica: 3-7; 105-106

Stocker A., Rossmann A., Kettrup A., Bengsch E. 2006. Detection of royal jelly adulteration using carbon and nitrogen stable isotope ratio analysis. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 20, 2: 181-184

Šimúth J. 2001. Some properties of the main protein of honeybee (*Apis mellifera*) royal jelly. *Apidologie*, 32, 1: 69-80

Šimúth J. Bíliková K., Kováčová E. 2003. Royal jelly proteins as a tool for development of functional ingredients for health. Standing Commission of Apitherapy: 5 str.
<http://www.fiitea.org/foundation/files/312.pdf> (julij 2017)

Štaudohar T. 2014. Karakterizacija slovenskega matičnega mlečka. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 62 str.

Winston M. L., 1987. The Biology of the honey bee. London, Harvard University Press: 1-224

Wongchai V., Ratanavalachai T. 2002. Seasonal variation of chemical composition of royal jelly produced in Thailand. *Thammasat International Journal of Science and Technology*, 7, 2: 1-8

Wytrychowski M., Daniele G., Casabianca H. 2012. Combination of sugar analysis and stable isotope ratio mass spectrometry to detect the use of artificial sugars in royal jelly production. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 403, 5: 1451-1456

Wytrychowski M., Chenavas, Gaëlle D., Casabianca H., Batteau M., Guibert S., Brion B. 2013. Physicochemical characterization of French royal jelly: Comparison with commercial royal jellies and royal jellies produced through artificial bee-feeding. *Journal of Food Composition and Analysis*, 29, 2: 126-133

Zheng H.Q., Hu F.L, Dietemann V. 2010. Changes in composition of royal jelly harvested at different times: consequences for quality standards. *Apidologie*, 41: 1-9

Zhou J., Zhao J., Yuan H., Meng Y., Li Y., Wu L., Xue X. 2007. Comparison of UPLC and HPLC for determination of trans-10-hydroxy-2-decenoic acid content in royal jelly by ultrasound-assisted extraction with internal standard. *Chromatographia*, 66, 3-4: 185-190

Žohar T. 2018. Vpliv skladiščenja na nekatere parametre matičnega mlečka. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 23 str.

12 PREGLED OBJAV O PROPOLISU

Propolis je lepljiva, smolnata snov, grenkega okusa in močnega, prijetnega vonja po rastlinskih popkih, medu, vosku. Že v antiki so mu namenjali posebno pozornost. Čebelarji so opazovali čebele, kako so pred vhodom v svoje panje gradile steno iz propolisa. Beseda propolis izvira iz dveh besed »pro« pomeni pred, »polis« pa mesto (Burdock, 1998). Latinska beseda propolis pa pomeni zamazati, zgladiti. Beseda propolis je prepoznavna celemu svetu, v vseh jezikih, zgodovinska odkritja pa kažejo, da so ga v medicini uporabljali tako stari Egipčani, Babilonci, Arabci, stari Grki, Rimljani, Kitajci in tudi drugi stari narodi našega planeta. Propolisu pravimo tudi zadelavina.

Glavna funkcija propolisa v panju je ohranjanje sterilnega okolja v njem in preprečevanje nastanka bolezni v čebelji družini. Je gradbeni in dezinfekcijski material v panju, saj je naravni antibiotik s širokim spektrom delovanja. Deluje protimikrobno, protivnetno, proti tumorjem, ulcerjem in drugim povzročiteljem bolezni, je dober antioksidant (Huang in sod., 2014).

Izdelki iz propolisa se prodajajo kot prehransko dopolnilo, uporabni so v medicini in kozmetiki (Medić Šarić in sod., 2013). V različnih državah imajo različen status. V Nemčiji, Veliki Britaniji, Švici veljajo za zdravilo, v Avstriji, ZDA, Braziliji in na Japonskem pa kot prehransko dopolnilo. Glede statusa so različne zahteve (Jedlovčnik in Pušnik, 2011). Obstajajo prizadevanja za grobo standardizacijo osnovnih količin nekaterih sestavin v propolisu, kar pa je zelo težavno, saj so med njimi ogromne razlike, kljub vsemu pa vsi kažejo podobno mikrobiološko aktivnost (Medić Šarić in sod., 2013), ki je lahko posledica sinergističnega delovanja sestavin propolisa (Huang in sod., 2014).



Slika 20: Propolis pridobljen na namensko vstavljenih pripomočkih.

12.1 NASTANEK IN NALOGA PROPOLISA

Naloga smole na popkih je, da jih zaščiti pred zmrzaljo. Nabiranje smol je naloga posameznih čebel v glavnem po paši, v času paše dajejo prednost nektarju, mani in cvetnemu prahu.

Nabiralni nagon po nabiranju je odvisen od potreb in moči čebelje družine. Močnejša kot je čebelja družina, večje so njene potrebe po propolisu, zato je intenzivnejše tudi iskanje surovin za propolis. Večje količine propolisa lahko pričakujemo v močnejših čebeljih družinah, zato je pomembno, da imamo v času pridobivanja namenskega propolisa močne čebelje družine.

Smole nabirajo vsaj 15 dni stare čebele. Za čebele se uporabno zmechčajo pri okoli 20 °C. Pri tej toploti so čebele na delu med 10. in 16. uro dneva. Čez dan tovor odlagajo na stične točke delov v panju, najraje v reže, in propolizirajo šele po 16. uri (Jedlovčnik in Pušnik, 2011). Nabranim smolam čebele dodajo še izloček žlez slinavk ter vosek, da snov postane bolj lepljiva (Burdock, 1998).

Največ smol naberejo čebele na iglastem drevju, topolih, brezi, vrbah, jelšah, divjem kostanju, brestu in na koščičastih sadnih drevesih (Burdock, 1998) in to v avgustu, septembru in oktobru. Letni pridelek je odvisen od geografske in klimatske lege čebelnjaka, od primerne rastlinstva v okolici čebelnjaka, od čebelarjeve tehnologije zbiranja, od vrste/rase čebel, od moči čebelje družine in od vrste panja. Letni donos znaša od 20 do 400 g na čebeljo družino, kavkaška čebelja družina pa lahko zbere tudi od 250 do 1000 g propolisa na leto.

Čebele s propolisom razkužijo notranje panjske površine in vse dele panja, zamašijo reže in odprtine v panjskih delih, v krajih z zelo nizkimi temperaturami včasih celo zožijo žrela. Najbolj propolizirajo prostore tik ob žrelu. Čebele z njim razkužijo celice, ki jih bo matica zaleгла, pritrjujejo premične dele v panju in ga dodajajo pri izdelavi satja. S propolisom premažejo tudi vse vsiljivce, ki so jih ubile v panju, s čimer preprečijo razpad teh organizmov in razmnoževanje klic v razpadajočem telesu vsiljivcev in okužbo družine (Jedlovčnik in Pušnik, 2011).

12.2 SESTAVA PROPOLISA

Sestava propolisa je raznolika, odvisna je od rastlin, na katerih so čebele nabirale surovine zanj, od klimatskih razmer v času nabiranja pa tudi od načina pridobivanja in vrste čebel, ki imajo močno preferenco do posameznega tipa rastlin (Bankova in sod., 2000). V grobem propolis sestavljajo smole (fenolne spojine) in rastlinski balzami (50 %), vosek (30 %), eterična olja in aromatične spojine (10 %), cvetni prah (5 %) ter druge sestavine, kot so amino kisline, vitamini, minerali in netopne snovi (Burdock, 1998; Sforcin, 2007; Coneac in sod., 2008).

Doslej so v propolisu identificirali več sto različnih sestavin. Glavne so fenolne spojine: flavonoidi (flavoni, flavonoli in flavanoni) ter fenolne kisline in njihovi estri, ki so odgovorni za antivirusno in protivnetno delovanje propolisa. Naravni fenoli delujejo tudi kot antioksidanti. Najbolj značilne fenolne spojine propolisa so: pinocembrin, pinobanksin, fenetilni ester kavne

kislina (CAPE), artepilin C, cimetna, kumarna, kavna, ferulna in izoferulna kislina, ter krizin, galangin, kamferol in kvercetin (Huang in sod., 2014).

12.2.1 Flavonoidi

Največ je v propolisu flavonoidov, ki tudi prispevajo največ k njegovi farmakološki aktivnosti in se uporabljajo za ocenjevanje kakovosti propolisa, pridelanega v zmernem klimatskem pasu (Kosalec in sod., 2004). Delijo se v flavone, flavonole, flavanone, itd. V propolisu zmerne klimatskega pasu so od flavonoidov najbolj zastopani: krizin, galangin, pinocembrin in pinobaksin. Propolis, ki ga pridelata *Apis mellifera carnica*, ima manjšo protibakterijsko učinkovitost kot propolis *A. m. anatolica* in *caucasica*. Čeprav različne vrste čebel preferirajo različne rastline, pa sestava propolisa posamezne vrste čebele ni vedno enaka (Huang in sod., 2014).

12.2.2 Fenolne spojine

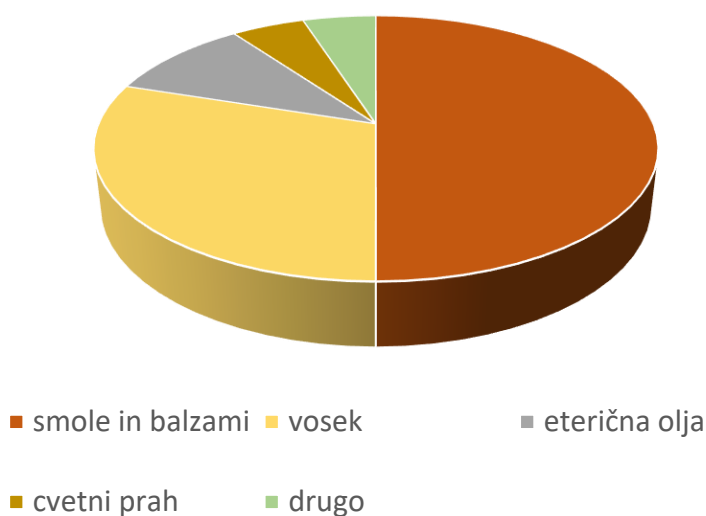
Najbolj značilne fenolne spojine v propolisu so cimetna, kumarna, kavna, ferulna kislina in njihovi derivati. Fenetilni ester kavne kisline (CAPE) je glavna sestavina propolisa zmerne klimatskega pasu in ima široko biološko vlogo (Bankova, 2009). Vsebnost fenolov v propolisu je zelo različna in je odvisna od rastlinja, kjer so čebele nabrale smole ter sezone nabiranja (Medić-Šarić in sod., 2013) in vrste čebel (Huang in sod., 2014).

12.2.3 Terpenoidi

Propolis vsebuje le 10 % hlapnih sestavin, vendar kljub temu prispevajo značilen vonj in farmakološko aktivnost propolisa. Imajo glavno vlogo pri razlikovanju pravega propolisa od potvorjenega in delujejo antioksidativno ter antimikrobno (Huang in sod., 2014). V večji meri so prisotni v propolisu mediteranskega območja (Falcão in sod., 2012).

12.2.4 Druge snovi

Propolis vsebuje tudi cvetni prah, minerale, kot so Ca, K, Mg, Na, Al, B, Ba, Cr, Fe, Mn, Ni, Sr in Zn, pa tudi Cd, Hg, Pb, pa tudi vosek, ki je proizvod čebel, in ne izvira iz rastlin (Huang in sod., 2014). Znano je, da je vsebnost voska v propolisu mnogo večja, kadar ga pridobivamo iz medišča (Jedlovčnik in Pušnik, 2011).



Slika 21: Povprečne sestava propolisa

12.3 VRSTE PROPOLISA

Material, iz katerega čebele proizvajajo propolis, je izloček rastlin pa tudi snovi, ki se izločajo na ranah rastlin: lipofilne snovi na listih in popkih, smole, sluzi,... Sestava izvorne snovi določa kemijsko sestavo propolisa, saj jo čebele ne spreminjajo (Bankova, 2005). Čebele smolo prežvečijo, dodajo encime slinske žleze, zmešajo z voskom in uporabijo v panju (Burdock, 1998). Propolis tako sestavljajo snovi z rastlin, izločki čebel in snovi, ki se dodajo v propolis med njegovo uporabo (Marcucci, 1995).

Propolis se deli v več vrst. Za Evropo, Severno Ameriko in netropske predele Azije je značilen *topol tip propolisa*, ki je v glavnem sestavljen iz aktivnih snovi, kot so flavoni, flavanoni ter cimetna kislina in njeni estri. V Rusiji prevladuje *tip breze*, ki prav tako vsebuje flavone in flavonole, vendar drug tip. Za Brazilijo je značilen *zeleni propolis*, poznamo pa še *rdeči propolis* (Kuba, Venezuela), s pacifiškega območja je *pacifiški propolis*, s Kanarskih otokov pa *kanarski*, za katere so značilne druge snovi (Bankova, 2005).

Najbolj je raziskan topol tip propolisa. Topoli so značilni za Evropo in tako se navadno tudi imenuje evropski propolis »propolis topol tipa«, ki je bogat s flavonoidi in fenil propanoidi ter fenoli in njihovimi estri. Omenjeni tip propolisa je najbolj razširjen, predvsem v zmerno toplem klimatskem pasu (Hunag in sod., 2014). Za karakterizacijo topol tipa propolisa je potrebno določiti skupne flavone, flavonole, flavanone in dihidroflavonole ter skupno vsebnost fenolov, pri čemer tipičen topol tip propolisa vsebuje 8 ± 4 % flavonov/flavonolov, 6 ± 2 % flavanonov/dihidroflavonolov, 28 ± 9 % skupnih fenolov (Bankova, 2005) in najmanj 45 % balzamov (Popova in sod., 2007). Od flavonoidov propolis tipa topola vsebuje predvsem pinocembrin, pinobanksin, krizin in galangin ter fenolne kisline in njihove estre (Bankova in sod., 2000), vsebnost skupnih flavonoidov v evropskem propolisu je navadno od 20 do 30 %, (Medić Šarić in sod., 2013).

12.4 LASTNOSTI PROPOLISA

Barva svežega propolisa je od zeleno rumene do temno rjave, odvisno od izvora rastlin in tudi starosti (Marcucci, 1995). Breza daje propolis temnejših odtenkov, jelša rumenega, divji kostanj rdečega. Sčasoma posamezne barve potemniijo. Star propolis je črne barve, odvisno od začetne barve. Nekatere vrste propolisa so namreč izredno svetle barve (Jedlovčnik in Pušnik, 2011).

Pri višjih temperaturah je lepljiv, pri nizkih pa krhek ter se ob lomljenju drobi. Po shranjevanju v zmrzovalniku ga lahko zmeljemo v fin prah. Ima aromatičen vonj in grenek do rahlo sladek okus (Medić Šarić in sod., 2013).

S segrevanjem spremeni svojo strukturo:

- 0–15 °C je trd in grudast,
- nad 30 °C postane gnetljiv in se da oblikovati,
- do 60 °C je lepljiv,
- od 60–80 °C je tekoč,
- nad 80 °C je hlapen (Jedlovčnik in Pušnik, 2011).

Propolisove sestavine topijo različna topila do določenih deležev (%). Nobeno topilo ne topi vseh sestavin. Toplota topljenje pospešuje (Jedlovčnik in Pušnik, 2011).

Topnost propolisa je odvisna od:

- dolžine ekstrakcije,
- temperature in vrste topila,
- velikosti propolisovih delcev (prah).

Topila:

- etanol ga topi od 50 do 65 %,
- eter, segret na 34 °C, do 68 %,
- aceton do 40 %,
- vroča voda do 10 %,
- propilenglikol, polietilenglikol, ricinusovo olje z dodatkom benzilalkohola,
- najbolje se topi v mešanicah eter-etanol (Jedlovčnik in Pušnik, 2011).

12.5 PRIDOBIVANJE PROPOLISA

Propolis lahko zbiramo priložnostno ali načrtno. **Priložnostno** zbiramo pridelek, ki so ga čebele odložile v panjih, med vratci, na mreži, na podložnih palicah, na matični rešetki. To delo opravljamo v hladnejših jesenskih dneh, ko propolis ni več lepljiv. Glede na postopek ima takšen propolis več ali manj primesi, od ostankov lesa, barve, jajčec večje, dele odmrlih čebel, veliko voska, morebitne ostanke papirja in druge nečistoče. Čebelar takšne nečistoče ne sme uporabljati za izdelavo izdelkov na osnovi propolisa.

Posebej pomembno je, da čebelja družina v panju, v katerem čebelar pridobiva propolis, ni bila zdravljena s kemičnimi sredstvi, ki se sicer kopičijo predvsem v propolisu in vosku. Propolis, ki vsebuje ostanke zdravil, lahko uporabljamo le za tehnične namene, za premaze, zaščito lesa, nikakor pa ne za uporabo v prehrani, zdravilstvu in kozmetiki.

Pri **načrtnem** zbiranju propolisa načrtujemo postopke in sredstva, s katerimi bomo zagotovili neoporečni pridelek. Pri zbiranju uporabljamo izključno materiale, ki so primerni za uporabo v živilstvu. Tehnike načrtnega zbiranja propolisa so odvisne od tipa panja in od izbranih pripomočkov.

Propolis lahko pridelujemo v vsakem tipu panja, vsak tip panja ima svoje dobre in slabe lastnosti. Za pridobivanje propolisa je tako primeren vsak tip panja, v katerega lahko vstavimo namenske pripomočke nad plodišče oziroma tik ob gnezdju, torej na mesta kamor čebele najraje odlagajo propolis (Jedlovčnik in Pušnik, 2011).

13 MATERIAL IN METODE

13.1 NAČRT ZBIRANJA VZORCEV

V raziskavo smo vključili 40 vzorcev propolisa slovenskega porekla, pridelanega v letu 2016, 2017 in 2018, iz devetih statističnih regij Slovenije. Analizirali smo po dva vzorca propolisa iz gorenjske regije, tri iz goriške, šest iz jugovzhodne Slovenije, dva iz koroške regije, dva obalno-kraške regije, sedem iz osrednjeslovenske regije, osem iz podravske regije, šest iz pomurske regije ter štiri vzorce iz savinjske regije. 16 vzorcev je bilo pridelanih v letu 2016, 10 v letu 2017 in 14 v letu 2018. Podatki o analiziranih vzorcih (št. vzorca, statistična regija in letnik pridelave) so zbrani v preglednici 37.

Posamezne vzorce propolisa smo pregledali in odstranili fizikalne nečistoče (delčki čebel, vosek, ...). Nato smo vzorce stehtali in pripravili za analizo.



Slika 22: Pregled vzorca propolisa in odstranitev fizikalnih nečistoč.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 37: Seznam vseh analiziranih vzorcev propolisa

Oznaka	Statistična regija	Letnik pridelave
KAR-PROP-2017-1	osrednjeslovenska	2016
KAR-PROP-2017-2	jugovzhodna Slovenija	2016
KAR-PROP-2017-3	jugovzhodna Slovenija	2016
KAR-PROP-2017-4	osrednjeslovenska	2016
KAR-PROP-2017-5	pomurska	2016
KAR-PROP-2017-6	savinjska	2016
KAR-PROP-2017-7	podravska	2016
KAR-PROP-2017-9	podravska	2016
KAR-PROP-2017-10	pomurska	2016
KAR-PROP-2017-11	pomurska	2016
KAR-PROP-2017-12	podravska	2016
KAR-PROP-2017-16	goriška	2016
KAR-PROP-2017-17	goriška	2016
KAR-PROP-2017-19	obalno-kraška	2016
KAR-PROP-2017-20	osrednjeslovenska	2016
KAR-PROP-2017-21	osrednjeslovenska	2016
PR2018-1	savinjska	2017
PR2018-2	jugovzhodna Slovenija	2017
PR2018-3	podravska	2017
PR2018-4	podravska	2017
PR2018-5	podravska	2017
PR2018-6	gorenjska	2017
PR2018-7	gorenjska	2017
PR2018-8	koroška	2017
PR2018-9	jugovzhodna Slovenija	2017
PR2018-10	obalno-kraška	2017
PR2019-1	koroška	2018
PR2019-2	savinjska	2018
PR2019-3	goriška	2018
PR2019-4	podravska	2018
PR2019-5	pomurska	2018
PR2019-6	jugovzhodna Slovenija	2018
PR2019-7	osrednjeslovenska	2018
PR2019-8	jugovzhodna Slovenija	2018
PR2019-9	osrednjeslovenska	2018
PR2019-10	osrednjeslovenska	2018
PR2019-11	podravska	2018
PR2019-12	pomurska	2018
PR2019-13	pomurska	2018
PR2019-14	savinjska	2018

13.2 ANALIZA PROPOLISA

V propolisu so najbolj zastopane sestavine: pinocembrin, pinobanksin, fenetilni ester kavne kisline (CAPE), artepilin C, cimetna, kumarna, kavna, ferulna in izoferulna kislina, ter krizin, galangin, kamferol in kvercetin (Huang in sod., 2014), ki so bile razen izoferulne kisline in pinobanksina določene tudi v naših vzorcih. Analize je opravilo podjetje Intertek GmbH iz Bremna, Nemčija. Uporabljena je bila metoda tekočinske kromatografije visoke ločljivosti z UV detektorjem (HPLC-UV) (Popova in sod., 2007). Vzorci so bili analizirani tudi z bolj robustnimi sprektrofometričnimi metodami s Folin-Ciocalteujevo metodo, vsebnost skupnih flavonov ter flavolov je bila določena z aluminijevim kloridom, vsebnost flavanonov ter dihidroflavonolov pa z 2,4-dinitrofenilhidrazinom (Kamenšek, 2011).

Pred analizo smo vzorce tudi senzorično ocenili pri čemer smo ocenili videz, barvo in vonj.

13.2.1 Statistične metode

Dobljene rezultate smo zbrali in uredili v programu Microsoft Exel 2015. Statistične analize smo izvedli s programom SPSS, različica 21.0 (IBM). Za posamezen parameter smo izračunali osnovno opisno statistiko:

- povprečna vrednost
- minimalna vrednost (MIN)
- maksimalna vrednost (MAKS)

Za ugotavljanje statistično značilnih razlik med letniki pridelave ter statističnih regij vzorcev smo uporabili metodo analize variance (ANOVA), uporabili smo Duncanov post hoc test. V primeru nehomogenosti varianc v vzorcih smo uporabili neparametrične teste (Kruskal-Wallisov test).

14 REZULTATI IN RAZPRAVA

14.1 SENZORIČNA OCENA IN IZVOR OSNOVNE SUROVINE

Zbrani vzorci propolisa so bili že po samem videzu zelo različni: od finega prahu, drobnih, srednje velikih do večjih zrn. Prav tako so se zbrani vzorci propolisa razlikovali po barvi od rumene barve, svetle do temno rjave barve in do skoraj črne barve. Po vonju je bilo od skupno 40 vzorcev propolisa dvaindvajset vzorcev propolisa srednje aromatično, osem vzorcev je bilo malo aromatičnih in deset vzorcev močno aromatičnih (preglednica 38). Najbolj aromatični vzorci so prihajali iz osrednjeslovenske (4 vzorci), podravske regije (2 vzorca), jugovzhodne Slovenije (1 vzorec), obalno-kraške (1 vzorec), goriške (1 vzorec) in savinjske regije (1 vzorec). Med barvo in aromatičnostjo ni bilo ugotovljenih povezav.

V zmerno klimatskem pasu je najbolj poznam propolis tip topol, saj čebele največ smol naberejo prav na topolu.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 38: Rezultati senzorične ocene posameznih vzorcev propolisa pridelanega v letu 2016, 2017 in 2018.

Številka vzorca	Videz	Barva	Vonj
KAR-PROP-2017-1	fina do srednje velika zrnca	svetla, temno rjava, oker	močno aromatičen
KAR-PROP-2017-2	fin prah	rjava	srednje aromatičen
KAR-PROP-2017-3	fina in večja zrnca	temno rjava, usnjato rjava,	srednje aromatičen
KAR-PROP-2017-4	večja sprijeta zrna	rjava, svetleča	močno aromatičen
KAR-PROP-2017-5	v prahu, zrnat	svetlo rjava, svetleč	malo aromatičen
KAR-PROP-2017-6	fin prah, večja zrna	temno rjava	malo aromatičen
KAR-PROP-2017-7	trden, suh	temno rjava	srednje aromatičen
KAR-PROP-2017-9	v prahu	temno rjava	srednje aromatičen
KAR-PROP-2017-10	drobna zrnca	svetlo rjava, oker, svetleča	malo aromatičen
KAR-PROP-2017-11	fina, drobna zrnca	svetlo rjava, oker	malo aromatičen
KAR-PROP-2017-12	večja zrnca	svetlo rjava, svetleča	malo aromatičen
KAR-PROP-2017-16	srednje velika zrnca	rjava, nesvetleča	srednje aromatičen
KAR-PROP-2017-17	večja zrnca, vlečljiv	temno rjava, skoraj črna	srednje aromatičen
KAR-PROP-2017-19	fini prah, suh	temno rjava	srednje aromatičen
KAR-PROP-2017-20	sprijeta zrnca	svetlo rjava	močno aromatičen
KAR-PROP-2017-21	sprijeta manjša zrnca	svetlo rjava, svetleča	močno aromatičen
PR2018-1	fina do srednje velika zrnca	svetla, temno rjava	srednje aromatičen
PR2018-2	fina do srednje velika zrnca	svetlo rjava	močno aromatičen
PR2018-3	fina do srednje velika zrnca	svetla, temno rjava	srednje aromatičen
PR2018-4	fina do srednje velika zrnca	svetla, temno rjava	srednje aromatičen
PR2018-5	v prahu, zrnat	svetlo rjava, svetleč	srednje aromatičen
PR2018-6	fin prah, večja zrna	svetlo rjava	malo aromatičen
PR2018-7	fina do srednje velika zrnca	svetla, temno rjava	srednje aromatičen
PR2018-8	drobna zrnca	rjava, svetleča	srednje aromatičen
PR2018-9	drobna zrnca	svetlo rjava	malo aromatičen
PR2018-10	fina do srednje velika zrnca	svetlo rjava, oker	močno aromatičen
PR2019-1	fina zrnca	svetlo rjav	srednje aromatičen
PR2019-2	srednje velika zrnca	rjav, oker	srednje aromatičen
PR2019-3	fina do srednje velika zrnca	rjav, oker	močno aromatičen
PR2019-4	velika zrna	temno rjava	močno aromatičen
PR2019-5	fina do srednje velika zrnca	rjav, oker	srednje aromatičen
PR2019-6	srednje velika zrnca	svetlo rjav	srednje aromatičen
PR2019-7	srednje velika zrnca	svetlo rjav, svetleč	malo aromatičen
PR2019-8	fina do srednje velika zrnca	svetlo rjav, rdeči odtenki	srednje aromatičen
PR2019-9	srednje velika zrnca	rjav, rdeči odtenki	srednje aromatičen
PR2019-10	fina zrnca	svetlo rjav, rumen	srednje aromatičen
PR2019-11	fina do srednje velika zrnca	rjava	močno aromatičen
PR2019-12	fina do srednje velika zrnca	svetlo rjav	srednje aromatičen
PR2019-13	srednje velika zrnca	svetla, temno rjava	srednje aromatičen
PR2019-14	srednje velika zrnca	svetla, temno rjava	močno aromatičen

14.2 VSEBNOST FENOLNIH SPOJIN

Sestava propolisa je raznolika, odvisna je od rastlin, na katerih so čebele nabirale surovine zanj, od klimatskih razmer v času nabiranja pa tudi od načina pridobivanja in vrste čebel, ki imajo močno preferenco do posameznega tipa rastlin (Bankova in sod., 2000).

V propolisu so dosedaj identificirali več sto različnih sestavin. Glavne so fenolne spojine: flavonoidi (flavoni (apigenin), flavonoli (kamferol, galangin, kvercetin) in flavanoni (naringenin, pinocembrin)) ter fenolne kisline in njihovi estri (kumarna, ferulna, cimetna, kavna kislina, CAPE).

Od flavonoidov propolis tipa topola vsebuje predvsem pinocembrin, pinobanksin, krizin in galangin ter fenolne kisline in njihove estre od teh sta najbolj pogosta cimetna kislina in CAPE (Bankova in sod., 2000).

Vsota analiziranih fenolnih spojin v zbranih vzorcih je bila v območju od 0,81 do 13,71 %, v povprečju 5,19 %. Največ fenolnih spojin sta vsebovala vzorec številka PR2019-5 iz pomurske regije in vzorec številka PR2019-14 iz savinjske regije, ki sta bila po senzoričnih lastnosti med srednje in bolj aromatičnim. Najmanj fenolnih spojin je vseboval vzorec številka PR2018-6 iz gorenjske regije, ki je bil med manj aromatičnimi. Med vzorci pridelanih v različnih letih in različnih regijah nismo našli statistično značilnih razlik, variabilnost je velika znotraj posameznega leta in regij.

Vsi vzorci propolisa so vsebovali **p-kumarno kislino** v razponu od 0,18 do 3,21 %, v povprečju 1,33 %. Prav tako so vsi vzorci propolisa vsebovali **ferulno kislino** v razponu od 0,16 do 3,10 %, v povprečju 1,11 %.

35 vzorcev propolisa od skupaj zbranih 40 je vsebovalo tudi **kavno kislino** v razponu od 0,11 do 0,69 %, v povprečju 0,23 %.

30 vzorcev propolisa od 40 je vsebovalo tudi **CAPE** v razponu od 0,11 do 1,39 %, v povprečju 0,37 %.

Pinocembrin je vsebovalo osemindvajset vzorcev propolisa v razponu od 0,11 do 4,70 %, v povprečju 1,23 %, **galangin** petindvajset od štiridesetih v razponu od 0,11 do 3,42 %, v povprečju 0,78 %. **Krizin** je bil prisoten v sedemnajstih vzorcih v razponu od 0,17 do 4,21 %, v povprečju 1,51 %.

Devet vzorcev propolisa je vsebovalo **Cimetno kislino** v razponu od 0,13 do 1,79 %, v povprečju 0,74 %.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Apigenin je vsebovalo osem vzorcev propolisa v razponu od 0,10 do 0,34 %, v povprečju 0,21%, prav tako je osem vzorcev propolisa vsebovalo **naringenin** v razponu od 0,11 do 0,38%, v povprečju 0,16 %.

Sedem vzorcev propolisa od skupaj zbranih 40 je vsebovalo **kamferol** v razponu od 0,12 do 0,38 %, v povprečju 0,25 %, **kvercetin** je bil prisoten v treh vzorcih propolisa v razponu od 0,10 do 0,30, v povprečju 0,22 % .

Sestavo fenolnih spojin po posameznih vzorcih prikazuje preglednica 39.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 39: Povprečne vrednosti posameznih fenolnih spojin v analiziranih vzorcih propolisa

vzorec št.	naringenin (%)	apigenin (%)	kamferol (%)	krizin (%)	galangin (%)	kavna kislina (%)	p-kumarna kislina (%)	ferulna kislina (%)	cimetna kislina (%)	pinocembri n (%)	CAPE (%)	kvercetin (%)	Vsota (%)
KAR-PROP-2017-1	0,11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,67	0,68	n.d.	n.d.	0,18	n.d.	1,64
KAR-PROP-2017-2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,11	0,12	2,38	1,86	n.d.	0,11	0,18	n.d.	4,76
KAR-PROP-2017-3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,20	2,28	3,10	n.d.	n.d.	0,24	n.d.	5,82
KAR-PROP-2017-4	0,12	0,16	0,13	1,69	1,5	0,28	0,91	0,69	0,39	1,6	0,43	0,10	8
KAR-PROP-2017-5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,20	0,17	2,10	1,89	n.d.	0,22	0,20	n.d.	4,78
KAR-PROP-2017-6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,38	0,19	1,31	1,22	n.d.	0,45	0,26	n.d.	3,81
KAR-PROP-2017-7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,11	0,17	1,57	1,17	n.d.	0,22	0,11	n.d.	3,35
KAR-PROP-2017-9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,36	0,16	1,86	1,15	0,13	0,74	0,25	n.d.	4,65
KAR-PROP-2017-10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,11	1,70	1,22	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
KAR-PROP-2017-11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,13	1,11	1,18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,42
KAR-PROP-2017-12	0,12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,19	2,00	1,63	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,94
KAR-PROP-2017-16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,16	1,39	1,45	n.d.	0,35	0,12	n.d.	3,47
KAR-PROP-2017-17	n.d.	n.d.	n.d.	0,85	0,39	0,29	1,18	0,83	n.d.	0,73	0,40	n.d.	4,67
KAR-PROP-2017-19	n.d.	n.d.	n.d.	0,92	0,41	0,23	0,58	0,33	n.d.	0,84	0,39	n.d.	3,7
KAR-PROP-2017-20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,98	0,95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,93
KAR-PROP-2017-21	0,38	0,33	0,38	2,7	2,19	0,16	1,81	0,25	1,79	2,84	n.d.	0,25	13,08
PR2018-1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,11	1,12	0,96	n.d.	0,11	0,18	n.d.	2,48
PR2018-2	n.d.	n.d.	n.d.	0,55	0,63	0,26	1,13	0,89	0,16	1,52	0,39	n.d.	5,53
PR2018-3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,14	0,13	0,81	0,99	n.d.	0,31	0,28	n.d.	2,66

Se nadaljuje...

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Nadaljevanje preglednice 39

vzorec št.	naringenin (%)	apigenin (%)	kamferol (%)	krizin (%)	galangin (%)	kavna kislina (%)	p-kumarna kislina (%)	ferulna kislina (%)	cimetna kislina (%)	pinocembrin (%)	CAPE (%)	kvercetin (%)	Vsota (%)
PR2018-4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,17	0,13	0,98	0,82	n.d.	0,37	0,25	n.d.	2,72
PR2018-5	n.d.	n.d.	n.d.	0,60	0,21	0,18	0,95	0,77	n.d.	0,68	0,42	n.d.	3,81
PR2018-6	n.d.	n.d.	n.d.	0,17	n.d.	n.d.	0,18	0,16	n.d.	0,16	0,14	n.d.	0,81
PR2018-7	n.d.	n.d.	n.d.	0,41	0,23	0,18	1,44	1,01	n.d.	0,72	0,33	n.d.	4,32
PR2018-8	n.d.	n.d.	n.d.	0,40	0,17	0,12	1,07	0,85	n.d.	0,30	0,23	n.d.	3,14
PR2018-9	n.d.	n.d.	n.d.	0,31	0,16	0,16	1,42	1,26	n.d.	0,25	0,21	n.d.	3,77
PR2018-10	0,11	0,10	0,12	0,47	0,37	0,16	1,20	1,02	0,19	0,54	0,28	n.d.	4,56
PR2019-1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,84	0,65	n.d.	n.d.	0,21	n.d.	1,7
PR2019-2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,12	0,65	0,98	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,75
PR2019-3	n.d.	0,18	n.d.	4,05	1,59	0,87	0,38	0,39	n.d.	2,41	1,39	0,30	11,56
PR2019-4	0,11	n.d.	n.d.	n.d.	0,14	n.d.	1,59	1,45	n.d.	0,15	0,14	n.d.	3,58
PR2019-5	n.d.	0,15	0,18	2,67	3,42	0,34	0,43	0,27	1,14	4,70	0,41	n.d.	13,71
PR2019-6	0,12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,19	1,56	2,05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,92
PR2019-7	0,17	0,18	0,24	0,51	0,97	0,18	0,79	0,86	0,64	1,26	0,38	n.d.	6,18
PR2019-8	n.d.	n.d.	n.d.	2,53	1,44	0,64	0,72	0,44	0,62	4,87	1,03	n.d.	12,29
PR2019-9	n.d.	0,25	0,34	2,62	2,31	0,34	0,79	0,41	1,56	3,51	0,49	n.d.	12,62
PR2019-10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,19	2,78	2,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5
PR2019-11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,12	0,16	2,56	2,08	n.d.	0,11	n.d.	n.d.	5,03
PR2019-12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,16	3,21	2,37	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,74
PR2019-13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,15	2,40	1,79	n.d.	n.d.	0,12	n.d.	4,46
PR2019-14	n.d.	0,34	0,35	4,21	1,82	0,69	0,37	0,27	n.d.	4,27	1,39	n.d.	13,71
povprečje	0,16	0,21	0,25	1,51	0,78	0,23	1,33	1,11	0,74	1,23	0,37	0,22	5,20
min	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,11	0,18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,81
maks	0,38	0,34	0,38	4,21	3,42	0,69	3,21	3,10	1,79	4,70	1,39	0,30	13,71

n.d.: pod mejo detekcije

15 ZAKLJUČEK

Fenolne spojine so v propolisu zelo značilne. Kljub nizkim koncentracijami posameznih fenolnih spojin, ki smo jih v sklopu aplikativne raziskave analizirali lahko rečemo, da pa je raznolikost različnih fenolnih spojin v propolisu pridelanem na območju Republike Slovenije precej pestra. To je tudi dokaz, da čebele iščejo in nabirajo osnovne surovine – smole na različnih drevesih kot tudi podrasti.

Pridobljene rezultate je težko primerjati z drugimi študijami, saj ni uveljavljene standardne metode za določanje fenolnih spojin, uporabljajo se tudi različne ekstrakcije fenolnih spojin iz propolisa.

Pridobljene rezultate je težko primerjati z drugimi študijami, tudi zaradi variabilnosti v sestavi propolisa glede na območje pridelave. Za karakterizacijo topol tipa propolisa, ki je značilen za Evropo, je potrebno določiti skupne flavone, flavonole, flavanone in dihidroflavonole ter skupno vsebnost fenolov, pri čemer tipičen topol tip propolisa vsebuje 8 ± 4 % flavonov/flavonolov, 6 ± 2 % flavanonov/dihidroflavonolov, 28 ± 9 % skupnih fenolov (Bankova, 2005). V naših vzorcih je bilo največ fenolnih spojin 13,71 %, z manj natančno metodo do 24 %, kar je pod povprečjem, ki ga predlagajo, flavonov/flavonolov z manj natančno metodo smo določili največ do 2,8 %, flavanonov/dihidroflavonolov pa do 7 %, slednji edino ustrezajo predlogu. Kamenšek (2011) je v svoji raziskavi slovenskega propolisa našla v povprečju 31,99 %, največ 50,89 %, najmanj pa 1,55 % skupnih fenolnih spojin, kar je v povprečju več kot mi, vendar pa je tudi njena najnižja vrednost zelo nizka. Flavonov/flavonolov je našla v povprečju 3,58 %, v razponu od 0,08 do 9,82 %, flavanonov/dihidroflavonolov pa v povprečju 4,66 % v razponu od 0,39 % do 8,72 % (Kamenšek, 2011).

Pridobljeni rezultati so osnova za podatkovno zbirko o vsebnosti fenolnih spojih v propolisu pridobljenem na območju Republike Slovenije, ki jih je potrebno v nadaljevanju dopolnjevati in upoštevati pri pripravi morebitnih standardov propolisa na nivoju EU. Preden se na EU pripravijo standardi o vsebnosti fenolnih spojin, je potrebno vpeljati enotno metodo, tako da bodo rezultati med seboj primerljivi. Predlog Bankove (2005) je potrebno ustrezno prilagoditi, saj že na območju Republike Slovenije opazamo veliko raznolikost, variabilnost je velika tako znotraj statističnih regij, kot tudi leta pridelave.

16 VIRI

Bankova V., Popova M., Bogdanov S., Sabatini A. G. 2002. Chemical composition of European propolis: expected and unexpected results. [Zeitschrift für Naturforschung C](#), 57, 5-6: 530-3

Bankova V. 2005. Chemical diversity of propolis and the problem of standardization. *Journal of Ethnopharmacology*, 100: 114-117

Bankova V. 2009. Chemical diversity of propolis makes it a valuable source of new biologically active compounds. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 1, 2: 23-28

Burdock G. A. 1998. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis). *Food and Chemical Toxicology*, 39: 347-363

Coneac G., Gafițanu E., Hădăruga D. I., Hădăruga N. G., Pînzaru I. A., Bandur G., Urșica L., Păunescu V., Gruia A. 2008. Flavonoid contents of propolis from west side of Romania and correlation with antioxidant activity. *Chemical Bulletin »POLITEHNICA« University*, 53, 67: 56-60

Falcão S. I., Vale N., Gomes P., Domingues M. R. M., Freire C., Cardoso S. M., Vilas-Boas M. 2012. Phenolic profiling of Portuguese propolis by LC-MS spectrometry: uncommon propolis rich in flavonoid glycosides. *Phytochemical analysis*, 24:309-318

Huang S., Zhang C. P., Wai K., Li G. Q., Hu F. H. 2014. Recent advances in the chemical composition of propolis, *Molecules*, 19: 19610-19632

Jedlovčnik N., Pušnik V. 2011. Propolis. V: Slovensko čebelarstvo v tretje tisočletje II. Zdešar P. (ur.) Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 351-362

Kamenšek, M. 2011. Spektrofotometrično določanje flavonoidov v slovenskem propolisu. Izobraževalni center Piramida Maribor, Diplomaska naloga, 72 str.

Kandolf Borovšak, A., Lilek, N., Bertoncej, J., Korošec, M., Klemenčič Štrukelj, N. 2017. Letno poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov ter vpliv postopkov obdelave in shranjevanja cvetnega prahu na njegovo kemijsko in mikrobiološko sestavo za leto 2017, 97 str.

Kandolf Borovšak, A., Lilek, N., Bertoncej, J., Korošec, M., Samec, T., Klemenčič Štrukelj, N. 2018. Letno poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov ter vpliv postopkov obdelave in shranjevanja cvetnega prahu na njegovo kemijsko in mikrobiološko sestavo za leto 2017, 83 str.

Kosalec, I., Bakmaz M., Pepelnjak S., Vladimir-Knežević, S. 2004. Quantitative analysis of the flavonoids in raw propolis from northern Croatia. *Acta Pharmaceutica*, 54: 65-72

Medić-Šarić M., Bojić M., Rastija V., Cvek J. 2013. Polyphenolic profiling of Croatian propolis and wine. *Food Technology and Biotechnology*, 512: 159-170

Marcucci MC. 1995. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie*, 26: 83-99

Popova M. P., Bankova V. S., Bogdanov S., Tsvetkova I., Naydenski C., Marcazzan G. L., Sabatini A. G. 2007. Chemical characteristics of poplar type propolis of different geographical origin. *Apidologie*, 38: 306-311

Sforcin J. M. 2007. Propolis and the immune system: a review. *Journal of Ethnopharmacology*, 13, 1:1-14

17 NAVODILA ZA ČEBELARJE

17.1 CVETNI PRAH

Cvetni prah je mikrobiološko občutljivo živilo, zato je način pridobivanja, obdelave in skladiščenja tega čebeljega pridelka zelo pomemben. Skladiščimo lahko svež cvetni prah ali posušen. Na podlagi rezultatov analiz naše raziskave je svež cvetni prah najboljše hraniti v zmrzovalniku, tudi krajše obdobje, saj je pri svežem cvetnem prahu hranjenem v hladilniku mikrobiološka nestabilnost višja. S toplotno obdelavo cvetnega prahu, zaradi zmanjšanja vsebnosti vode in skupnega števila mikroorganizmov, podaljšamo stabilnost in s tem obstojnost pridelka. Ugotavljamo, da s sušenjem cvetnega prahu uspešno zagotavljamo varnost tega pridelka. Cvetni prah je potrebno dobro posušiti, po sušenju pa pridelek lahko hranimo tudi na sobni temperaturi. Temperaturi sušenja 35 °C in 40 °C imata glede zmanjšanja števila mikroorganizmov podoben učinek, vendar zaradi ohranjanja hranilne vrednosti in encimske aktivnosti cvetnega prahu priporočamo, da temperatura sušenja ne preseže 35 °C. V naši raziskavi ugotavljamo, da je antioksidativni potencial cvetnega prahu sušenega na 35°C večji v primerjavi z antioksidativnim potencialom cvetnega prahu sušenega na 40°C, najbolj pa se antioksidativni potencial ohrani z zmrzovanjem cvetnega prahu.

Učinkovitost smukanja cvetnega prahu je odvisna od več dejavnikov. V raziskavi ugotavljamo, da se v raziskavi uporabljeni smukalniki glede donosa cvetnega prahu v posameznih obdobjih spremljanja razlikujejo, in ni pravila, da bi bil vedno en tip smukalnika najbolj donosen. V povprečju beležimo dnevni donos cvetnega prahu med smukalniki kot sledi: tip1 < tip 2 < tip 3. Povprečni donosi pa so največji v mesecu maju in juniju. Pri nakupu smukalnika je potrebno biti pozoren tudi na druge lastnosti, kot so npr. namestitev, ustrezen material, zračnost, enostavnost čiščenja, itd. Glede na te lastnosti smo ocenili uporabljen tipe smukalnikov kot sledi: tip 2 < tip 3 < tip 1. Svetujemo, da so čebelarji pri nakupu smukalnikov pozorni na material iz katerega so izdelani, saj menimo, da je lahko vzdrževanje smukalnika ključno pri zagotavljanju varnosti in kakovosti cvetnega prahu. Z upoštevanjem cene smukalnikov na tržišču in priporočene cene cvetnega prahu se čebelarju strošek nakupa v nalogi uporabljenih smukalnikov v ugodnih vremenskih in pašnih pogojih amortizira že v eni čebelarski sezoni.

Z našimi rezultati smo prispevali pomemben korak k izboljšanju pridelave cvetnega prahu, pri čemer pa moramo vedno upoštevati tudi specifičnost lokacije, vpliv čebelje družine in vremenskih razmer, saj so rezultati testiranih smukalnikov lahko v drugih pogojih drugačni.

17.2 MATIČNI MLEČEK

Čebelarjem svetujemo, da naj matični mleček shranjujejo v hladilniku ali zmrzovalniku. Za daljše shranjevanje priporočamo zamrzovanje. Matični mleček naj porabijo znotraj enega,

največ znotraj 1,5 leta, saj se vrednosti nekaterih fizikalno-kemijskih parametrov po skladiščenju spremenijo, razlike pa so opazne tudi v barvi matičnega mlečka.

Če čebelarji nameravajo prodajati matični mleček kot tip 1, potem čebeljih družin med pridelavo matičnega mlečka ne smejo krmiti, saj se dodajanje sladkorja odraža na spremenjeni sestavi sladkorjev v matičnem mlečku.

17.3 PROPOLIS

Propolis pridelan na območju Republike Slovenije vsebuje različne fenolne spojine, njihova skupna vsebnost pa je v povprečju majhna. Čebelarji naj propolis pridelujejo v skladu z dobro čebelarsko prakso.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

18 PODATKOVNA ZBIRKA O ČEBELJIH PRIDELKI SLOVENSKEGA POREKLA

18.1 CVETNI PRAH

Preglednica 40: Podatki o vzorcih: število vzorcev, statistična regija oznaka in leto pridelave

Zaporedna številka	Statistična regija	Oznaka	Letnik pridelave
1	jugovzhodna Slovenija	G1 17	2017
2	jugovzhodna Slovenija	SK 11 17	2017
3	gorenjska	K1 17	2017
4	gorenjska	N1 17	2017
5	gorenjska	N11 17	2017
6	goriška	P1 17	2017
7	osrednjeslovenska	H11 17	2017
8	osrednjeslovenska	SK 1 17	2017
9	osrednjeslovenska	Z1 17	2017
10	osrednjeslovenska	H12 17	2017
11	osrednjeslovenska	H1 17	2017
12	pomurska	Š1 17	2017
13	obalno-kraška	S1 17	2017
14	zasavska	D1 17	2017
15	osrednjeslovenska	OS1 17	2017
16	osrednjeslovenska	OS 2 17	2017
17	osrednjeslovenska	OS 3 17	2017
18	osrednjeslovenska	OS 4 17	2017
19	osrednjeslovenska	OS 5 17	2017
20	jugovzhodna Slovenija	SK1P 17	2017
21	gorenjska	N1P 17	2017
22	jugovzhodna Slovenija	JV 1 18	2018
23	gorenjska	GOR 1 18	2018
24	gorenjska	GOR 2 18	2018
25	zasavska	ZAS 1 18	2018
26	primorsko-notranjska	PN 1 18	2018
27	primorsko-notranjska	PN2 18	2018
28	savinjska	SAV1 18	2018
29	osrednjeslovenska	CP1	2018
30	jugovzhodna Slovenija	CP 2	2018
31	pomurska	CP3	2018
32	gorenjska	CP 4	2018
33	posavska	CP 5	2018
34	osrednjeslovenska	CP 6	2018
35	osrednjeslovenska	CP7	2019
36	Gorenjska	CP8	2019
37	Gorenjska	CP9	2019
38	zasavska	CP10	2019
39	jugovzhodna Slovenija	CP11	2019
40	obalno-kraška	CP12	2019

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 41: Rezultati kemijskih analiz slovenskega cvetnega prahu- osmukanca

Oznaka	Vsebnost vode g/100 g	Vsebnost beljakovin g/100 g	Vsebnost maščob g/100 g	Vsebnost pepela g/100 g	Vsebnost skupnih ogljikovih hidratov g/100 g	Energijska vrednost kJ/100 g
G1 17	23,0	16,7	8,5	2,4	52,7	1494
SK 11 17	19,6	16,3	7,1	2,9	54,1	1460
K1 17	23,9	14,3	9,3	1,3	51,2	1457
N1 17	22,0	18,9	6,2	2,0	50,9	1416
N11 17	19,4	16,8	6,9	2,6	54,3	1464
P1 17	23,0	19,0	7,5	2,2	48,3	1421
H11 17	33,5	18,0	7,5	2,1	38,9	1245
SK 1 17	24,1	23,2	5,9	2,3	44,5	1369
Z1 17	21,9	15,5	6,4	2,4	53,8	1415
H12 17	20,3	16,7	7,3	2,7	53,0	1456
H1 17	29,9	12,9	6,0	1,4	49,7	1287
Š1 17	16,3	24,9	12,0	2,5	44,3	1620
S1 17	17,6	22,5	8,4	2,2	49,3	1531
D1 17	21,7	15,4	8,5	1,7	52,7	1472
OS1 17	18,9	16,4	4,8	2,4	57,5	1434
OS 2 17	18,5	17,9	6,2	2,0	55,4	1476
OS 3 17	15,2	17,8	5,3	2,1	59,7	1513
OS 4 17	23,0	14,6	5,4	2,0	55,0	1384
OS 5 17	17,8	17,0	7,3	2,0	55,8	1508
SK1P 17	12,4	27,4	7,3	2,7	50,2	1589
N1P 17	13,7	19,2	8,4	2,2	56,6	1599
JV 1 18	20,0	15,5	4,0	2,7	57,8	1393
GOR 1 18	27,5	17,2	7,5	2,7	45,1	1336
GOR 2 18	18,3	19,7	6,3	2,2	53,5	1478
ZAS 1 18	26,7	15,3	7,5	2,5	48,1	1354
PN 1 18	30,1	19,4	6,6	1,9	42,0	1289
PN2 18	25,3	19,3	7,2	2,1	46,0	1377
SAV1 18	27,9	17,1	6,6	2,5	45,9	1315
CP1	27,9	14,3	6,3	2,6	48,9	1308
CP 2	19,6	24,1	6,8	2,7	46,8	1457
CP3	24,5	13,0	6,2	3,2	53,1	1353
CP 4	19,1	21,9	7,6	2,4	49,1	1487
CP 5	13,2	22,8	7,7	2,8	53,6	1583
CP 6	20,0	20,7	3,6	2,1	53,6	1397
CP7	25,5	10,0	5,0	1,6	58,0	1340
CP8	20,4	15,5	9,9	1,4	52,8	1528
CP9	23,4	14,4	10,1	1,1	51,0	1486
CP10	31,3	14,9	6,1	1,7	46,0	1261
CP11	27,3	15,9	6,6	1,6	48,6	1341
CP12	16,3	20,6	9,8	2,2	51,1	1582
MIN	12,4	10,0	3,6	1,1	38,9	1245
MAKS	33,5	27,4	12,0	3,2	59,7	1620
povprečje	22,0	17,8	7,1	2,2	51,0	1432
S.D.	5,0	3,6	1,6	0,5	4,6	96

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 42: Rezultati vsebnosti skupnih fenolov in antioksidativni potencial slovenskega cvetnega prahu- osmukanca

Oznaka	Vsebnost skupnih fenolov (mg GK/g SS)	EC 50 (mg/l reak.zm)
D1 17	11,3	21,9
K1 17	8,8	16,8
H1 17	8,9	10,5
G1 17	9,2	10,4
S1 17	10,5	10,8
N1 17	10,4	14,3
Š1 17	13,1	2,4
H11 17	12,4	13,3
P1 17	10,7	7,7
SK 1 17	11,4	6,7
SK 11 17	6,5	5,9
Z1 17	8,5	11,3
N11 17	8,1	10,6
H12 17	8,6	6,8
OS1 17	6,7	8,3
OS2 17	12,8	4,1
OS3 17	6,5	5,3
OS4 17	8,7	14,0
OS5 17	6,9	5,4
SK1 P 17	11,3	7,5
N1 P 17	5,9	10,9
PN1 18	12,7	11,8
PN2 18	10,7	10,1
GOR1 18	8,4	10,6
GOR2 18	11,7	11,8
ZAS1 18	8,6	10,8
JV1 18	7,1	8,7
SAV1 18	7,1	9,5
CP1 2018	11,0	12,2
CP2 2018	14,2	11,7
CP3 2018	5,8	13,0
CP4 2018	14,4	11,7
CP5 2018	9,6	7,4
CP6 2018	24,4	3,9
CP7 2019	5,9	11,1
CP8 2019	11,0	10,1
CP9 2019	10,0	18,0
CP10 2019	8,7	8,7
CP11 2019	8,3	9,0
CP12 2019	13,0	9,8
MIN	5,8	2,4
MAKS	24,4	21,9
povprečje	10,0	10,1
S.D.	3,3	3,8

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 43: Mikrobiološka slika slovenskega cvetnega prahu-osmukanca

Oznaka vzorca	Mezofilni aerobni mikroorganizmi	Kvasovke	Plesni	Koliformni mikroorganizmi
D117	$2,03 \times 10^6$	$1,60 \times 10^6$	$3,00 \times 10^5$	$1,30 \times 10^4$
K117	$6,30 \times 10^5$	$1,55 \times 10^6$	$3,50 \times 10^5$	$1,02 \times 10^4$
H117	$1,07 \times 10^6$	$1,50 \times 10^6$	$1,50 \times 10^5$	$4,25 \times 10^3$
G117	$1,63 \times 10^6$	$1,25 \times 10^6$	$2,50 \times 10^5$	$9,00 \times 10^3$
S117	$4,47 \times 10^6$	$3,86 \times 10^7$	<100	$3,30 \times 10^3$
N117	$4,44 \times 10^6$	$9,50 \times 10^5$	$3,50 \times 10^5$	$3,45 \times 10^3$
Š117	$3,25 \times 10^5$	$1,50 \times 10^3$	$4,80 \times 10^4$	$9,50 \times 10^2$
H1117	$2,13 \times 10^6$	$2,86 \times 10^5$	$7,00 \times 10^3$	$1,17 \times 10^4$
P117	$3,57 \times 10^6$	$4,36 \times 10^5$	$8,00 \times 10^3$	$6,75 \times 10^3$
SK117	$1,50 \times 10^6$	$1,80 \times 10^6$	$1,00 \times 10^5$	$1,70 \times 10^3$
SK1117	$2,41 \times 10^6$	$6,00 \times 10^5$	<100	$9,30 \times 10^3$
Z117	$1,91 \times 10^6$	$7,00 \times 10^5$	<100	$4,45 \times 10^3$
N1117	$4,96 \times 10^6$	$2,04 \times 10^4$	$1,85 \times 10^3$	$8,95 \times 10^3$
H1217	$2,22 \times 10^6$	$8,25 \times 10^4$	$9,00 \times 10^3$	$3,28 \times 10^4$
N1P M	$4,65 \times 10^4$	$4,10 \times 10^3$	$1,10 \times 10^3$	$6,15 \times 10^2$
OS5 17	$2,76 \times 10^4$	$3,30 \times 10^3$	$2,50 \times 10^2$	$9,25 \times 10^2$
SK1 P	<10 ²	$3,25 \times 10^4$	$3,25 \times 10^4$	$4,50 \times 10^2$
OS4 17	$2,45 \times 10^3$	$5,00 \times 10^2$	$1,50 \times 10^3$	$1,50 \times 10^1$
OS3 17	$2,00 \times 10^5$	$1,35 \times 10^4$	$9,50 \times 10^2$	$1,50 \times 10^4$
OS2 17	$8,30 \times 10^5$	$1,05 \times 10^4$	$2,25 \times 10^3$	$3,65 \times 10^3$
OS1 17	$2,10 \times 10^5$	$2,73 \times 10^4$	$2,60 \times 10^3$	$4,72 \times 10^4$
PN 2 18	$3,18 \times 10^6$	$2,65 \times 10^3$	$3,50 \times 10^4$	$7,75 \times 10^3$
GOR 1 18	$3,00 \times 10^6$	$2,05 \times 10^3$	$4,00 \times 10^4$	$4,45 \times 10^3$
GOR 2 18	$1,22 \times 10^6$	$1,50 \times 10^4$	$5,50 \times 10^4$	$8,75 \times 10^3$
SAV 2 18	$1,46 \times 10^6$	$2,50 \times 10^4$	$1,10 \times 10^5$	$4,68 \times 10^4$
ZAS 1 18	$1,01 \times 10^6$	$2,50 \times 10^4$	$7,50 \times 10^4$	$3,60 \times 10^3$
PN 1 18	$1,55 \times 10^7$	$3,50 \times 10^4$	$4,15 \times 10^5$	$1,15 \times 10^2$
JV 1 18	$4,38 \times 10^6$	$7,40 \times 10^3$	$1,20 \times 10^4$	$7,75 \times 10^3$
CP1	$3,05 \times 10^3$	$1,30 \times 10^3$	$5,00 \times 10^2$	$4,85 \times 10^3$
CP2	$2,05 \times 10^6$	<10 ²	$4,30 \times 10^5$	$3,35 \times 10^3$
CP3	$5,85 \times 10^5$	$7,45 \times 10^5$	$1,00 \times 10^3$	<10 ¹
CP4	$1,62 \times 10^6$	$4,00 \times 10^4$	$4,35 \times 10^5$	$7,05 \times 10^3$
CP5	$1,21 \times 10^6$	$1,52 \times 10^6$	$2,50 \times 10^4$	<10 ¹
CP6	$7,20 \times 10^5$	$3,45 \times 10^5$	$5,00 \times 10^4$	$9,10 \times 10^3$
CP7	$4,18 \times 10^6$	$1,90 \times 10^3$	$2,20 \times 10^5$	<10 ¹
CP8	$1,12 \times 10^6$	$8,50 \times 10^4$	$3,35 \times 10^3$	$6,50 \times 10^2$
CP9	$1,41 \times 10^6$	$4,05 \times 10^3$	$3,15 \times 10^5$	$3,80 \times 10^3$
CP10	$1,38 \times 10^6$	$6,20 \times 10^3$	$4,05 \times 10^5$	$2,25 \times 10^3$
CP11	$9,15 \times 10^5$	$4,65 \times 10^3$	$1,55 \times 10^5$	$6,00 \times 10^3$
CP12	$1,10 \times 10^5$	$1,45 \times 10^3$	$7,00 \times 10^4$	$6,50 \times 10^2$
Povprečje	$2,35 \times 10^6$	$1,36 \times 10^6$	$1,05 \times 10^5$	$7,62 \times 10^3$
S.D.	$3,32 \times 10^6$	$6,07 \times 10^6$	$1,42 \times 10^5$	$1,08 \times 10^4$
MIN	1×10^2	< $1,00 \times 10^2$	< $1,00 \times 10^2$	< $1,00 \times 10^1$
MAKS	$1,55 \times 10^7$	$3,86 \times 10^7$	$4,35 \times 10^5$	$4,72 \times 10^4$

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

18.2 MATIČNI MLEČEK

Preglednica 44: Podatki o vzorcih:oznaka vzorca, statistična regija in leto pridelave

Zap. št.	Oznaka	Regija	Letnik pridelave
1	K. MLEČEK 2017-1	podravska	2016
2	K. MLEČEK 2017-2	podravska	2017
3	K. MLEČEK 2017-3	podravska	2016
4	K. MLEČEK 2017-4	podravska	2017
5	K. MLEČEK 2017-5	podravska	2017
6	K. MLEČEK 2017-6	osrednjeslovenska	2016
7	K. MLEČEK 2017-7	posavska	2017
8	K. MLEČEK 2017-8	posavska	2017
9	K. MLEČEK 2017-9	podravska	2017
10	K. MLEČEK 2017-10	gorenjska	2017
11	K. MLEČEK 2017-11	osrednjeslovenska	2016
12	K. MLEČEK 2017-12	gorenjska	2017
13	K. MLEČEK 2018-1	podravska	2017
14	K. MLEČEK 2018-2	podravska	2017
15	K. MLEČEK 2018-3	podravska	2017
16	K. MLEČEK 2018-4	podravska	2017
17	K. MLEČEK 2018-5	osrednjeslovenska	2017
18	K. MLEČEK 2018-6	osrednjeslovenska	2017
19	K. MLEČEK 2018-7	posavska	2017
20	K. MLEČEK 2018-8	podravska	2017
21	K. MLEČEK 2018-9	gorenjska	2017
22	K. MLEČEK 2018-10	gorenjska	2017
23	K. MLEČEK 2018-11	osrednjeslovenska	2017
24	K. MLEČEK 2018-12	posavska	2017
25	K. MLEČEK 2019-1	podravska	2018
26	K. MLEČEK 2019-2	podravska	2018
27	K. MLEČEK 2019-3	podravska	2018
28	K. MLEČEK 2019-4	podravska	2018
29	K. MLEČEK 2019-5	podravska	2018
30	K. MLEČEK 2019-6	posavska	2018
31	K. MLEČEK 2019-7	osrednjeslovenska	2018
32	K. MLEČEK 2019-8	gorenjska	2018
33	K. MLEČEK 2019-9	gorenjska	2018
34	K. MLEČEK 2019-10	osrednjeslovenska	2018
35	K. MLEČEK 2019-11	posavska	2018

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAK: maksimalna vrednost

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 45: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz slovenskega matičnega mlečka

Oznaka vzorca	Parameter						
	Vsebnost vode (g/100 g)	Vsebnost pepela (g/100 g)	Vrednost pH	Kislost (ml 0,1 M NaOH/g)	Vsebnost beljakovin (g/100 g)	Vsebnost maščob (g/100 g)	Vsebnost 10-HDA (g/100 g)
K. MLEČEK 2017-1	67,2	0,97	3,82	4,36	12,34	7,65	3,26
K. MLEČEK 2017-2	66,3	1,08	3,80	4,21	12,12	6,69	2,72
K. MLEČEK 2017-3	65,1	0,98	3,81	4,39	11,90	6,62	2,96
K. MLEČEK 2017-4	66,5	1,03	3,81	4,18	12,10	6,25	2,78
K. MLEČEK 2017-5	65,9	1,03	3,83	4,21	12,55	6,05	2,82
K. MLEČEK 2017-6	66,3	1,06	3,87	3,96	12,49	5,85	2,64
K. MLEČEK 2017-7	66,3	1,08	3,73	4,25	12,31	5,54	3,10
K. MLEČEK 2017-8	66,4	1,01	3,74	4,34	11,92	6,37	3,01
K. MLEČEK 2017-9	64,5	0,94	3,78	4,35	12,00	4,65	2,70
K. MLEČEK 2017-10	67,8	0,97	3,84	3,74	11,66	4,59	2,50
K. MLEČEK 2017-11	66,0	1,03	3,84	4,51	12,74	5,53	2,79
K. MLEČEK 2017-12	67,3	1,01	3,86	3,81	11,69	5,55	2,48
K. MLEČEK 2018-1	64,7	1,01	3,91	4,06	13,30	5,20	2,82
K. MLEČEK 2018-2	66,5	1,00	3,91	4,38	12,24	5,71	3,05
K. MLEČEK 2018-3	65,4	1,08	3,82	4,63	12,79	5,81	3,11
K. MLEČEK 2018-4	64,6	1,04	3,81	4,26	12,96	5,03	2,71
K. MLEČEK 2018-5	65,7	1,17	3,80	4,28	12,37	5,28	3,01
K. MLEČEK 2018-6	64,9	1,11	3,85	4,31	12,68	5,09	2,83
K. MLEČEK 2018-7	62,9	1,15	3,86	4,77	13,94	5,38	2,86
K. MLEČEK 2018-8	64,4	0,98	3,84	4,73	12,22	5,97	3,31
K. MLEČEK 2018-9	64,4	0,95	3,94	3,89	12,24	4,02	2,46
K. MLEČEK 2018-10	66,2	0,94	3,75	3,95	11,33	4,04	2,56
K. MLEČEK 2018-11	64,8	1,05	3,82	4,57	12,54	5,01	2,81
K. MLEČEK 2018-12	67,7	1,01	3,94	4,16	11,86	5,34	2,62
K. MLEČEK 2019-1	65,0	1,00	3,69	4,30	12,56	5,57	2,92
K. MLEČEK 2019-2	64,7	0,97	3,70	3,92	12,90	5,06	2,93
K. MLEČEK 2019-3	65,9	1,00	3,68	3,81	12,51	5,04	2,81
K. MLEČEK 2019-4	66,3	1,11	3,69	4,30	13,09	5,31	2,88
K. MLEČEK 2019-5	65,1	0,97	3,66	4,18	12,17	5,81	2,84
K. MLEČEK 2019-6	65,1	1,05	3,61	4,22	12,57	5,41	2,7
K. MLEČEK 2019-7	65,4	0,91	3,59	3,64	12,06	5,31	2,89
K. MLEČEK 2019-8	63,7	0,88	3,66	3,87	12,03	4,86	2,47
K. MLEČEK 2019-9	64,9	1,04	3,63	4,05	12,86	4,13	2,32
K. MLEČEK 2019-10	66,3	1,03	3,68	4,32	12,47	5,01	2,88
K. MLEČEK 2019-11	66,3	0,99	3,71	3,88	12,00	4,94	2,88
Povprečje	65,6	1,02	3,78	4,19	12,39	5,42	2,81
S.D.	1,1	0,06	0,09	0,28	0,51	0,75	0,22
MIN	62,90	0,88	3,59	3,64	11,33	4,02	2,32
MAKS	67,80	1,17	3,94	4,77	13,94	7,65	3,31

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 46: Vsebnost sladkorjev v slovenskem matičnem mlečku

Oznaka vzorca	Vsebnost sladkorjev (g/100 g)							
	Fru	Glu	Sah	Mal	Er	Mel	Fru+Glu+Sah	Skupni sladkorji
K. MLEČEK 2017-1	4,3	5,2	0,7	0,5	n. d.	n.d.	10,2	10,7
K. MLEČEK 2017-2	2,5	3,7	1,4	0,5	0,6	n.d.	7,6	9,5
K. MLEČEK 2017-3	4	5,3	0,7	0,5	n. d.	n.d.	10	10,5
K. MLEČEK 2017-4	2,6	4,5	1,1	0,5	0,7	n.d.	8,2	9,4
K. MLEČEK 2017-5	3,3	4,1	0,5	0,5	0,5	n.d.	7,9	8,9
K. MLEČEK 2017-6	4,4	4,2	n.d.	0,5	n.d.	n.d.	8,6	9,1
K. MLEČEK 2017-7	3,4	4,5	0,6	0,6	0,5	n.d.	8,5	9,6
K. MLEČEK 2017-8	3,2	4,2	0,8	0,5	0,5	0,6	8,2	9,8
K. MLEČEK 2017-9	4,5	5	n.d.	0,5	n.d.	n.d.	9,5	10
K. MLEČEK 2017-10	2,3	3,4	2	0,5	0,8	0,7	7,7	9,7
K. MLEČEK 2017-11	4,1	4,4	n.d.	0,6	n. d.	n.d.	8,5	9,1
K. MLEČEK 2017-12	2,4	3,9	1,6	0,6	0,7	0,5	7,9	9,7
K. MLEČEK 2018-1	2,6	4,8	1,8	n.d.	0,5	n.d.	9,2	9,7
K. MLEČEK 2018-2	2,3	4,8	0,9	n.d.	n.d.	n.d.	8	8
K. MLEČEK 2018-3	3,3	6,2	0,5	n.d.	n.d.	n.d.	10	10
K. MLEČEK 2018-4	2,9	5,1	1,4	n.d.	n.d.	n.d.	9,4	9,4
K. MLEČEK 2018-5	3,4	5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,4	8,4
K. MLEČEK 2018-6	3,7	5,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8,9	8,9
K. MLEČEK 2018-7	3,6	4	0,9	n.d.	n.d.	n.d.	8,5	8,5
K. MLEČEK 2018-8	2,9	5,7	0,7	n.d.	n.d.	n.d.	9,3	9,3
K. MLEČEK 2018-9	2,7	5,1	3,3	n.d.	n.d.	n.d.	11,1	11,1
K. MLEČEK 2018-10	3,2	5,9	1,2	n.d.	n.d.	n.d.	10,3	10,3
K. MLEČEK 2018-11	3,2	5,2	1	n.d.	n.d.	n.d.	9,4	9,4
K. MLEČEK 2018-12	4	5,8	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9,8	9,8
K. MLEČEK 2019-1	4,3	5,9	0,7	0,7	n.d.	n.d.	10,9	11,6
K. MLEČEK 2019-2	3,4	4,5	1,7	n.d.	0,7	n.d.	9,6	10,3
K. MLEČEK 2019-3	3,1	4,1	2,0	n.d.	0,6	n.d.	9,2	9,8
K. MLEČEK 2019-4	3,1	5,2	1,0	n.d.	n.d.	n.d.	9,3	9,3
K. MLEČEK 2019-5	4,2	4,8	1,6	0,5	n.d.	n.d.	9,0	11,1
K. MLEČEK 2019-6	4,4	4,9	0,9	n.d.	n.d.	n.d.	9,3	10,2
K. MLEČEK 2019-7	3,0	4,3	2,8	0,5	0,5	n.d.	10,1	11,1
K. MLEČEK 2019-8	3,9	4,9	2,5	0,6	n.d.	n.d.	11,3	11,9
K. MLEČEK 2019-9	4,2	4,8	1,2	0,6	n.d.	n.d.	10,2	10,8
K. MLEČEK 2019-10	4,1	5,2	0,9	n.d.	n.d.	n.d.	10,2	10,2
K. MLEČEK 2019-11	4,2	5,1	0,8	0,6	n.d.	n.d.	10,1	10,7
Povprečje	3,4	4,8	1,1	0,3	0,2	0,1	9,3	9,9
S.D.	0,7	0,7	0,8	0,3	0,3	0,2	1,0	0,9
MIN	2,30	3,4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7,60	8,00
MAKS	4,5	6,2	3,3	0,7	0,8	0,7	11,3	11,9

Fru: fruktoza; Glu: glukoza; Sah: saharoza; Mal: maltoza; Er: erloza; Mel: melecitoza

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

n.d.: pod mejo detekcije (< 0,5 g/100 g)

odebeljene vrednosti so v neskladju s predlogom Sabatini in sod., 2009, obarvane pa z ISO standardom, 2016

*v primeru n.d. vrednosti smo pri računanju povprečja za n.d. vzeli vrednost 0

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Preglednica 47: Maščobnokislinska sestava slovenskega matičnega mlečka

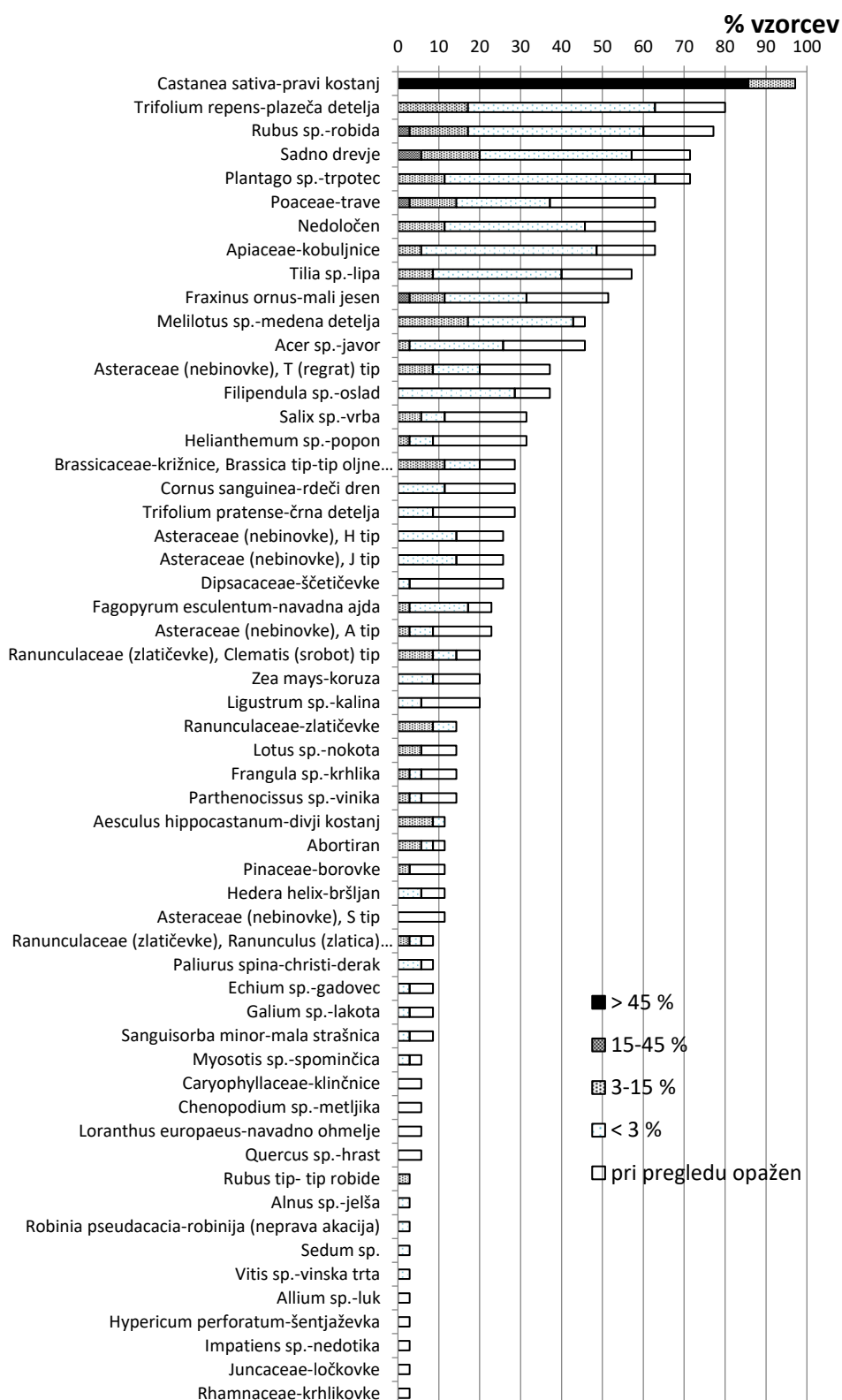
Oznaka vzorca	Vsebnost maščobnih kislin (g/100 g)							
	MK 1	MK 2	MK 3	MK 4	MK 5	MK 6	MK 7	MK 8
K. MLEČEK 2017-1	0,26	0,20	0,20	1,31	4,38	0,22	0,26	0,26
K. MLEČEK 2017-2	0,26	0,14	0,15	0,94	3,11	0,16	0,18	0,22
K. MLEČEK 2017-3	0,28	0,15	0,17	1,06	3,59	0,19	0,21	0,23
K. MLEČEK 2017-4	0,28	0,16	0,18	1,09	3,67	0,21	0,23	0,24
K. MLEČEK 2017-5	0,27	0,15	0,15	0,97	3,29	0,17	0,19	0,20
K. MLEČEK 2017-6	0,23	0,15	0,14	0,99	3,43	0,18	0,21	0,18
K. MLEČEK 2017-7	0,25	0,19	0,15	1,05	3,48	0,17	0,18	0,20
K. MLEČEK 2017-8	0,25	0,18	0,18	1,19	4,04	0,21	0,25	0,22
K. MLEČEK 2017-9	0,25	0,17	0,17	1,05	3,47	0,18	0,22	0,23
K. MLEČEK 2017-10	0,23	0,15	0,14	1,00	3,41	0,18	0,21	0,21
K. MLEČEK 2017-11	0,25	0,16	0,19	1,06	3,64	0,20	0,24	0,24
K. MLEČEK 2017-12	0,23	0,14	0,18	0,89	3,06	0,18	0,21	0,20
K. MLEČEK 2018-1	0,18	0,13	0,11	0,78	2,63	0,12	0,13	0,13
K. MLEČEK 2018-2	0,17	0,12	0,12	0,91	3,09	0,14	0,16	0,15
K. MLEČEK 2018-3	0,20	0,12	0,15	0,86	2,91	0,16	0,19	0,18
K. MLEČEK 2018-4	0,17	0,10	0,12	0,74	2,53	0,13	0,16	0,14
K. MLEČEK 2018-5	0,18	0,11	0,11	0,75	2,49	0,13	0,15	0,14
K. MLEČEK 2018-6	0,21	0,14	0,14	0,92	3,04	0,16	0,18	0,16
K. MLEČEK 2018-7	0,15	0,10	0,09	0,86	2,81	0,11	0,12	0,10
K. MLEČEK 2018-8	0,19	0,12	0,13	0,89	2,88	0,14	0,16	0,16
K. MLEČEK 2018-9	0,10	0,07	0,07	0,63	2,13	0,09	0,11	0,08
K. MLEČEK 2018-10	0,17	0,10	0,13	0,78	2,65	0,14	0,16	0,13
K. MLEČEK 2018-11	0,19	0,11	0,15	0,94	3,16	0,17	0,20	0,18
K. MLEČEK 2018-12	0,21	0,12	0,15	1,10	3,71	0,16	0,19	0,20
K. MLEČEK 2019-1	0,26	0,18	0,16	1,05	3,46	0,19	0,19	0,21
K. MLEČEK 2019-2	0,17	0,13	0,10	0,78	2,69	0,12	0,14	0,14
K. MLEČEK 2019-3	0,20	0,15	0,12	0,87	2,92	0,15	0,16	0,15
K. MLEČEK 2019-4	0,17	0,13	0,14	0,76	2,58	0,14	0,15	0,16
K. MLEČEK 2019-5	0,15	0,11	0,11	0,63	2,10	0,10	0,11	0,13
K. MLEČEK 2019-6	0,26	0,17	0,14	1,09	3,65	0,19	0,19	0,20
K. MLEČEK 2019-7	0,16	0,12	0,10	0,64	2,15	0,11	0,10	0,12
K. MLEČEK 2019-8	0,16	0,11	0,09	0,78	2,70	0,12	0,10	0,11
K. MLEČEK 2019-9	0,13	0,09	0,07	0,55	1,89	0,09	0,10	0,10
K. MLEČEK 2019-10	0,21	0,12	0,13	0,78	2,79	0,10	0,13	0,11
K. MLEČEK 2019-11	0,17	0,12	0,11	0,79	2,60	0,12	0,11	0,14
Povprečje	0,21	0,13	0,14	0,90	3,03	0,15	0,17	0,17
S.D.	0,05	0,03	0,03	0,17	0,57	0,04	0,05	0,05
MIN	0,10	0,07	0,07	0,55	1,89	0,09	0,1	0,08
MAKS	0,28	0,20	0,20	1,31	4,38	0,22	0,26	0,26

MK: maščobna kislina; S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

MK 1: 8-hidroksioktanojska kislina; MK2: 3-hidroksidekanojska kislina; MK 3: 9-HDA; MK 4: 10-HDAA; MK 5: 10-HDA;

MK 6: sebacinska kislina; MK 7: 2-decen-1,10-diojska kislina; MK 8: 3,10-dihidroksidekanojska kislina

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV KONČNO POROČILO (2017-2019)



Slika 23: Spekter peloda analiziranih vzorcev matičnega mlečka (N=35)

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

18.3 PROPOLIS

Preglednica 48: Povprečne vrednosti posameznih fenolnih spojin v analiziranih vzorcih propolisa.

vzorec št.	naringenin (%)	apigenin (%)	kamferol (%)	krizin (%)	galangin (%)	kavna kislina (%)	p-kumarna kislina (%)	ferulna kislina (%)	cimetna kislina (%)	pinocembri n (%)	CAPE (%)	kvercetin (%)	Vsota (%)
KAR-PROP-2017-1	0,11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,67	0,68	n.d.	n.d.	0,18	n.d.	1,64
KAR-PROP-2017-2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,11	0,12	2,38	1,86	n.d.	0,11	0,18	n.d.	4,76
KAR-PROP-2017-3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,20	2,28	3,10	n.d.	n.d.	0,24	n.d.	5,82
KAR-PROP-2017-4	0,12	0,16	0,13	1,69	1,5	0,28	0,91	0,69	0,39	1,6	0,43	0,10	8
KAR-PROP-2017-5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,20	0,17	2,10	1,89	n.d.	0,22	0,20	n.d.	4,78
KAR-PROP-2017-6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,38	0,19	1,31	1,22	n.d.	0,45	0,26	n.d.	3,81
KAR-PROP-2017-7	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,11	0,17	1,57	1,17	n.d.	0,22	0,11	n.d.	3,35
KAR-PROP-2017-9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,36	0,16	1,86	1,15	0,13	0,74	0,25	n.d.	4,65
KAR-PROP-2017-10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,11	1,70	1,22	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,03
KAR-PROP-2017-11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,13	1,11	1,18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2,42
KAR-PROP-2017-12	0,12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,19	2,00	1,63	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,94
KAR-PROP-2017-16	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,16	1,39	1,45	n.d.	0,35	0,12	n.d.	3,47
KAR-PROP-2017-17	n.d.	n.d.	n.d.	0,85	0,39	0,29	1,18	0,83	n.d.	0,73	0,40	n.d.	4,67
KAR-PROP-2017-19	n.d.	n.d.	n.d.	0,92	0,41	0,23	0,58	0,33	n.d.	0,84	0,39	n.d.	3,7
KAR-PROP-2017-20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,98	0,95	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,93
KAR-PROP-2017-21	0,38	0,33	0,38	2,7	2,19	0,16	1,81	0,25	1,79	2,84	n.d.	0,25	13,08
PR2018-1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,11	1,12	0,96	n.d.	0,11	0,18	n.d.	2,48
PR2018-2	n.d.	n.d.	n.d.	0,55	0,63	0,26	1,13	0,89	0,16	1,52	0,39	n.d.	5,53
PR2018-3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,14	0,13	0,81	0,99	n.d.	0,31	0,28	n.d.	2,66

Se nadaljuje...

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
KONČNO POROČILO (2017-2019)

Nadaljevanje preglednice 48

vzorec št.	naringenin (%)	apigenin (%)	kamferol (%)	krizin (%)	galangin (%)	kavna kislina (%)	p-kumarna kislina (%)	ferulna kislina (%)	cimetna kislina (%)	pinocembrin (%)	CAPE (%)	kvercetin (%)	Vsota (%)
PR2018-4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,17	0,13	0,98	0,82	n.d.	0,37	0,25	n.d.	2,72
PR2018-5	n.d.	n.d.	n.d.	0,60	0,21	0,18	0,95	0,77	n.d.	0,68	0,42	n.d.	3,81
PR2018-6	n.d.	n.d.	n.d.	0,17	n.d.	n.d.	0,18	0,16	n.d.	0,16	0,14	n.d.	0,81
PR2018-7	n.d.	n.d.	n.d.	0,41	0,23	0,18	1,44	1,01	n.d.	0,72	0,33	n.d.	4,32
PR2018-8	n.d.	n.d.	n.d.	0,40	0,17	0,12	1,07	0,85	n.d.	0,30	0,23	n.d.	3,14
PR2018-9	n.d.	n.d.	n.d.	0,31	0,16	0,16	1,42	1,26	n.d.	0,25	0,21	n.d.	3,77
PR2018-10	0,11	0,10	0,12	0,47	0,37	0,16	1,20	1,02	0,19	0,54	0,28	n.d.	4,56
PR2019-1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,84	0,65	n.d.	n.d.	0,21	n.d.	1,7
PR2019-2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,12	0,65	0,98	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,75
PR2019-3	n.d.	0,18	n.d.	4,05	1,59	0,87	0,38	0,39	n.d.	2,41	1,39	0,30	11,56
PR2019-4	0,11	n.d.	n.d.	n.d.	0,14	n.d.	1,59	1,45	n.d.	0,15	0,14	n.d.	3,58
PR2019-5	n.d.	0,15	0,18	2,67	3,42	0,34	0,43	0,27	1,14	4,70	0,41	n.d.	13,71
PR2019-6	0,12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,19	1,56	2,05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,92
PR2019-7	0,17	0,18	0,24	0,51	0,97	0,18	0,79	0,86	0,64	1,26	0,38	n.d.	6,18
PR2019-8	n.d.	n.d.	n.d.	2,53	1,44	0,64	0,72	0,44	0,62	4,87	1,03	n.d.	12,29
PR2019-9	n.d.	0,25	0,34	2,62	2,31	0,34	0,79	0,41	1,56	3,51	0,49	n.d.	12,62
PR2019-10	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,19	2,78	2,03	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5
PR2019-11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,12	0,16	2,56	2,08	n.d.	0,11	n.d.	n.d.	5,03
PR2019-12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,16	3,21	2,37	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5,74
PR2019-13	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,15	2,40	1,79	n.d.	n.d.	0,12	n.d.	4,46
PR2019-14	n.d.	0,34	0,35	4,21	1,82	0,69	0,37	0,27	n.d.	4,27	1,39	n.d.	13,71
Povprečje	0,16	0,21	0,25	1,51	0,78	0,23	1,33	1,11	0,74	1,23	0,37	0,22	5,20
MIN	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,11	0,18	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,81
MAKS	0,38	0,34	0,38	4,21	3,42	0,69	3,21	3,10	1,79	4,70	1,39	0,30	13,71

