



Čebelarska zveza Slovenije
Brdo pri Lukovici 8
1225 Lukovica
tel: (01) 729 6100
faks: (01) 729 6132

Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov za leto 2026

v skladu z Uredbo o izvajanju intervencij v sektorju čebelarških proizvodov iz strateškega načrta
skupne kmetijske politike 2023–2027 (Uradni list RS, št. 17/23 in 58/23)

Izvajalec:

Čebelarska zveza Slovenije (ČZS)

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta (UL, BF) (podizvajalec)

Institut Jožef Stefan (IJS) (podizvajalec)

Intertek GmbH (INTERTEK) (podizvajalec)

Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar (NZJZ) (podizvajalec)

Lukovica, avgust 2026

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

Naslov: Poročilo aplikativne raziskave
Karakterizacija čebeljih pridelkov za leto 2026

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

Oznaka pogodbe: POGODBA št. 2330-25-111124

Izvajalec: Čebelarska zveza Slovenije
Brdo pri Lukovici 8
1225 Lukovica

Podizvajalci: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta (BF)
Institut Jožef Stefan (IJS)
Intertek GmbH, Nemčija
Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar, Hrvaška (NZJZ Andrija Štampar)

Vodja projekta: dr. Peter Kozmus (ČZS)

Avtorji poročila: Boris Potočnik, Aljaž Debelak, Tomaž Samec, Simon Golob

Sodelavci: Tomaž Samec, Aljaž Debelak, Simon Golob, Boris Potočnik, dr. Nik Lupše (ČZS)
prof. dr. Katarina Vogel-Mikuš, asist. dr. Jure Mravlje, mag. Boris Lestan, Maša Andlovic, Ana Meziniec Urbanija (Oddelka za biologijo, BF, UL)
dr. Jasna Bertonec, dr. Mojca Korošec, dr. Blaž Ferjančič (Oddelek za živilstvo, BF, UL)
dr. Marijan Nečemer (IJS)
dr. Martin Schubert, dr. Nickolet Ncube, Alina Nippes, dr. Salvador Ruiz Soto, dr. Klaus Beckmann, Susann Bretschneider (Intertek GmbH)
dr. Mario Lasić, Sonja Serdar, Maja Budeč (NZJZ Andrija Štampar)
Blaž Podrižnik (zunanji sodelavec ČZS)

Rezultati so nastali v okviru Strateškega načrta skupne kmetijske politike 2023 – 2027 za Slovenijo, ki je bil financiran iz sredstev državnega proračuna in proračuna Evropske unije.

Lukovica, 13. 8. 2026

Boštjan Noč, predsednik ČZS

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	9
1.1	CILJ APLIKATIVNE RAZISKAVE	9
2	CVETNI PRAH.....	10
2.1	PREGLED OBJAV O CVETNEM PRAHU	10
2.1.1	Sestava cvetnega prahu	11
2.1.2	Kemijska sestava cvetnega prahu osmukanca	11
2.1.3	Botanično poreklo cvetnega prahu osmukanca	13
2.1.4	Protimikrobno delovanje cvetnega prahu osmukanca	13
2.1.5	Antioksidativni potencial (AOP) cvetnega prahu osmukanca	15
2.1.6	Vsebnost elementov v cvetnem prahu osmukancu	16
2.1.7	Senzorične lastnosti cvetnega prahu osmukanca	18
2.2	MATERIAL IN METODE	20
2.2.1	Zbiranje vzorcev	20
2.2.2	Določanje botaničnega porekla (Piana in sod., 2006)	21
2.2.3	Določanje protimikrobne aktivnosti	21
2.2.4	Določanje antioksidativnega potenciala (AOP).....	21
2.2.5	Določanje vsebnosti elementov (XRF) (Nečemer in sod., 2010)	22
2.2.6	Senzorična analiza	22
2.2.7	Statistična analiza	23
2.3	REZULTATI Z RAZPRAVO	23
2.3.1	Botanično poreklo cvetnega prahu osmukanca	23
2.3.2	Protimikrobna aktivnost v izvlečkih cvetnega prahu osmukanca.....	25
2.3.3	Antioksidativni potencial (AOP) cvetnega prahu osmukanca	27
2.3.4	Elementna sestava cvetnega prahu osmukanca	29
2.3.5	Senzorična analiza cvetnega prahu osmukanca	32
2.4	ZAKLJUČEK	36
2.5	VIRI	38
3	MATIČNI MLEČEK	45
3.1	PREGLED OBJAV O MATIČNEM MLEČKU	45
3.1.1	Nastanek matičnega mlečka.....	46
3.1.2	Lastnosti svežega matičnega mlečka	46
3.1.3	Sestava matičnega mlečka	47

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

3.1.4	Antioksidativna učinkovitost matičnega mlečka	52
3.1.5	Skladiščenje matičnega mlečka	53
3.1.6	Uporaba matičnega mlečka.....	54
3.2	MATERIAL IN METODE	55
3.2.1	Zbiranje vzorcev	55
3.2.2	Senzorična analiza	56
3.2.3	Fizikalno-kemijske analize	56
3.2.4	Statistične metode	57
3.3	REZULTATI Z RAZPRAVO	58
3.3.1	Senzorična ocena	58
3.3.2	Fizikalno-kemijski parametri	61
3.4	ZAKLJUČEK	63
3.5	VIRI	64
4	PROPOLIS	71
4.1	PREGLED OBJAV O PROPOLISU	71
4.1.1	Nastanek in pomen propolisa.....	71
4.1.2	Sestava propolisa	72
4.1.3	Vrste propolisa	74
4.1.4	Lastnosti propolisa.....	75
4.1.5	Pridobivanje propolisa	75
4.1.6	Uporaba propolisa.....	76
4.2	MATERIAL IN METODE	78
4.2.1	Načrt zbiranja vzorcev	78
4.2.2	Analiza propolisa	79
4.3	REZULTATI Z RAZPRAVO	80
4.3.1	Senzorična ocena in izvor osnovne surovine propolisa	80
4.3.2	Vsebnost fenolnih spojin	80
4.4	ZAKLJUČEK	83
4.5	VIRI	86
5	ČEBELJI STRUP	89
5.1	PREGLED OBJAV O ČEBELJEM STRUPU	89
5.1.1	Izvor čebeljega strupa	89
5.1.2	Sestava in lastnosti čebeljega strupa.....	89

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

5.1.3	Uporaba čebeljega strupa.....	90
5.1.4	Pridobivanje čebeljega strupa	91
5.1.5	Kvaliteta čebeljega strupa.....	92
5.2	MATERIAL IN METODE.....	94
5.2.1	Načrt zbiranja vzorcev	94
5.2.2	Analiza čebeljega strupa	94
5.3	REZULTATI Z RAZPRAVO	96
5.3.1	Analiza sestave čebeljega strupa in ocena čistosti.....	96
5.4	ZAKLJUČEK	100
5.5	VIRI	102
6	MED	104
6.1	PREGLED OBJAV O MEDU	104
6.1.1	PROTIMIKROBNA AKTIVNOST MEDU	104
6.1.2	ANTIOKSIDATIVNE LASTNOSTI MEDU	106
6.2	MATERIAL IN METODE.....	108
6.2.1	Zbiranje vzorcev	108
6.2.2	Določitev vrste medu	110
6.2.3	Določanje skupnih fenolnih spojin in antioksidativne učinkovitosti.....	110
6.2.4	Določanje protimikrobne aktivnosti medu	113
6.3	REZULTATI Z RAZPRAVO	114
6.3.1	Vsebnost skupnih fenolnih spojin in antioksidativna učinkovitost medu.....	114
6.3.2	Protimikrobna učinkovitost	120
6.4	ZAKLJUČEK	127
6.5	VIRI	128

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Analize čebeljih pridelkov v sklopu aplikativne raziskave.	9
Preglednica 2: Sestava svežega večvrstnega cvetnega prahu osmukanca (Lilek, 2020).	11
Preglednica 3	12
Preglednica 4	20
Preglednica 5: Vzorci cvetnega prahu osmukanca z določenim botaničnim poreklom.	23
Preglednica 6: Vzorci cvetnega prahu osmukanca z določenim botaničnim poreklom.	25
Preglednica 7: Vsebnost skupnih fenolnih spojin in vrednost EC ₅₀ v vzorcih cvetnega prahu.	27
Preglednica 8: Povprečna antioksidativna učinkovitost cvetnega prahu osmukanca po programskih letih 2020-2026.	28
Preglednica 9: Vsebnost makroelementov v cvetnem prahu osmukancu različnega botaničnega porekla.	29
Preglednica 10: Vsebnost mikroelementov v cvetnem prahu osmukancu različnega botaničnega porekla.	30
Preglednica 11: Povprečne vsebnosti elementov v cvetnem prahu javorja in sadnega drevja.	31
Preglednica 12: Barva vzorcev cvetnega prahu	32
Preglednica 13: Rezultati senzorične analize vseh vzorcev cvetnega prahu.	35
Preglednica 14: Sestava svežega in liofiliziranega matičnega mlečka (Sabatini in sod., 2009; ISO, 2016)	47
Preglednica 15: Analizirani vzorci matičnega mlečka.	55
Preglednica 16: Rezultati senzorične analize vzorcev matičnega mlečka 2026	60
Preglednica 17: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz slovenskega matičnega mlečka	61
Preglednica 18: Seznam vzorcev propolisa analiziranega v letu 2026.	78
Preglednica 19: Rezultati senzorične ocene posameznih vzorcev propolisa, analiziranega v letu 2026.	80
Preglednica 20: Vrednosti posameznih fenolnih spojin v analiziranih vzorcih propolisa 2026.	84
Preglednica 21: Povprečne vrednosti posameznih fenolnih spojin v analiziranih vzorcih propolisa 2026.	85
Preglednica 22: Seznam vzorcev čebeljega strupa, analiziranega v letu 2026	94
Preglednica 23: Vsebnost melitina, skupnih beljakovin in suhe snovi v vzorcih čebeljega strupa v letu 2026.	96
Preglednica 24: Skupna vrednost vseh analiz sestave čebeljega strupa in ocene čistosti v vzorcih čebeljega strupa od 2023 do 2026.	97
Preglednica 25: Rezultati analize sestave vzorcev čebeljega strupa in ocene čistosti za vzorce analizirane v letu 2026.	101
Preglednica 26: Analizirani vzorci medu	109
Preglednica 27: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti ajdovega medu.	114
Preglednica 28: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti akacijevega medu.	115

Preglednica 29: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti cvetličnega medu.	116
Preglednica 30: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti gozdnega medu.	116
Preglednica 31: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti lipovega medu.	117
Preglednica 32: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti kostanjevega medu.	118
Preglednica 33: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti hojevega medu.	118
Preglednica 34: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti bršljanovega medu.	119
Preglednica 35: Rezultati protimikrobne aktivnosti ajdovega medu.	121
Preglednica 36: Rezultati protimikrobne aktivnosti akacijevega medu.	121
Preglednica 37: Rezultati protimikrobne aktivnosti cvetličnega medu.	122
Preglednica 38: Rezultati protimikrobne aktivnosti gozdnega medu.	123
Preglednica 39: Rezultati protimikrobne aktivnosti lipovega medu.	124
Preglednica 40: Rezultati protimikrobne aktivnosti bršljanovega medu.	124
Preglednica 41: Rezultati protimikrobne aktivnosti kostanjevega medu.	125
Preglednica 42: Rezultati protimikrobne aktivnosti hojevega medu.	125

KAZALO SLIK

Slika 1: Priprava mikroskopskih preparatov za botanično identifikacijo cvetnega prahu.	21
Slika 2: Sušenje cvetnega prahu pred določanjem elementne sestave.	22
Slika 3: Povprečna protimikrobna aktivnost izvlečkov cvetnega prahu	26
Slika 4: PCA graf prvih dveh PCA osi za vzorce cvetnega prahu letnik 2026 in 11 parametrov P, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Zn, Br, Rb in Sr.	31
Slika 5: Barva matičnega mlečka pri vzorcih programskega leta 2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022).	47
Slika 6: Vzorci pripravljeni za fizikalno-kemijske analize (levo) in senzorično analizo (desno)	56
Slika 7: Razvrščeni vzorci matičnega mlečka po barvah v programskem letu 2026.	58
Slika 8: Povprečna sestava propolisa.	73
Slika 9: Propolis, pridobljen na namensko vstavljenih pripomočkih.	76
Slika 10: Pripravljeni vzorci propolisa za analizo v letu 2026.	79
Slika 11: Vzorci čebeljega strupa pridelani v letu 2025 (levo) in v letu 2026 (desno).	94
Slika 12: Vzorec zelo čistega, dobro ocenjenega čebeljega strupa.	95
Slika 13: Vzorec slabo ocenjenega čebeljega strupa z zelo rjavo barvo.	95
Slika 14: Vsebnost melitina, skupnih beljakovin in suhe snovi v vzorcih čebeljega strupa v letih 2023, 2024, 2025 in 2026.	97
Slika 15: Primerjava različnih barv čebeljega strupa.	98
Slika 16: Primerjave med vsebnostjo melitina in seštevkom točk vizualne ocene.	98
Slika 17: Vizualno dobro ocenjen vzorec čebeljega strupa (26-4).	99
Slika 18: Primerjava vseh vzorcev čebeljega strupa v programskem letu 2026.	99
Slika 19: Raznolikost vzorcev medu slovenskega porekla.	108
Slika 20: Priprava raztopin z reagentom za umeritveno krivuljo pri metodi FC.	111
Slika 21: Reakcija DPPH• reagenta z različno koncentracijo medu.	112
Slika 22: Priprava vzorcev za analize	112
Slika 23: Primerjava povprečne vsebnosti skupnih fenolnih spojin (FC) ter antioksidativne učinkovitosti s FRAP in DPPH• metodo.	119
Slika 24: Povprečne vrednosti MIK (%) za posamezno vrsto medu. Prikazana povprečja vključujejo vrednosti, ki v zgornjih tabelah sicer niso prikazane kot število.	126

1 UVOD

Za posodobitev in dopolnitev baze podatkov o lastnostih medu, cvetnega prahu, matičnega mlečka, propolisa in strupa slovenskega porekla, je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano naročilo raziskavo z naslovom »Karakterizacija čebeljih pridelkov za obdobje 2026 – 2027«. V letih od 2017-2019 je potekala raziskava 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. Podobna raziskava se je izvajala tudi v programskem obdobju 2020-2022. Določeni so bili parametri cvetnega prahu, matičnega mlečka, propolisa in medu. Raziskava je v obdobju 2023-2025 na seznam analiziranih čebeljih pridelkov dodala še čebelji strup.

1.1 CILJ APLIKATIVNE RAZISKAVE

Cilj ukrepa je dopolniti zbirko podatkov o lastnostih medu, cvetnega prahu, matičnega mlečka, strupa in propolisa slovenskega porekla iz vsaj treh statističnih regij Slovenije in dveh različnih sezon.

Glede na programsko nalogo omenjene aplikativne raziskave je na čebeljih pridelkih potrebno opraviti različne analize (Preglednica 1).

Preglednica 1: Analize čebeljih pridelkov v sklopu aplikativne raziskave.

Čebelji pridelek	Vrsta analiz
CVETNI PRAH	vsebnost elementov (IJS), antioksidativna in protimikrobna učinkovitost (Oddelek za biologijo UL BF), pelodna analiza (ČZS), senzorična analiza (Oddelek za živilstvo UL BF, ČZS)
MATIČNI MLEČEK	senzorična analiza (Oddelek za živilstvo UL BF, ČZS), vsebnost vode, beljakovin, kislin, vrednost pH, antioksidativna učinkovitost (Oddelek za biologijo UL BF)
PROPOLIS	vsebnost skupnih flavonoidov (INTERTEK)
MED	protimikrobna (Oddelek za biologijo UL BF) in antioksidativna učinkovitost glede na vrsto medu (ČZS), pelodna analiza (INTERTEK)
STRUP	vsebnost melitina, skupnih beljakovin in suhe snovi (NZJZ Andrija Štampar)

Analize smo opravljali na Čebelarški zvezi Slovenije (ČZS), Oddelek za biologijo in Oddelek za živilstvo na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani (UL, BF), Institutu Jožef Stefan (IJS) ter v Interteku v Nemčiji in Nastavnem zavodu za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar na Hrvaškem, skladno s Preglednico 1.

2 CVETNI PRAH

2.1 PREGLED OBJAV O CVETNEM PRAHU

Cvetni prah ali pelod je značilen za vsako posamezno cvetočo rastlinsko vrsto. Med rastlinami ga prenašajo čebele, saj se ob obisku cveta oprime dlačic na njihovem telesu. Čebele se med letenjem čistijo ter drobna zrnca cvetnega prahu z dodatkom svojih encimov in medicnine med seboj zlepijo in oblikujejo grudici cvetnega prahu, ki ju na svojih zadnjih nožicah odnesejo v panj in uporabijo za lastno prehrano. Cvetni prah za čebele predstavlja pomemben vir hranil, kot so ogljikovi hidrati, beljakovine, maščobe, elementi, vitamini in ostale sestavine (Serra-Bonvehí in Escolà-Jordà, 1997; Villanueva in sod., 2002; Bastos in sod., 2004; Almeida-Muradian in sod., 2005; Human in Nicolson, 2006; El Ghouizi in sod., 2023). Cvetni prah, ki ga naberejo čebele in se uporablja v humani prehrani, v Sloveniji imenujemo tudi osmukanec. To poimenovanje ni razširjeno in se uporablja zgolj v tehnološkem poimenovanju. Pogovorno in v praksi pa se uporablja poimenovanje cvetni prah.

Pridobivanje cvetnega prahu osmukanca poteka z napravami, ki jim pravimo osmukalniki in jih namestimo na žrelo ali podnico čebeljega panja. Svež cvetni prah osmukanec vsebuje veliko vode, zato je skrb za higieno pridelave ključnega pomena za zagotavljanje njegove kakovosti in varnosti.

Čebele cvetnega prahu skoraj nikoli ne nabirajo samo na eni botanični vrsti, ampak je dnevni pridelek največkrat mešanica grudic cvetnega prahu osmukanca različnega botaničnega porekla. Prevozi čebel na ogromna območja, zasajena z določeno monokulturo, nam omogočajo pridelavo pretežno enovrstnega (monoflornega) cvetnega prahu osmukanca. Vsaka botanična vrsta cvetnega prahu osmukanca ima svoje karakteristične značilnosti. Enovrsten oz. monofloren cvetni prah osmukanec ima senzorične in biokemijske lastnosti podobne lastnostim rastline, iz katere izvira, medtem ko ima večvrsten (polifloren) oz. mešani cvetni prah osmukanec raznolike lastnosti, ki so posledica različnih botaničnih vrst (Yang in sod., 2013).

Za uporabo cvetnega prahu v prehrani in apiterapiji je nujno poznavanje hranilne vrednosti in funkcionalnih lastnosti cvetnega prahu osmukanca posameznih botaničnih vrst. V letih od 2017–2019 je potekala raziskava 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, v kateri so bili v cvetnem prahu določeni vsebnost vode, pepela, beljakovin, maščob in skupnih ogljikovih hidratov ter energijska vrednost. Določena je bila mikrobiološka slika in antioksidativna učinkovitost cvetnega prahu po procesih obdelave in različnih časih skladiščenja.

V letih od 2020–2025 je potekala raziskava v okviru Programa ukrepov na področju čebelarstva v Republiki Sloveniji, ki je bil financiran iz sredstev državnega proračuna in proračuna Evropske unije, ki je obstoječo zbirko podatkov dopolnila s podatki o antioksidativni učinkovitosti, protimikrobnem delovanju, elementno sestavo in senzoričnimi lastnostmi

posameznih botaničnih vrst cvetnega prahu osmukanca. S tem poročilom bomo dopolnili zbirko podatkov še z vzorci iz programskega leta 2026.

2.1.1 Sestava cvetnega prahu

Pelodno zrno obdaja zunanja stena, imenovana eksina, ki je iz sporopolenina (Roulston in Cane, 2000; Kessler in Harley, 2006). Eksina pelodno zrno ščiti pred fizikalno-kemijskimi dejavniki, obdaja jo plast, sestavljena iz maščob, ogljikovih hidratov, terpenoidov in karotenoidnih barvil (Roulston in Cane, 2000; Komosińska-Vassev in sod., 2015). Eksina močno ščiti notranjost pelodnega zrna, vendar je na nekaterih mestih tanjša. Tanjša mesta imenujemo kalitvene pore, ki vodijo do notranje pelodne stene, imenovane intina. Intina je sestavljena večinoma iz pektinskih snovi in celuloze ter predstavlja zadnjo pregrado pred vsebino citoplazme pelodnega zrna, ki je bogata s hranilnimi snovmi (Roulston in Cane, 2000).

Pelod nastaja v prašnikih semenskih rastlin. Zrna peloda (merijo od 2,5 do 250 μm) in se med seboj razlikujejo po velikosti, obliki, barvi in teži (Shubharani in sod., 2013). Zrna peloda so lahko suha ali lepljiva. Suh pelod imajo po navadi vetrocvetke, kot so npr. breza, hrast, trave itd., medtem ko lepljiv pelod izvira večinoma iz rastlin, ki jih oprašujejo žuželke, ptice ali druge živali (žužkocvetke) (Kessler in Harley, 2006). Čebele lahko nabirajo pelod na različnih rastlinah, večinoma pa je grudica cvetnega prahu sestavljena iz peloda ene rastline (Almeida-Muradian in sod., 2005; Bogdanov, 2012).

2.1.2 Kemijska sestava cvetnega prahu osmukanca

Preglednica 2: Sestava svežega večvrstnega cvetnega prahu osmukanca (Lilek, 2020)

Sestavine	Vsebnost (g/100 g) (MIN–MAKS)
Skupni ogljikovi hidrati	36,1–63,3
Izkoristljivi ogljikovi hidrati	24,2–48,4
Prehranska vlaknina	6,52–20,1
Beljakovine	11,8–22,7
Skupne aminokisline	10,0–23,7
Maščobe	4,80–19,4
Pepel	1,18–3,60
Voda	11,8–34,9
Makroelementi	Vsebnost (mg/g) (MIN–MAKS)
Kalij (K)	4,41–10,5
Fosfor (P)	2,67–7,49
Žveplo (S)	1,26–3,13
Kalcij (Ca)	0,74–2,41
Klor (Cl)	0,38–1,74
Mikroelementi	Vsebnost ($\mu\text{g/g}$) (MIN–MAKS)
Železo (Fe)	49,1–148
Mangan (Mn)	15,7–89,0
Cink (Zn)	12,3–47,0
Rubidij (Rb)	4,90–61,8

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV

POROČILO ZA LETO 2026

Brom (Br)	1,16–28,5
Stroncij (Sr)	0,65–3,47

MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost

Leta 2023 je bil objavljen ISO standard za cvetni prah (ISO 24382:2023), ki se uporablja za svež, sušen, zmrznjen in liofiliziran cvetni prah. Definira različne vrste cvetnega prahu osmukanca – posušenega, zmrznjenega in liofiliziranega ter njihovo sestavo in kakovostne parametre, navaja tudi primerne metode za analizo. Vključuje tudi pogoje za shranjevanje, pakiranje, označevanje in transport cvetnega prahu. V Preglednici 3 je definirana sestava cvetnega prahu glede na način sušenja/obdelave.

Preglednica 3

Preglednica 4

: Parametri sestave cvetnega prahu po ISO standardu (ISO, 2023)

Parameter	Vrednost	Vrsta cvetnega prahu		
		sušen	zmrznjen	lioofiliziran
Vsebnost vode (%)	min.	2	brez definiranih	2
vakuumsko sušenje	maks.	8	mejnih vrednosti	8
Vsebnost vode (%)	min.	5	brez definiranih	5
klasično sušenje	maks.	9	mejnih vrednosti	9
Vsebnost beljakovin (%)	min.	10	7,5	10
Vsebnost skupnih sladkorjev (%)	min.	15	12	15
Vsebnost maščob (%)	min.	1,3	1	1,3
Vrednost pH	min.	3,3	3,3	3,3
	maks.	6,3	6,3	6,3
Vsebnost pepela (%)	min.	1	0,7	1
gravimetrija				

Z ISO standardom so definirani tudi pogoji skladiščenja in transporta cvetnega prahu, od katerih je odvisna končna kakovost pridelka. Srednje in dolgoročno shranjen cvetni prah mora biti v temnem in hladnem prostoru med 2°C in 5 °C za sušen in liofiliziran cvetni prah. Zmrznjen cvetni prah mora biti hranjen na temperaturi manj kot -18°C. Rok uporabe ob upoštevanju zgornjih pogojev za shranjevanje za zmrznjen in liofiliziran cvetni prah je 24 mesecev, za sušen cvetni prah pa 18 mesecev. Transport zmrznjenega cvetnega prahu mora potekati z neprekinjeno temperaturno verigo od -22°C do -18°C, za transport sušenega cvetnega prahu se priporoča temperatura od 0°C do 10°C, v nobenem trenutku pa ne sme preseči 25°C. Ob transportu in hranjenju cvetni prah ne sme priti v stik s toksičnimi ali korozivnimi materiali, ter materiali, ki imajo močan vonj.

Cvetni prah osmukanec se razlikuje v kemijski sestavi glede na botanično poreklo, geografsko območje pridobivanja (Yang in sod., 2013), tip prsti, podnebje, čebelarsko prakso (Feás in sod., 2012) in čas pridobivanja. Cvetni prah osmukanec v večini sestavljajo ogljikovi hidrati (sladkorji in prehranska vlaknina), beljakovine, maščobe, aminokisline, maščobne kisline, fenolne spojine, encimi, vitamini in ostale bioaktivne spojine (Campos in sod., 2008; Campos

in sod., 2010). Cvetni prah podobnih rastlinskih vrst vsebuje podobne vrednosti določenih aminokislin, pri cvetnem prahu različnih rastlinskih vrst pa se ta sestava razlikuje (Anjum in sod., 2024). Cvetni prah predstavlja funkcionalno živilo, številne študije pa proučujejo tudi njegovo terapevtsko delovanje (Khalifa in sod. 2021).

2.1.3 Botanično poreklo cvetnega prahu osmukanca

Pelodna analiza se s pridom uporablja pri določanju botaničnega porekla, geografskega porekla in kakovosti medu (Von der Ohe in sod., 2004). Za potrditev vrste medu je potrebnega vsaj 45 % peloda določene botanične vrste. Poznane so tudi nekatere izjeme, pri katerih je vsebnost peloda v medu lahko tudi manjša od 45 % (npr. akacijev, lipov med) ali večja od 45 % (npr. kostanjev med) (Louveaux in sod., 1978).

Enovrsten cvetni prah mora vsebovati vsaj 80 % peloda določene botanične vrste, kar je od leta 2023 določeno tudi z ISO standardom (ISO, 2023)

ISO standard navaja tudi način priprave mikroskopskega preparata cvetnega prahu. 5 g zmletega cvetnega prahu zmešamo z vodo v centrifugirki do oznake 30 ml. Z vorteksom mešamo zmes dokler ni popolnoma homogena, nato takoj odpipetiramo 400 µl suspenzije v novo centrifugirko, dopolnimo z destilirano vodo do oznake 1 ml in ponovno zmešamo z vorteksom. Del suspenzije takoj prenesemo na objektno steklo, ki ga segrevamo do 40 °C dokler tekočina ne izhlapi, nato dodamo želatino za pripravo preparata, pokrijemo s krovnim stekelcem in pustimo 1 uro, da se preparat posuši. Nato pregledamo preparat s svetlobnim mikroskopom ter preštajemo in določimo vsaj 600 pelodnih zrn (ISO, 2023).

2.1.4 Protimikrobno delovanje cvetnega prahu osmukanca

Cvetni prah osmukanec vsebuje veliko bioaktivnih spojin, predvsem fenolov. Deluje protimikrobno, kar je v današnjem času zaradi naraščanja števila bakterij, ki razvijajo odpornost na antibiotike, zelo pomembna lastnost cvetnega prahu kot živila. Na izvlečkih cvetnega prahu študije obravnavajo vzpodbudne rezultate protimikrobnega delovanja (Moraes in sod., 2011) proti različnim bakterijam.

Protimikrobno delovanje cvetnega prahu je selektivno in ne škoduje nekaterim koristnim bakterijam. Cvetni prah, ki je izkazal dobro protimikrobno delovanje proti patogenim bakterijam ni imel vpliva na mlečnokislinske bakterije, ki so koristne za naš prebavni sistem (Rodríguez-Pólit in sod., 2023).

Koncentracija fenolnih spojin v cvetnem prahu ne določa protimikrobnega delovanja v celoti, saj je pomembna predvsem vrsta fenolnih spojin, prisotnih v ekstraktih cvetnega prahu (Carpes in sod., 2007). Poleg fenolov k protimikrobni aktivnosti cvetnega prahu pripomorejo še druge biološko aktivne snovi, kot so glukoza oksidaza, flavonoidi in drugi sekundarni metaboliti

(Rodríguez-Pólit in sod., 2023). Na ekstraktih slovenskega cvetnega prahu je dokazano protimikrobno delovanje (proti *Escherichia coli* in *Campylobacter jejuni*), ki je v pozitivni povezavi z vsebnostjo skupnih fenolnih spojin v cvetnem prahu (Šimunović in sod., 2019). Čebelji pridelki kot so med, cvetni prah in propolis z veliko vsebnostjo fenolnih spojin kažejo na dobro protimikrobno aktivnost proti *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli* in drugimi (Grange and Davey, 1990; Estevinho in sod., 2008; Mavri in sod., 2012). Protimikrobna aktivnost cvetnega prahu osmukanca še ni podrobneje raziskana, zaradi različnih metodoloških postopkov pa je primerjava rezultatov težavna (Šimunović in sod., 2019).

V aplikativni raziskavi Karakterizacija čebeljih pridelkov med leti 2020-2022 so izvlečki cvetnega prahu bršljana izkazali dobro protimikrobno delovanje proti *S. aureus*. Štirje izmed devetih vzorcev regrata so izkazali dobro protimikrobno aktivnost proti *E. coli*. Pri sedmih izmed desetih vzorcev cvetnega prahu oljne ogrščice smo opazili zelo dobro protimikrobno aktivnost proti *L. monocytogenes*. Devet od desetih vzorcev cvetnega prahu oljne ogrščice ter trije izmed štirih vzorcev cvetnega prahu pravega kostanja pa so izkazali dobre protimikrobne lastnosti proti *C. jejuni* (Kandolf Borovšak in sod., 2022).

V aplikativni raziskavi Karakterizacija čebeljih pridelkov med leti 2023-2025 smo ugotovili, da so najboljše skupno protimikrobno aktivnost v primeru uporabljenih sevov bakterij (*S. aureus*, *E.coli*, *L. monocytogenes*, *C. jejuni*) izkazali vzorci cvetnega prahu bršljana in ajde. Preiskovani vzorci cvetnega prahu so izkazali najboljše delovanje proti *C. jejuni*, najslabše pa proti *E.coli*. Vzorci cvetnega prahu bršljana so izstopali z nizkim številom MIK proti *S.aureus*, kar je potrdilo ugotovitev iz obdobja 2020-2022 (Ratajc in sod., 2025)

Rodríguez-Pólit in sod. v preglednem članku navajajo raziskavo, ki je pokazala dobro protimikrobno delovanje cvetnega prahu maka proti *Staphylococcus aureus*, cvetni prah oljne ogrščice in sončnice pa je izkazal dobro protimikrobno delovanje proti *Salmonella enterica*. Cvetni prah rastlin iz družin *Papaveraceae* (makovke), *Brassicaceae* (križnice) in *Asteraceae* (nebinovke) je pokazal dobro protimikrobno delovanje proti *Bacillus subtilis*, *Eschericia coli*, *Klebsiella spp.*, *Listeria Monocytogens*, *Pseudomonas aeruginosa* in *Staphylococcus aureus*. Cvetni prah granatnega jabolka (*Punica granatum*) in črnega hrasta (*Quercus ilex*) kaže dobro protimikrobno delovanje proti *Pseudomonas aeruginosa*, bakteriji, ki sicer kaže dobro rezistenco na sintetične in naravne antibiotike. Navajajo tudi študijo, v kateri so določili MIK ekstraktov cvetnega prahu za Gram-pozitivne bakterije (*Staphylococcus aureus* in druge bakterije) od 2,5 do 5 mg/ml, za Gram-negativne bakterije (*Salmonella Typhimurium* in druge bakterije) pa so določili vrednosti med 5 in 10 mg/ml (Rodríguez-Pólit in sod., 2023).

Cvetni prah rastlin iz rodov *Cistus* (brškin) in *Castanea* (kostanj) izkazuje boljše protimikrobno delovanje in vsebuje več fenolnih spojin kot cvetni prah rastlin iz rodu *Rubus* (robide) (Anjum in sod., 2024).

Cavallero in sod. (2025) navajajo, da italijanski poliflorni cvetni prah ter cvetni prah rastlin iz rodov *Cistus*, *Castanea* in *Rubus* izkazujejo dobre protimikrobne lastnosti proti Gram negativni

bakteriji *Pseudomonas stutzeri* in Gram pozitivni bakteriji *Bacillus subtilis*, kar nakazuje na dobro protimikrobno delovanje na širok spekter mikroorganizmov.

2.1.5 Antioksidativni potencial (AOP) cvetnega prahu osmukanca

Cvetni prah osmukanec vsebuje fenolne spojine, v največji meri flavonoide, ki lahko delujejo kot potencialni antioksidanti in so specifični za posamezno rastlinsko vrsto (Campos in sod., 2008; Mărghițaș in sod., 2009; Li in sod., 2018), zato potekajo tudi številne raziskave, ki proučujejo vsebnost fenolnih spojin in antioksidativno učinkovitost oz. antioksidativni potencial cvetnega prahu osmukanca (Almaraz-Abarca in sod., 2007; Leja in sod., 2007; LeBlanc in sod., 2009; Mărghițaș 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 osmukanca kažejo na visoko sposobnost »lovjenja« oz. nevtralizacije prostih radikalov. Poleg flavonoidov, ki so prisotni predvsem kot glikozidi, se v cvetnem prahu rastlin nahajajo tudi derivati cimetne kisline (Leja in sod., 2007). LeBlanc in sod. (2009) poročajo, da ima cvetni prah rastlin, ki so bolj izpostavljene sončni svetlobi in UV žarkom, večjo antioksidativno učinkovitost.

Velika vsebnost flavonoidov ne pomeni vedno tudi visoke antioksidativne učinkovitosti v določenih botaničnih vrstah cvetnega prahu, kar ugotavljajo nekatere študije (Leja in sod., 2007; Mărghițaș in sod., 2009; Morais in sod., 2011). Almaraz-Abarca in sod. (2004) ugotavljajo, da ima vsebnost flavonoidov v cvetnem prahu velik vpliv na antioksidativno učinkovitost cvetnega prahu. Podobno ugotavljajo tudi Zuluaga in sod. (2015), saj naj bi v večini fenolne kisline in flavonoidi, ki rastlinam dajejo barvo in aromo, prispevali k AU cvetnega prahu.

Alimoglu in sod. (2021) so v raziskavi ugotovili, da večvrsten cvetni prah kaže večjo AU v primerjavi z enovrstnim. Martinello in Mutinelli (2021) opozarjata, da lahko čebelarji bistveno vplivajo na spremembo kemijske sestave cvetnega prahu in s tem na poslabšanje njegove AU, v procesu čiščenja, sušenja ali pakiranja, z namenom daljšanja roka uporabe. Veliko rezultatov o AU cvetnega prahu se zaradi uporabe različnih metod za določanje, med seboj ne more primerjati. Na tem področju je potrebno postaviti standardizirane metode za bolj učinkovito in primerljivo karakterizacijo tega čebeljega pridelka. (Martinello in Mutinelli, 2021).

Zaradi visoke AU cvetnega prahu proučujejo tudi njegove lastnosti kot naravni konzervans za različna živila. Študije so pokazale pozitivne antioksidativne učinke pri dodajanju cvetnega prahu mesnim izdelkom (mleto goveje meso, perutnina, hrenovke), jogurtom in pijačam iz ječmenovega slada (Anjum in sod., 2024).

Raziskave so že pokazale, da pelod pravega kostanja vsebuje številne fenolne spojine, pelod rastlin *Cocos nucifera* (kokosova palma), *Miconia* spp. (*miconia*), *Mimosa diplotricha*,

Brassica napus (oljna ogrščica), *Coriandrum sativum* (koriander), *Olea europea* (oljka) in *Ononis spinosa* (navadni gladež) pa je pokazal dobro antioksidativno učinkovitost (Rodríguez-Pólit in sod., 2023). Tudi Kolayli in sod. (2024) so opazili razlike o kemijski sestavi in vsebnosti fenolnih spojin cvetnega prahu različnega porekla, najboljši antioksidativni potencial pa so opazili pri cvetnem prahu pravega kostanja.

Cavallero in sod. (2025) so analizirali italijanski poliflorni cvetni prah z največjim deležem cvetnega prahu robide (*Rubus ulmifolius*, 39,0%) in navajajo vsebnost skupnih fenolov $20,2 \pm 1,5$ mgGK/g, kar je primerljivo z vrednostmi slovenskega kostanjevega cvetnega prahu ($22,57 \pm 1,17$ mgGK/g) (Ratajc in sod., 2024).

V aplikativni raziskavi Karakterizacija čebeljih pridelkov med leti 2020-2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022) smo pri vzorcih cvetnega prahu opazili velike razlike v vsebnosti fenolov in antioksidativni učinkovitosti. V povprečju so imeli vzorci cvetnega prahu pravega kostanja in oljne ogrščice največjo antioksidativno učinkovitost, najslabša pa je bila pri vzorcih cvetnega prahu regrata.

S primerjavo povprečne vsebnosti fenolov pri vzorcih cvetnega prahu iglavcev, bršljana, javorja, oljne ogrščice in kostanja smo opazili, da ta narašča po naštetem vrstnem redu, hkrati pa narašča tudi antioksidativna učinkovitost. Izstopala je povprečna vsebnost fenolov v vzorcih cvetnega prahu regrata, ki je bila podobna kot pri vzorcih cvetnega prahu javorja, pri tem pa so imeli vzorci cvetnega prahu regrata bistveno slabšo antioksidativno učinkovitost. Iz tega smo sklepali, da velika vsebnost fenolnih spojin ne pomeni vedno tudi dobre antioksidativne učinkovitosti, kar potrjuje prej opisane ugotovitve (Kandolf Borovšak in sod., 2022).

Tudi v obdobju 2023-2025 smo v povprečju v vzorcih cvetnega prahu pravega kostanja določili največjo vsebnost skupnih fenolnih spojin (23,12 mgGK/g). V vzorcih cvetnega prahu regrata smo določili v povprečju najmanjši AOP (največja vrednost EC₅₀) med vsemi analiziranimi vzorci, enako kot v obdobju 2020-2022. Kljub visoki vrednosti EC₅₀, vzorci cvetnega prahu regrata ne vsebujejo povprečno najmanj skupnih fenolov, s tem smo potrdili ugotovitev iz programskega obdobja 2020-2022, da v primeru cvetnega prahu visoka vsebnost fenolnih spojin ne pomeni vedno tudi dobrega AOP (Ratajc in sod., 2025).

2.1.6 Vsebnost elementov v cvetnem prahu osmukancu

Elementi so prisotni v živilih v obliki soli, delimo jih na elemente, ki so nujno potrebni za normalno delovanje organizma, in elemente, katerih delovanja ne poznamo in so lahko toksični. Cvetni prah osmukanec je lahko tudi vir elementov v prehrani ljudi (Morgano in sod., 2011). V cvetnem prahu osmukancu so prisotni različni elementi (Kostić in sod., 2015b), katerih količine so odvisne od botaničnega porekla, vrste prsti, geografskega porekla (Yang in sod., 2013).

Vsebnost elementov v cvetnem prahu osmukancu se velikokrat izrazi kot vsebnost pepela (Human in Nicolson, 2006; Yang in sod., 2013; Kostić in sod., 2015b). Somerville in Nicol (2002) navajata, da so najbolj zastopani elementi v cvetnem prahu osmukancu K, Ca, Mg, Na, P, S, Fe, Cu, Mn, Zn, Al, Cd, Cr, Pb, Ni, Se in ostali elementi v sledih. Vsebnost K v cvetnem prahu osmukancu je okoli 60 % celotne vsebnosti elementov, sledi Mg, ki predstavlja okoli 20 % celotne vsebnosti elementov ter Na in Ca, ki predstavljata okoli 10 % vseh elementov (Szczęsna in Rybak-Chmielewska, 1998).

Raziskav, ki bi dale podatek o celotni elementni sestavi cvetnega prahu osmukanca, je malo. V primerih, ko se je določal širši spekter elementne sestave, je bilo ugotovljeno, da sta v cvetnem prahu osmukancu najbolj zastopana elementa P in K (Carpes in sod., 2009; Altunatmaz in sod., 2017). Tudi Matuszewska in sod. (2021) poročajo, da je v cvetnem prahu iz Poljske največ P, K, S, Ca in Mg. Valverde in sod. (2023) prav tako navajajo, da sta najbolj zastopana elementa v cvetnem prahu P in K (med 2,3 in 5,1 g/kg), po koncentracijah nato sledijo Ca, Mg in Na, v nobenem izmed 71 vzorcev niso zaznali kontaminacije s težkimi kovinami (Hg, Ni, Pb, Cd, Cr), glede na priporočene dnevne vnose elementov za človeka pa, da je cvetni prah bogat z elementi Cu, Fe, Mg, Mn in P. Tudi Kolayli in sod. (2024) navajajo, da cvetni prah vsebuje največ K (povprečno 5,7 mg/g), potem po koncentraciji padajoče Ca, Mg in Na.

Cvetni prah osmukanec ima ugodno razmerje med K in Na (5:1), zaradi česar ima lahko ugoden učinek na uravnavanje krvnega tlaka (Campos in sod., 2008). Razlike v elementni sestavi cvetnega prahu osmukanca se pojavljajo zaradi biotske in geografske raznolikosti, kakor tudi zaradi razlik v rasti rastlin, kot je npr. tip prsti (Campos in sod., 2008; Carpes in sod., 2009; Yang in sod., 2013). Valverde in sod. (2023) so potrdili, da lahko glede na elementno sestavo ločimo lokacijo in čas pridobivanja cvetnega prahu. Serra-Bonvehí in Escolà-Jordà (1997) sta na podlagi analize cvetnega prahu osmukanca iz Španije ugotovila, da vsebuje več Zn in Fe v primerjavi z ostalimi čebeljimi pridelki. Raziskave kažejo, da so v cvetnem prahu prisotni različni elementi, ki pripomorejo tudi k pokrivanju priporočenih dnevnih vnosov po nekaterih za človeka esencialnih elementih (Lilek in sod., 2021).

Elementi v cvetnem prahu osmukancu lahko predstavljajo tudi karakteristične markerje za identifikacijo botaničnega porekla, služijo lahko tudi za spremljanje njegove kakovosti (Li in sod., 2018).

V aplikativni raziskavi Karakterizacija čebeljih pridelkov med leti 2020-2022 smo ugotovili, da vzorci slovenskega cvetnega prahu oljne ogrščice izstopajo po vsebnosti žvepla in kalcija. Vzorci cvetnega prahu regrata izstopajo po vsebnosti klora in broma. Vsi štirje analizirani vzorci cvetnega prahu kostanja pa so izstopali po vsebnosti železa, mangana in cinka, nadpovprečno so izstopali tudi po vsebnosti rubidija. Vzorci cvetnega prahu javorja so vsebovali povprečno največ kalija. Povprečno največ fosforja pa smo določili v vzorcih cvetnega prahu oljne ogrščice in javorja (Kandolf Borovšak in sod., 2022).

V obdobju 2023-2025 smo potrdili, da imajo vzorci cvetnega prahu regrata visoke koncentracije Cl in Br. Prav tako so vzorci cvetnega prahu pravega kostanja izstopali po vsebnosti Mn, Fe, Zn in Rb, v podobni korelaciji so tudi vzorci cvetnega prahu hrasta. Vzorci cvetnega prahu oljne ogrščice so izstopali po vsebnosti P, S in Ca, kar smo že ugotovili v programskem obdobju 2020-2022, podobne lastnosti so imeli tudi vzorci cvetnega prahu ajde, rdečega dreva in črnobinovk. Vzorci cvetnega prahu javorja, črne detelje in sadnega drevja pa vsebujejo nadpovprečne vrednosti P, K, Fe in Zn. O visoki vsebnosti fosforja v cvetnem prahu javorja smo poročali že v obdobju 2020-2022(Ratajc in sod., 2025).

2.1.7 Senzorične lastnosti cvetnega prahu osmukanca

Senzorične lastnosti cvetnega prahu osmukanca so odvisne od botaničnega porekla. Barva cvetnega prahu osmukanca je pretežno rumena, oranžna, rumeno zelena ali rumeno rjava, lahko pa tudi drugih barvnih odtenkov, kar je odvisno od botaničnega porekla. Po videzu je cvetni prah osmukanec v obliki okroglih grudic različnih oblik in velikosti. Vonj cvetnega prahu osmukanca je tipičen za posamezno rastlinsko vrsto, na kateri je nabran cvetni prah. Specifičen je tudi okus, ki je lahko sladek, kisel, tudi grenek. Cvetni prah osmukanec mora imeti značilen vonj in aromo, ne sme biti fermentiran, plesniv, žarek in ne sme vsebovati nečistoč (Campos in sod., 2008.).

ISO standard za cvetni prah glede senzoričnih lastnosti navaja, da mora imeti cvetni prah ustrezno barvo, videz, vonj in okus, ki se razlikujejo glede na botanični izvor cvetnega prahu (ISO, 2023).

Serrano in sod. (2025) navajajo, da ima način shranjevanja cvetnega prahu bistven vpliv na njegove senzorične lastnosti. Zamrznjenim vzorcem cvetnega prahu različnega botaničnega porekla so s panelom desetih senzoričnih preskuševalcev uspešno določili senzorični profil, ki je bil specifičen za monofloren cvetni prah *Echium*, *Citrus*, oziroma polifloren cvetni prah. Senzorični profili vseh treh skupin posušenega cvetnega prahu pa se med seboj niso razlikovali, za vse sta bila značila vonj in aroma po pečenem/zažganem in sladek okus.

V aplikativni raziskavi Karakterizacija čebeljih pridelkov med leti 2020-2022 smo z metodo kvantitativne opisne senzorične analize ovrednotili senzorične lastnosti cvetnega prahu osmukanca različnega botaničnega porekla. Rezultati predstavljajo prve tovrstne podatke v Sloveniji, prav tako podatkov o senzoričnih lastnosti cvetnega prahu različnega botaničnega porekla v takem obsegu nismo zasledili v tuji literaturi. Za cvetni prah javorja, regrata in oljne ogrščice, kjer smo v celotnem obdobju projekta zbrali večje število vzorcev, smo na osnovi rezultatov kvantitativne opisne analize oblikovali senzorične profile vonja in arome. Predlagani profili temeljijo na ovrednotenju intenzivnosti vonja in arome cvetnega prahu glede na sedem glavnih skupin vonjev in arome (cvetlična, sadna, topla, aromatična, rastlinska, kemijska, animalna), intenzivnosti osnovnih okusov in trpkosti (Kandolf Borovšak in sod., 2022).

V obdobju 2023-2025 smo dopolnili podatke o senzoričnih lastnostih cvetnega prahu v Sloveniji. Za cvetni prah javorja, kjer smo zbrali 8 vzorcev, smo prav tako oblikovali senzorični profil vonja in arome, ki je v večji meri primerljiv senzoričnim profilom cvetnega prahu javorja, oblikovanem za 18 vzorcev v letih 2020-2022 (Ratajc in sod.2025).

2.2 MATERIAL IN METODE

2.2.1 Zbiranje vzorcev

V raziskavo smo vključili 20 vzorcev cvetnega prahu iz šestih statističnih regij Slovenije. Glede na večinsko barvno zastopanost so bili vzorci cvetnega prahu prebrani in zbrani po prevladujoči barvi iz mešanice vzorca cvetnega prahu. Podatki o analiziranih vzorcih (oznaka, statistična regija, leto pridelave) so zbrani v preglednici 4.

Preglednica 5

Preglednica 6

: Analizirani vzorci cvetnega prahu

Zap. Št.	Oznaka	Regija	LETO PRIDELAVE
1	KCP1 - 26	Osrednjeslovenska	2025
2	KCP2 - 26	Osrednjeslovenska	2026
3	KCP3 - 26	Osrednjeslovenska	2025
4	KCP4 - 26	Osrednjeslovenska	2025
5	KCP5 - 26	Osrednjeslovenska	2026
6	KCP6 - 26	Osrednjeslovenska	2026
7	KCP7 - 26	Osrednjeslovenska	2026
8	KCP8 - 26	Posavska	2026
9	KCP9 - 26	Zasavska	2026
10	KCP10 - 26	Osrednjeslovenska	2026
11	KCP11 - 26	Zasavska	2026
12	KCP12 - 26	Osrednjeslovenska	2026
13	KCP13 - 26	Osrednjeslovenska	2026
14	KCP14 - 26	Gorenjska	2026
15	KCP15 - 26	Gorenjska	2026
16	KCP16 - 26	Gorenjska	2026
17	KCP17 - 26	Obalno-Kraška	2026
18	KCP18 - 26	Osrednjeslovenska	2026
19	KCP19 - 26	Goriška	2026
20	KCP20 - 26	Obalno-Kraška	2026

Zbranim vzorcem cvetnega prahu (preglednica 4) smo določili botanično poreklo. Opravili smo analize določanja antioksidativne učinkovitosti in protimikrobnega delovanja pridobljenih vzorcev posameznih botaničnih vrst cvetnega prahu, določili vsebnost elementov ter izvedli senzorično analizo s strokovnim panelom.

2.2.2 Določanje botaničnega porekla (Piana in sod., 2006)

S svetlobnim mikroskopom smo pregledali mikroskopski preparat cvetnega prahu in določili vrste peloda. Delež posamezne vrste peloda smo izrazili v odstotkih glede na skupno število zrn peloda.



Slika 1: Priprava mikroskopskih preparatov za botanično identifikacijo cvetnega prahu.

2.2.3 Določanje protimikrobne aktivnosti

Protimikrobna učinkovitost je izražena kot minimalna inhibitorna koncentracija (MIK), tj. najnižja koncentracija vzorca, ki zavira rast testnega mikroorganizma. Pri vseh štirih bakterijah so rezultati podani v mg/mL in odstotkih, v primerjavi pa uporabljamo predvsem mg/mL. Vrednosti, zapisane kot >50 mg/mL, kažejo, da v uporabljenem območju koncentracij zaviranja ni bilo mogoče natančno določiti;

2.2.4 Določanje antioksidativnega potenciala (AOP)

Skupne fenolne spojine so bile izražene kot mg ekvivalentov galne kisline na gram cvetnega prahu (mg GK/g). Antioksidativna učinkovitost je bila ovrednotena z DPPH metodo in izražena kot EC₅₀, tj. koncentracija fenolnih spojin v reakcijski zmesi, ki zniža začetno vsebnost radikala DPPH• za 50 %. Pri DPPH metodi nižja vrednost EC₅₀ pomeni boljšo antioksidativno učinkovitost.

Pri interpretaciji rezultatov je treba upoštevati, da vsebnost skupnih fenolnih spojin in DPPH rezultat nista popolnoma enaka kazalnika. Vsebnost fenolov pove, koliko skupnih spojin z redukcijsko sposobnostjo je prisotnih, DPPH pa pokaže učinkovitost izvlečka pri nevtralizaciji prostega radikala. Zato je lahko vzorec z zmerno vsebnostjo fenolov zelo učinkovit, če vsebuje posebej aktivne fenolne kisline, flavonoide ali druge antioksidativne komponente.

2.2.5 Določanje vsebnosti elementov (XRF) (Nečemer in sod., 2010)

Merili smo multielementni spekter oddane rentgenske fluorescenčne svetlobe pri vzbujanju trdega vzorca v obliki tablete z radioaktivnima viroma Fe-55 (25 mCi) in Cd-109 (10 mCi).

Aparatura in pribor:

- radioaktivna vira Fe-55 (25 mCi) in Cd-109 (10 mCi) (Eckert in Ziegler, ZDA),
- energijsko disperzijski rentgenski fluorescenčni spektrometer, ki temelji na visokoločljivostnem polprevodniškem detektorju (XR-100SDD, Amptek), digitalno pulznem procesorju (PX5, Amptek) in večkanalnem analizatorju DPPMCA (Amptek),
- vakuumška komora (Fe-55) za analizo lahkih elementov (P-Cl).

Vzorci cvetnega prahu smo sušili 24 h na 60 °C (slika 2) in jih nato v ahatni terilnici strli v fin prah. S hidravlično stiskalnico in modelom za tablete smo iz fino mletega, posušenega cvetnega prahu (~ 0,5–1 g) stisnili tablete in z XRF spektrometrom izmerili multielementni spekter. Elementna sestava vzorca je bila izračunana s programom QAES, ki je bil razvit na Institutu Jožef Stefan. Rezultati za posamezni element so podani v g/g vzorca.



Slika 2: Sušenje cvetnega prahu pred določanjem elementne sestave.

2.2.6 Senzorična analiza

Senzorično analizo cvetnega prahu osmukanca smo izvedli s štiričlanskim panelom šolanih senzoričnih preskuševalcev. Ker za opis senzoričnih lastnosti cvetnega prahu ni metode, smo za osnovo privzeli metodo kvantitativne opisne analize za med, harmonizirano s strani Mednarodne komisije za med (International Honey Commission, IHC), ki smo jo uporabili za vrednotenje senzoričnih lastnosti vzorcev cvetnega prahu v okviru karakterizacije čebeljih pridelkov v letih 2020 do 2025 (skupno 120 vzorcev). Metoda temelji na vrednotenju intenzivnosti zaznanega vonja in arome na 10 centimetrski lestvici, ob uporabi standardnih opisnikov za vonj/aromo (cvetlična, sadna, topla, aromatična, rastlinska, kemijska, animalna) ter vrednotenju intenzivnosti osnovnih okusov (Marcazzan in sod., 2018). Dodatno smo

vključili tudi parameter trpkost (trigeminalna zaznava), ki je tudi značilna za cvetni prah osmukanec.

2.2.7 Statistična analiza

Podatke o vsebnosti elementov, antioksidativne učinkovitosti in protimikrobnega delovanja smo v primeru vzorcev cvetnega prahu osmukanca istega botaničnega porekla ($N > 1$) prikazali kot povprečja $\pm$ standardni odklon (SD), določili smo tudi najmanjše (MIN) in največje (MAKS) vrednosti. Ostale vzorce ($N=1$) smo le komentirali. Podatke o elementni sestavi smo modelirali z multivariatno statistično metodo glavnih osi (PCA).

2.3 REZULTATI Z RAZPRAVO

2.3.1 Botanično poreklo cvetnega prahu osmukanca

Vzorci cvetnega prahu osmukanca smo pred izvedbo analiz razvrstili po barvi cvetnega prahu, ki je bila najbolj zastopana v mešanici vzorca in določili botanično poreklo. Seznam vzorcev z določeno botanično vrsto cvetnega prahu je prikazan v Preglednici 5.

Preglednica 7: Vzorci cvetnega prahu osmukanca z določenim botaničnim poreklom

Oznaka	Botanična identifikacija	Latinsko	Slika vzorca
KCP1 - 26	trpotec in trave	<i>Plantago sp.</i> (75 %), <i>Poaceae</i> (15 %), posamezno (10 %)	
KCP2 - 26	sadno drevje	<i>Prunus spp.</i>	
KCP3 - 26	njivsko grabljišče in trpotec	<i>Knautia sp.</i> (61 %), <i>Plantago sp.</i> (10 %), posamezno (29 %)	
KCP4 - 26	trpotec in rdeči dren	<i>Plantago sp.</i> (52 %), <i>Cornus sanguinea</i> (37 %), posamezno (11 %)	
KCP5 - 26	sadno drevje in posamezno	<i>Prunus spp.</i> (72 %), posamezno	

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

KCP6 - 26	mešani vzorec (pravi kostanj (38 %), trpotec (13 %), mali je-sen (11 %), posamezno (38 %))	<i>Castanea sativa</i> (38 %), <i>Plantago sp.</i> (13 %), <i>Fraxinus ornus</i> (11 %), posamezno (38 %)	
KCP7 - 26	pravi kostanj	<i>Castanea sativa</i>	
KCP8 - 26	črna detelja	<i>Trifolium pratense</i>	
KCP9 - 26	javor	<i>Acer spp.</i>	
KCP10 - 26	javor	<i>Acer spp.</i>	
KCP11 - 26	javor	<i>Acer spp.</i>	
KCP12 - 26	javor	<i>Acer spp.</i>	
KCP13 - 26	hrast in posamezno	<i>Quercus sp.</i> (60 %), posamezno (40 %)	
KCP14 - 26	mešani vzorec (rožnice (57 %), javor (17 %), sadno drevje (13 %), posamezno (13 %))	<i>Rosaceae</i> (57 %), <i>Acer spp.</i> (17 %), <i>Prunus spp.</i> (13 %), posamezno (13 %)	
KCP15 - 26	javor	<i>Acer spp.</i>	
KCP16 - 26	sadno drevje	<i>Prunus spp.</i>	

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

KCP17 - 26	sadno drevje	<i>Prunus spp.</i>	
KCP18 - 26	rdeči dren in rožnice	<i>Cornus sanguinea</i> (68 %), <i>Rosaceae</i> (24 %)	
KCP19 - 26	rožnice in robida	<i>Rosaceae</i> (65 %), <i>Rubus sp.</i> (14 %), posamezno (21 %)	
KCP20 - 26	javor	<i>Acer spp.</i>	

2.3.2 Protimikrobna aktivnost v izvlečkih cvetnega prahu osmukanca

Protimikrobna aktivnost je določena v etanolnih izvlečkih, pripravljenih iz vzorcev cvetnega prahu, ter prikazana kot minimalna inhibitorna koncentracija izvlečka v enotah mg/mL. Minimalna inhibitorna koncentracija (MIK), določena z metodo razredčevanja v mikrotitrski plošči, je definirana kot najnižja koncentracija, ki zavira rast testnega organizma.

Preglednica 8: Vzorci cvetnega prahu osmukanca z določenim botaničnim poreklom

zaporedna št.	Oznaka vzorca	Botanično poreklo cvetnega prahu	MIK (mg/mL)			
			<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Campylobacter jejuni</i>
9	KCP9 - 26	javor (N = 6)	50	50	>50	12,5
10	KCP10 - 26		>50	25	>50	25
11	KCP11 - 26		50	25	50	3,125
12	KCP12 - 26		>50	50	50	50
15	KCP15 - 26		50	25	50	12,5
20	KCP20 - 26		>50	25	>50	50
2	KCP2 - 26	sadno drevje (N = 3)	>50	50	>50	50
16	KCP16 - 26		>50	50	50	50
17	KCP17 - 26		50	50	50	12,5
14	KCP14 - 26	mešani vzorec (N = 2)	50	25	50	6,25
6	KCP6 - 26		>50	50	>50	25
8	KCP8 - 26	črna detelja (N = 1)	50	50	50	6,25
13	KCP13 - 26	hrast in posamezno (N = 1)	50	25	50	6,25
3	KCP3 - 26	njivsko grabljišče in trpotec (N = 1)	>50	50	>50	12,5
7	KCP7 - 26	pravi kostanj (N = 1)	50	50	>50	12,5

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV POROČILO ZA LETO 2026

18	KCP18 - 26	rdeči dren in rožnice (N = 1)	50	50	>50	6,25
19	KCP19 - 26	rožnice in robida (N = 1)	50	25	50	50
5	KCP5 - 26	sadno drevje in posamezno (N = 1)	>50	50	>50	50
4	KCP4 - 26	trpotec in rdeči dren (N = 1)	50	50	50	6,25
1	KCP1 - 26	trpotec in trave (N = 1)	50	50	>50	12,5

Med vzorci z najugodnejšim skupnim MIK profilom izstopajo predvsem CP11, CP13, CP14, CP15 in CP10. Vzorci CP10, CP11 in CP15 so botanično opredeljeni kot javorjev cvetni prah, CP13 kot cvetni prah hrasta in posamezno, CP14 pa kot mešani vzorec cvetnega prahu rožnic, javorja in sadnega drevja. Pri teh vzorcih boljše skupno oceno največ prispeva nižja MIK pri *Campylobacter jejuni* in *Escherichia coli*, medtem ko sta *Staphylococcus aureus* in *Listeria monocytogenes* praviloma ostala pri 50 ali >50 mg/mL.



Slika 3: Povprečna protimikrobna aktivnost izvlečkov cvetnega prahu

* Prikazana povprečja vključujejo vrednosti, ki v zgornjih tabelah sicer niso prikazane kot število.

V obdobju 2023-2025 so najboljšo povprečno protimikrobno aktivnost izkazali vzorci cvetnega prahu bršljana in ajde, ki je bila precej nižja od najboljših vrednosti v letošnjem letu (slika 3).

Pri določanju protimikrobne aktivnosti izvlečkov cvetnega prahu smo ugotovili, da so lahko pri različnih vzorcih istega botaničnega porekla velike razlike, kar smo ugotovili že v prejšnjih letih. Prav to vidimo pri vzorcih cvetnega prahu javorja, kjer ima vzorec KCP 11-26 najboljšo povprečno MIK, vzorec KCP 12 - 26 pa je med najslabšimi.

2.3.3 Antioksidativni potencial (AOP) cvetnega prahu osmukanca

Preglednica 9: Vsebnost skupnih fenolnih spojin in vrednost EC₅₀ v vzorcih cvetnega prahu.

Oznaka vzorca	Botanično poreklo cvetnega prahu	Vsebnost skupnih fenolov		EC ₅₀	
		mgGK/g		mg/L reakc. zm.	
		povprečje	SD ±	povprečje	SD ±
KCP9 - 26	javor (N = 6)	20,9	0,4	6,26	0,003
KCP10 - 26		24,03	0,2	4,549	0,002
KCP11 - 26		25,98	0,32	3,292	0,005
KCP12 - 26		22,66	0,67	5,45	0,012
KCP15 - 26		20,23	0,3	5,006	0,004
KCP20 - 26		25,75	0,66	7,155	0,004
KCP2 - 26	sadno drevje (N = 3)	20,52	0,51	8,699	0,015
KCP16 - 26		22,84	0,51	19,278	0,014
KCP17 - 26		22,28	0,25	22,671	0,057
KCP14 - 26	mešani vzorec (N = 2)	21,15	0,38	11,305	0,008
KCP6 - 26		23,55	0,42	3,778	0,004
KCP8 - 26	črna detelja (N = 1)	5,22	0,14	8,28	0,002
KCP13 - 26	hrast in posamezno (N = 1)	21,03	0,38	5,06	0,003
KCP3 - 26	njivsko grabljišče in trpotec (N = 1)	1,84	0,06	81,631	0,227
KCP7 - 26	pravi kostanj (N = 1)	35,1	0,56	1,22	0
KCP18 - 26	rdeči dren in rožnice (N = 1)	7,15	0,11	11,575	0,015
KCP19 - 26	rožnice in robida (N = 1)	29,52	0,49	7,623	0,047
KCP5 - 26	sadno drevje in posamezno (N = 1)	23,68	0,21	9,582	0,004
KCP4 - 26	trpotec in rdeči dren (N = 1)	7,35	0,22	11,491	0,057
KCP1 - 26	trpotec in trave (N = 1)	6,17	0,16	52,598	0,099

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

V analizirani seriji je bila vsebnost skupnih fenolnih spojin v območju od 1,84 do 35,10 mg GK/g. DPPH EC₅₀ je bil v območju od 1,220 do 81,631 mg GK/L reakcijske zmesi. Glede na vsebnost skupnih fenolov (35,1 mg GK/g) in najboljši antioksidativni potencial (1,22 mg/L reakc. zm.) izstopa vzorec cvetnega prahu pravega kostanja KCP 7. Tudi v obdobju 2023-2025 smo v povprečju v vzorcih cvetnega prahu pravega kostanja določili največjo vsebnost skupnih fenolnih spojin (23,12 mgGK/g).

Vzorci cvetnega prahu javorja (KCP9, KCP10, KCP11, KCP12, KCP15 in KCP20) izkazujejo nadpovprečno vsebnost skupnih fenolov in dober AOP, v preteklem obdobju 2023-2025 pa z nobenim parametrom niso izstopali, kar potrjuje večkrat opažene razlike ne samo med vzorci različnega botaničnega porekla, temveč tudi med vzorci enakega botaničnega porekla (preglednica 7).

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

Preglednica 10: Povprečna antioksidativna učinkovitost cvetnega prahu osmukanca po programskih letih 2020-2026.

Programsko leto	Statistični parameter	Vsebnost skupnih fenolov	EC ₅₀
		mg _{GK} /g	mg/L reakc. zm.
2020	MIN	2,5	5,4
	MAKS	17,3	78,9
	povprečje	9,5	25,6
	SD	3,6	20
2021	MIN	2,1	4
	MAKS	22,4	54,5
	povprečje	10,8	14,2
	SD	6	14,8
2022	MIN	5,3	3,5
	MAKS	16,1	65,9
	povprečje	11,9	14,3
	SD	2,4	15,9
2023	MIN	1,69	5,27
	MAKS	24,88	73,96
	povprečje	9,90	21,98
	SD	5,93	23,21
2024	MIN	2,36	4,76
	MAKS	24,01	54,54
	povprečje	12,71	12,65
	SD	6,83	14,63
2025	MIN	1,39	3,09
	MAKS	13,17	33,61
	povprečje	7,37	15,20
	SD	3,03	9,38
2026	MIN	1,84	1,22
	MAKS	35,10	81,63
	povprečje	19,35	14,33
	SD	8,91	19,35

V letu 2026 je bila povprečna vsebnost skupnih fenolov najvišja do sedaj (19,35 mg_{GK}/g) in bistveno višja kot v letu 2025 (7,37 mg_{GK}/g). Nižja vrednost EC₅₀ pomeni boljšo antioksidativno učinkovitost, kar pomeni, da so v povprečju imeli vzorci cvetnega prahu v letošnjem letu nekoliko boljši antioksidativni potencial kot v letu 2025 (preglednica 8).

2.3.4 Elementna sestava cvetnega prahu osmukanca

Cvetni prah osmukanec je vir nekaterih elementov, ki so potrebni za normalno delovanje človeškega organizma. V preglednici 9 so predstavljeni rezultati vsebnosti makroelementov (K, P, S Ca, Cl) v preglednici 10 pa rezultati vsebnosti mikroelementov (Fe, Mn, Zn, Rb, Br in Sr) v cvetnem prahu osmukancu različnega botaničnega porekla.

Preglednica 11: Vsebnost makroelementov v cvetnem prahu osmukancu različnega botaničnega porekla

Oznaka vzorca	Vrsta cvetnega prahu	K	P	S	Ca	Cl
		(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)
KCP9 - 26	javor (N = 6)	7,68	6,62	2,33	1,45	0,56
KCP10 - 26		7,94	6,04	2,98	1,56	0,53
KCP11 - 26		7,3	6,88	2,63	1,39	0,49
KCP12 - 26		7,29	6,32	2,29	2	0,58
KCP15 - 26		7,69	6,54	2,57	1,34	0,35
KCP20 - 26		8,2	6,63	2,58	1,78	0,70
KCP2 - 26	sadno drevje (N = 3)	8,12	5,19	3,23	1,45	0,36
KCP16 - 26		8,51	5,63	3,18	1,65	0,26
KCP17 - 26		7,83	5,57	2,89	1,37	0,51
KCP14 - 26	mešani vzorec (N = 2)	8,32	5,9	2,68	1,52	0,31
KCP6 - 26		6,94	4,63	2,02	1,49	0,79
KCP8 - 26	črna detelja (N = 1)	9,65	6,88	1,9	1,48	1,49
KCP13 - 26	hrast in posamezno (N = 1)	7,86	4,66	2,42	1,18	0,40
KCP3 - 26	njivsko grabljišče in trpotec (N = 1)	10,8	7,25	1,42	0,991	0,69
KCP7 - 26	pravi kostanj (N = 1)	7,72	4,2	1,7	1,7	0,07
KCP18 - 26	rdeči dren in rožnice (N = 1)	8,22	6,46	1,81	2,09	0,32
KCP19 - 26	rožnice in robida (N = 1)	5,05	4,9	2,17	2,91	0,23
KCP5 - 26	sadno drevje in posamezno (N = 1)	8,65	5,21	3,32	1,89	0,41
KCP4 - 26	trpotec in rdeči dren (N = 1)	7,93	4,79	1,56	1,65	0,69
KCP1 - 26	trpotec in trave (N = 1)	9,93	3,9	2,05	1,16	1,16

Vzorec KCP 3 (njivsko grabljišče in trpotec) izstopa po vsebnosti K in P, vsebuje pa najmanj S in Ca. Vzorci cvetnega prahu javorja izstopajo po vsebnosti P, kar smo poročali že v preteklih programskih letih. Vsi vzorci cvetnega prahu sadnega drevja izstopajo po vsebnosti S (preglednica 9).

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV

POROČILO ZA LETO 2026

V cvetnem prahu osmukancu so prisotni tudi mikroelementi. Nekateri izmed njih so pomembni za normalno delovanje človeškega organizma in zanje obstajajo priporočeni dnevni vnosi ali ocenjene vrednosti za priporočen dnevni vnos.

Preglednica 12: Vsebnost mikroelementov v cvetnem prahu osmukancu različnega botaničnega porekla.

Oznaka vzorca	Vrsta cvetnega prahu	Fe (µg/g)	Mn (µg/g)	Zn (µg/g)	Rb (µg/g)	Br (µg/g)	Sr (µg/g)
KCP9 - 26	javor (N = 6)	123	63,7	55,8	17,7	0,711	0,66
KCP10 - 26		133	62,6	55,1	11,2	0,932	0,91
KCP11 - 26		155	44,9	52,7	5,38	0,788	0,724
KCP12 - 26		248	51,7	64,5	6,98	2,2	0,447
KCP15 - 26		133	43,4	54,8	16,4	1,1	0,661
KCP20 - 26		192	82,9	55,4	3,66	0,779	1,84
KCP2 - 26	sadno drevje (N = 3)	157	17,4	105	31,1	0,915	0,639
KCP16 - 26		142	11,6	93,8	31	1,33	0,838
KCP17 - 26		192	30,9	101	19,4	0,926	1,65
KCP14 - 26	mešani vzorec (N = 2)	141	6,43	78,2	29,7	0,761	0,599
KCP6 - 26		157	65,1	54,1	22,6	3,82	3,71
KCP8 - 26	črna detelja (N = 1)	190	31,7	94,8	12,1	7,9	0,611
KCP13 - 26	hrast in posamezno (N = 1)	169	17,7	65,8	12,3	1,04	0,408
KCP3 - 26	njivsko grabljišče in trpotec (N = 1)	120	11,2	42,7	50,9	8,06	1,15
KCP7 - 26	pravi kostanj (N = 1)	266	136	77,2	25,2	1,81	1,34
KCP18 - 26	rdeči dren in rožnice (N = 1)	171	17,6	34,1	7,13	0,996	1,92
KCP19 - 26	rožnice in robida (N = 1)	220	349	57,9	19,5	0,823	3,58
KCP5 - 26	sadno drevje in posamezno (N = 1)	299	86,3	64,9	25	0,989	5,28
KCP4 - 26	trpotec in rdeči dren (N = 1)	117	21	40,6	25,5	4,13	0,611
KCP1 - 26	trpotec in trave (N = 1)	112	39,8	37,7	59,9	6,48	1,47

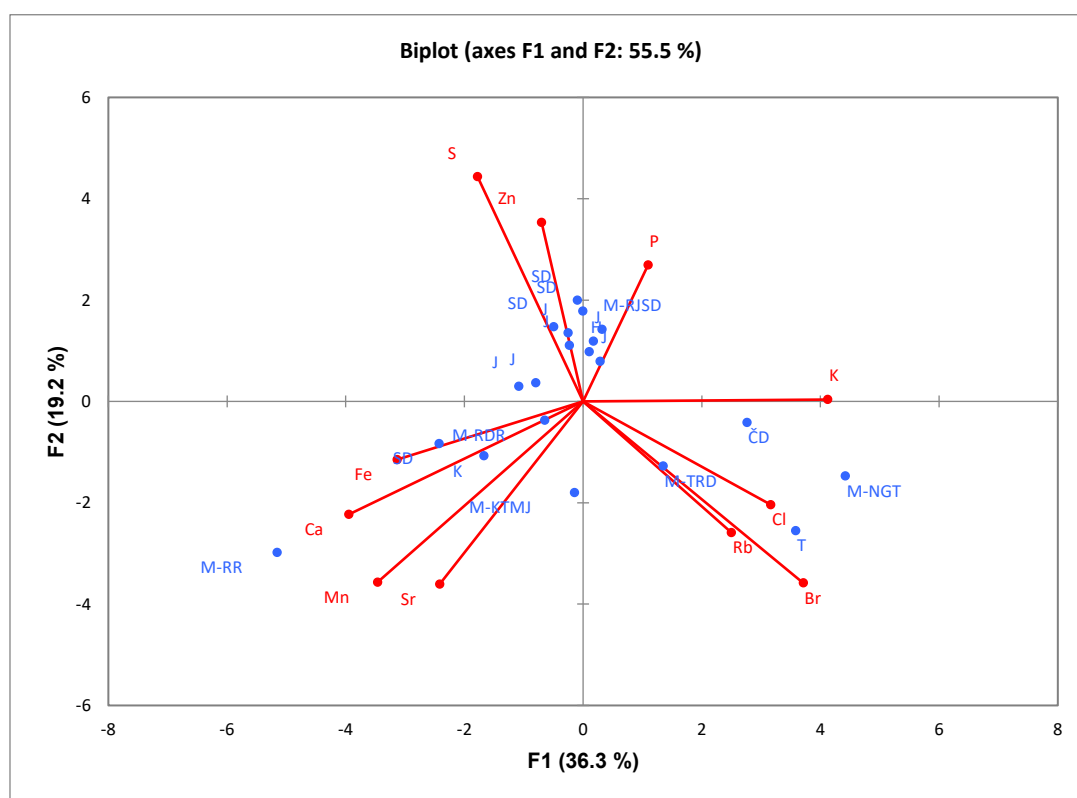
Glede na vsebnost Mn letošnje leto bistveno izstopa vzorec cvetnega prahu KCP19 (rožnice in robida), saj ga vsebuje kar 349 µg/g, kar je precej več od najvišje izmerjenje vrednosti v preteklem obdobju 2023-2025, ko je bila najvišja izmerjena vrednost 146 µg/g. Leta 2023 smo že analizirali en vzorec cvetnega prahu rožnic, ki je vseboval samo 22 µg/g Mn. Vsebnost Mn v vzorcu cvetnega prahu pravega kostanja je druga najvišja izmerjena vrednost in se sklada z vrednostmi v kostanjevem cvetnem prahu iz preteklih let (136 µg/g). Cvetni prah pravega kostanja vsebuje tudi relativno veliko Fe, v vsebnosti Zn in Rb ne izstopa, se pa skladajo vrednosti s povprečjem preteklega obdobja (preglednica 10).

Preglednica 13: Povprečne vsebnosti elementov v cvetnem prahu javorja in sadnega drevja.

Vrsta cvetnega prahu	K	P	S	Ca	Cl	Fe	Mn	Zn	Rb	Br	Sr
	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)	(mg/g)	(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)	(µg/g)
javor 2023-2025 (N = 8)	7,60	5,49	2,47	1,32	0,57	150,25	46,38	50,71	11,90	1,16	1,00
javor 2026 (N = 6)	7,68	6,51	2,56	1,59	0,53	164,00	58,20	56,38	10,22	1,09	0,87
sadno drevje 2026 (N = 3)	8,15	5,46	3,10	1,49	0,38	163,67	19,97	99,93	27,17	1,06	1,04
sadno drevje (KCP 17-25)	8,01	5,14	3,02	1,52	0,36	134,00	21,50	58,60	17,70	1,33	1,31

Povprečne vsebnosti makroelementov in mikroelementov v javorjevem cvetnem prahu so primerljive s povprečnimi vsebnosti v preteklem obdobju 2023-2025. Povprečne vsebnosti elementov v cvetnem prahu sadnega drevja leta 2026 so primerljive z vzorcem iz leta 2025, vsebnosti se nekoliko razhajajo pri vsebnosti Rb, Zn in Fe (preglednica 11).

Rezultate analiz elemente sestave smo modelirali z multivariatno statistično metodo glavnih osi PCA. Z uporabo metode PCA smo s prvo osjo pojasnili 36,3 %, z drugo pa 19,2 % variabilnosti podatkov, kar skupaj predstavlja 55,5 % variabilnosti osnovnih podatkov (slika 4).



Slika 4: PCA graf prvih dveh PCA osi za vzorce cvetnega prahu letnik 2026 in 11 parametrov P, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Zn, Br, Rb in Sr.

Legenda: SD-Sadno drevje, T-Trpotec, H-Hrast, J-Javor, K-pravi kostanj, M- mešan, TRD- Trpotec Rdeči Dren, RJSD - Rožnice Javor Sadno drevje, RDR - Rdeči Dren in Rožnice, RR - Rožnice in Robida, RJSD - Rožnice Javor Sadno drevje, KTMJ- Kostanj Trpotec Mali Jesen.

V zgornjem delu grafa so vzorci, ki korelirajo z visokimi koncentracijami S in Zn, to so predvsem vzorci cvetnega prahu sadnega drevja, javorja, hrasta in mešanice RJSD. V spodnjem

desnem kvadrantu so vzorci cvetnega prahu rdečega drena, trpotca, njivskega grabljišča, ki kolerirajo z višjimi koncentracijami K, Cl, Br in Rb. Trpotec je znan, da kopiči Cl in Br v svojih cvetovih. V levem spodnjem kvadrantu pa se nahajajo vzorci cvetnega prahu Kostanja, Sadnega drevja, mešanice rdeči dren rožnice itd, ki korelirajo z višjimi vsebnostmi Mn, Fe, Ca in Sr. Tako kot pretekla leta tudi letošnji vzorec cvetnega prahu pravega kostanja vsebuje višjo vrednost Mn.

2.3.5 Senzorična analiza cvetnega prahu osmukanca

Senzorične lastnosti cvetnega prahu osmukanca različnega botaničnega porekla smo ovrednotili z metodo kvantitativne opisne senzorične analize. Ker za opis senzoričnih lastnosti cvetnega prahu ni predpisane metode, smo za osnovo privzeli metodo kvantitativne opisne analize za med, harmonizirano s strani Mednarodne komisije za med (International Honey Commission, IHC). Metoda temelji na vrednotenju intenzivnosti zaznanega vonja in arome na 10 centimetrski lestvici, ob uporabi standardnih opisnikov za vonj/aromo (cvetlična, sadna, topla, aromatična, rastlinska, kemijska, animalna) ter vrednotenje intenzivnosti osnovnih okusov (Marcazzan in sod., 2018). Dodatno smo vključili tudi parameter trpkost (trigeminalna zaznava), ki je tudi značilna za cvetni prah osmukanec. Število vzorcev posamezne vrste je razvidno iz preglednice 13.

Vzorci cvetnega prahu smo pred pričetkom senzorične analize razdelili v skupine glede na botanični izvor cvetnega prahu. Barva cvetnega prahu je zelo pestra (preglednica 12) in se razlikuje med različnimi vrstami cvetnega prahu, razlike v barvi ali odtenku barve so opazne tudi znotraj vrst cvetnega prahu, kjer smo zbrali več vzorcev.

Preglednica 14: Barva vzorcev cvetnega prahu

Oznaka vzorca	Botanično poreklo cvetnega prahu	Barva
KCP9 - 26	javor (N = 6)	svetlo rjava
KCP10 - 26		svetlo rjava
KCP11 - 26		svetlo rjava
KCP12 - 26		svetlo rjavozelena
KCP15 - 26		svetlo rjava
KCP20 - 26		svetlo rjava
KCP2 - 26	sadno drevje (N = 3)	olivnozeleno
KCP16 - 26		olivnozeleno
KCP17 - 26		olivnozeleno
KCP14 - 26	mešani vzorec (N = 2)	rumeno zelena
KCP6 - 26		rumeno rjava
KCP8 - 26	črna detelja (N = 1)	temno sivorjava
KCP13 - 26	hrast in posamezno (N = 1)	rumenorjava
KCP3 - 26	njivsko grabljišče in trpotec (N = 1)	temno rdeča
KCP7 - 26	pravi kostanj (N = 1)	rumeno rjava

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV

POROČILO ZA LETO 2026

KCP18 - 26	rdeči dren in rožnice (N = 1)	svetlo rjava
KCP19 - 26	rožnice in robida (N = 1)	sivozelena / vojaško zelena
KCP5 - 26	sadno drevje in posamezno (N = 1)	svetlo rjavo/olivnoz zelena
KCP4 - 26	trpotec in rdeči dren (N = 1)	rumeno rjava
KCP1 - 26	trpotec in trave (N = 1)	rumeno rjava

V Preglednici 13 so podani rezultati kvantitativne opisne analize za analizirane vzorce cvetnega prahu. Intenzivnost vonja in arome ter posameznih parametrov arome, štirih okusov in trigeminalne zaznave trpkosti smo vrednotili na 10 centimetrski lestvici. Vrednosti so podane kot povprečje ocen štirih preskuševalcev. Povprečna intenzivnost skupnega vonja in arome ocenjenih vzorcev cvetnega prahu je znašala od 3,8 do 5,1. Nobeden od vzorcev ni posebno izstopal, najvišjo povprečno intenzivnost skupnega vonja in arome pa smo zaznali pri mešanem vzorcu cvetnega prahu sadnega drevja posameznih vrst (KCP 5-26).

Pričakovano so se vzorci cvetnega prahu razlikovali v prisotnosti in intenzivnosti posameznih parametrov arome, npr. sadna, cvetlična, rastlinska, kemijska, animalna aroma, kar je razvidno iz Preglednice 12. V povprečju so imeli vzorci najbolj izraženo rastlinsko aromo, najvišja povprečna intenzivnost je bila 4,1 pri vzorcu cvetnega prahu trpotca in trav. Animalna aroma je bila pri večini vzorcev slabo izražena, izstopata vzorca cvetnega prahu javorja (KCP 20-26) z vrednostjo 2,9 in vzorec cvetnega prahu sadnega drevja (KCP 17-26) z 2,3. Z intenzivnostjo tople arome izstopa vzorec cvetnega prahu pravega kostanja z vrednostjo 2,6.

Tako kot v preteklem obdobju 2020-2025 je bil med okusi na splošno najbolj intenzivno zaznaven sladek okus, območje vrednosti je znašalo od 1,7 do 3,2. Pri posameznih vzorcih je izražen tudi kisel in grenak okus, kar smo ugotovili tudi v okviru karakterizacije čebeljih pridelkov v preteklih letih. Najbolj kisel je bil cvetni prah trpotca in trave s povprečno intenzivnostjo 2,1, v ostalih vzorcih je kisel okus dosegal vrednosti od 0,4 pri vzorcu cvetnega prahu javorja, do 2,0 pri vzorcu cvetnega prahu sadnega drevja in posameznih pelodov. Intenzivno grenak okus smo v preteklosti že zaznali pri vzorcih cvetnega prahu rdečega dreva, kar se je izkazalo tudi pri letošnjima vzorcema cvetnega prahu trpotca in rdečega dreva (4,2), ter rdečega dreva in rožnic (4,0). Slanega okusa v analiziranih vzorcih cvetnega prahu večinoma nismo zaznali pri petih vzorcih je bila povprečna intenzivnost 0,1 (trije vzorci cvetnega prahu javorja, en vzorec cvetnega prahu pravega kostanja in en vzorec cvetnega prahu sadnega drevja).

V vzorcih cvetnega prahu smo vrednotili tudi trpkost, kjer sta največjo intenzivnost 3,3 dosegla vzorec cvetnega prahu sadnega drevja in posameznih pelodov, ter vzorec cvetnega prahu sadnega drevja KCP 2 - 26 z intenzivnostjo 2,9. O visoki intenzivnosti trpkosti cvetnega prahu sadnega drevja smo že poročali v preteklih letih.

V letu 2025 smo opazili zanimivo strukturo cvetnega prahu njivskega grabljišča (KCP5-25 in KCP11-25), kjer je bil občutek v ustih peskast in zrnat (kot mivka). Enako smo opazili pri letošnjem vzorcu cvetnega prahu KCP 3-26 (njivsko grabljišče in trpotec).

V kolikor bomo zbrali več kot 8 vzorcev enovrstnega cvetnega prahu enakega botaničnega porekla bomo v zaključnem poročilu leta 2027 pripravili tudi senzorične profile za te vrste.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

Preglednica 15: Rezultati senzorične analize vseh vzorcev cvetnega prahu.

Oznaka vzorca	Botanično poreklo cvetnega prahu	Skupni vonj/aroma	Aroma							Okus				trp-kost
			cvetlična	sadna	topla	aromatična	rastlinska	kemijska	animalna	sladek	kisel	grenek	slan	
KCP9 - 26	javor (N = 6)	4,1	1,3	1,0	1,3	0,5	3,7	0,9	0,5	2,8	0,8	1,1	0,0	1,4
KCP10 - 26		4,3	1,4	0,8	1,4	1,0	3,5	1,3	0,6	2,3	0,6	2,2	0,1	2,7
KCP11 - 26		4,1	1,7	1,0	1,5	0,8	3,2	1,3	0,6	2,3	0,6	2,0	0,0	2,0
KCP12 - 26		4,4	1,1	1,2	1,6	1,1	3,8	1,6	0,8	2,0	0,7	2,5	0,1	2,5
KCP15 - 26		3,8	1,6	2,2	1,6	1,1	2,6	0,6	0,5	2,7	0,4	1,6	0,0	1,6
KCP20 - 26		4,2	1,1	1,4	1,3	1,1	2,5	1,0	2,9	2,2	0,6	1,9	0,1	2,1
KCP2 - 26	sadno drevje (N = 3)	4,8	1,4	1,3	1,6	1,2	3,7	1,0	1,2	3,0	0,6	2,5	0,0	2,9
KCP16 - 26		4,0	1,8	1,3	1,8	1,1	3,4	1,1	0,9	3,1	0,6	2,0	0,0	2,0
KCP17 - 26		4,8	1,4	1,6	1,8	1,4	3,4	1,2	2,3	2,5	0,6	2,6	0,1	2,5
KCP14 - 26	mešani vzorec (N = 2)	3,9	1,5	1,3	1,9	1,4	2,6	1,3	0,6	2,8	1,2	2,1	0,0	2,3
KCP6 - 26		4,5	1,3	1,2	2,0	1,5	2,6	1,8	0,6	2,8	1,4	1,8	0,0	2,5
KCP8 - 26	črna detelja (N = 1)	3,8	1,3	1,3	1,9	1,6	2,9	0,9	0,7	2,5	1,1	1,1	0,0	1,3
KCP13 - 26	hrast in posamezno (N = 1)	4,1	2,1	1,4	1,7	1,5	2,3	0,9	0,7	3,2	0,6	1,7	0,0	1,6
KCP3 - 26	njivsko grabljišče in trpotec (N = 1)	3,8	1,4	1,3	1,6	0,9	2,6	1,0	0,9	2,5	0,8	1,9	0,0	2,2
KCP7 - 26	pravi kostanj (N = 1)	4,3	1,5	0,9	2,6	1,1	2,4	1,1	0,8	2,8	0,5	2,1	0,1	1,4
KCP18 - 26	rdeči dren in rožnice (N = 1)	4,6	1,0	1,1	1,3	1,5	2,8	2,3	0,6	1,7	0,8	4,0	0,0	2,7
KCP19 - 26	rožnice in robida (N = 1)	4,1	1,3	1,2	1,5	1,4	2,3	1,5	0,9	2,6	0,9	2,5	0,0	2,1
KCP5 - 26	sadno drevje in posamezno (N = 1)	5,1	2,3	1,9	1,8	1,8	3,4	2,4	1,0	1,9	2,0	3,4	0,0	3,3
KCP4 - 26	trpotec in rdeči dren (N = 1)	4,8	1,2	1,7	1,9	2,6	3,0	1,3	0,8	1,9	1,3	4,2	0,0	2,0
KCP1 - 26	trpotec in trave (N = 1)	4,7	1,2	1,8	1,1	1,3	4,1	1,1	1,1	2,3	2,1	2,8	0,0	2,6

2.4 ZAKLJUČEK

Cvetni prah osmukanec je čebelji pridelek, ki ima ugodno hranilno vrednost za človeka. Vsebuje beljakovine, ogljikove hidrate, maščobe, aminokisline, elemente in druge bioaktivne spojine, zaradi česar postaja vse bolj prepoznaven in uporaben v vsakdanji prehrani ljudi. Raziskovanje njegovih funkcionalnih lastnosti in vplivov na dobro počutje ljudi in celo odpravljanje nekaterih zdravstvenih težav temu čebeljemu pridelku pripisuje pomen funkcionalnega živila. Surovino za izdelavo grudice cvetnega prahu čebele nabirajo na rastlinah, in sicer na njihovih prašnikih, ki vsebujejo številna zrnca peloda. Ob obisku cveta se drobna zrnca peloda oprimejo dlačic na telesu čebele. Čebela se med letenjem očisti in s svojo slino in nektarjem iz mednega želodčka oblikuje grudici cvetnega prahu, ki ju spravi v posebni strukturi, ki se nahajata na njenih zadnjih dveh nogicah. Takšni grudici cvetnega prahu predstavljata za čebele edini naravni vir beljakovin. Grudici cvetnega prahu čebele odnesejo v panj, kjer ju shranijo v celicah satja ter uporabijo za lastno prehrano. Za pridobivanje cvetnega prahu, ki ga naberejo čebele, se uporabljajo naprave, imenovane osmukalniki, ki se namestijo na žrelo čebeljega panja. Pri prehodu skozi osmukalnik, ki vsebuje drobne odprtine, se čebelam grudice cvetnega prahu na nogicah osmukajo in padejo v zbirni predalček. Na takšen način pridobimo cvetni prah osmukanec namenjen prehrani ljudi.

Čebele skoraj nikoli cvetnega prahu ne nabirajo samo na eni rastlini, zato je običajno dnevni pridelek mešanica cvetnega prahu osmukanca različnega botaničnega porekla. Takšen je s stališča prehranskih potreb za čebele tudi najustrežnejši, saj raznovrstnost botaničnih vrst pripomore k zagotovitvi vseh potrebnih esencialnih snovi, ki jih čebele potrebujejo za svoje življenje. Za uporabo cvetnega prahu osmukanca v prehranske in terapevtske namene je pomembno poznavanje sestave in funkcionalnih lastnosti cvetnega prahu osmukanca določenega botaničnega porekla. Le na takšen način lahko vključujemo v prehrano posameznika cvetni prah osmukanec, ki ustreza njegovim prehranskim potrebam.

Protimikrobno delovanje se pri posameznih vzorcih cvetnega prahu precej razlikuje, kar smo ugotovili že v programskih letih 2020-2025. V letošnjem letu nismo imeli vzorcev cvetnega prahu bršljana ali ajde, ki so v prejšnjih letih izkazali zelo dobro protimikrobno delovanje proti uporabljenim sevom bakterij (*S. aureus*, *E.coli*, *L. monocytogenes*, *C. jejuni*). Med letošnjimi vzorci so najboljšo skupno protimikrobno delovanje izkazali trije vzorci cvetnega prahu javorja, vzorec cvetnega prahu hrasta in posameznih pelodov, ter mešani vzorec cvetnega prahu rožnic, javorja in sadnega drevja. Tako kot prejšnja leta so preiskovani vzorci cvetnega prahu izkazali najboljšo delovanje proti *C. jejuni*, nekoliko boljše delovanje kot v preteklih letih so izkazali proti *E.coli*, delovanje proti *S. aureus* in *L. monocytogenes* pa je bilo najslabše.

AOP je tema različnih študij. Živila, bogata z antioksidanti, pa dobivajo vse večji pomen v vsakodnevni prehrani. Antioksidanti so kemijske snovi, ki stabilizirajo proste radikale v našem telesu in s tem preprečijo neželene kemijske reakcije, ki lahko poškodujejo naše celice. Tako kot v preteklih programskih letih je glede na skupno vsebnost fenolnih spojin izstopal vzorec cvetnega prahu pravega kostanja. Vzorci cvetnega prahu javorja so izkazali nadpovprečno vsebnost skupnih fenolov in dober AOP, v preteklem obdobju 2023-2025 pa z nobenim parametrom niso izstopali, kar potrjuje večkrat opažene razlike ne samo med vzorci različnega botaničnega porekla, temveč tudi med vzorci enakega botaničnega porekla. Tako kot v preteklih letih smo opazili, da v primeru cvetnega prahu visoka vsebnost fenolnih spojin ne pomeni vedno tudi dobrega AOP, saj je lahko vzorec z zmerno vsebnostjo fenolov zelo učinkovit, če vsebuje posebej aktivne fenolne kisline, flavonoide ali druge antioksidativne komponente.

Cvetni prah osmukanec ima tudi pestro elementno sestavo. V manjših količinah so elementi nujni tudi v prehrani ljudi, zaradi česar bi poznavanje elementne sestave cvetnega prahu vplivalo k večjemu vključevanju tega živila v prehrano posameznikov s specifičnimi potrebami po posameznem elementu. Določanje elementne sestave predstavlja tudi možnost določanja geografskega porekla cvetnega prahu in določitev izstopajočih elementov, značilnih za določeno botanično vrsto cvetnega prahu. Na podlagi naših rezultatov raziskav elementne sestave cvetnega prahu se kažejo nekateri izstopajoči elementi, značilni za določeno botanično vrsto cvetnega prahu. Vzorec cvetnega prahu pravega kostanja vsebuje višje koncentracije Mn, Fe, Zn in Rb, kar potrjuje opažanja preteklih let. Vzorci cvetnega prahu javorja izstopajo po vsebnosti P, kar smo poročali že v preteklih programskih letih. Vsi vzorci cvetnega prahu sadnega drevja izstopajo po vsebnosti S.

Z metodo kvantitativne opisne senzorične analize smo ovrednotili senzorične lastnosti cvetnega prahu osmukanca različnega botaničnega porekla. Pričakovano so se vzorci cvetnega prahu razlikovali v prisotnosti in intenzivnosti posameznih parametrov arome (sadna, cvetlična, topla, aromatična, rastlinska, kemijska, animalna), okusov (grenko, kislo, slano, sladko) in trpkosti. V povprečju so imeli vzorci najbolj izraženo rastlinsko aromo in sladek okus, posamezni vzorci pa so izstopali z manj prijetno intenzivno animalno aromo ali grenkim okusom. Vzorci cvetnega prahu se lahko zelo razlikujejo tudi v strukturi, predvsem smo opazili zanimivo strukturo cvetnega prahu njivskega grabljišča, kjer je bil občutek v ustih peskast in zrnat (kot mivka). V kolikor bomo zbrali več kot 8 vzorcev enovrstnega cvetnega prahu enakega botaničnega porekla bomo v zaključnem poročilu leta 2027 pripravili tudi senzorične profile za te vrste.

Podnebne spremembe narekujejo spreminjanje rastlinske strukture okolja s tem pa se čebelarjem spreminjajo viri cvetnega prahu. S spremljanje poglavitnih virov cvetnega prahu pridobimo informacije o prehranski varnosti čebel in o potencialnih pašnih virih, ki jih lahko čebelarji izkoristijo za pridobivanje tega čebeljega pridelka. Funkcionalne lastnosti cvetnega prahu pa lahko uporabimo pri promociji in ozaveščanju potrošnikov o cvetnem prahu, ki predstavlja odlično dopolnilo k uravnoteženi prehrani.

2.5 VIRI

Alimoglu G., Gizelmeric E., Yuksel P. I., Celik C., Deniz I., Yesilada E. 2021. Monofloral and polyfloral bee pollens: Comparative evaluation of their phenolics and bioactivity profiles. *LWT- Food Science and technology* 142, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110973>

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

Almeida-Muradian L. B., Pamplona L. C., Coimbra S., Barth O. M. 2005. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 1: 105–111

Altunatmaz S. S., Tarhan D., Aksu F., Barutçu U. B., Or M. E. 2017. Mineral element and heavy metal (cadmium, lead and arsenic) levels of bee pollen in Turkey. *Food Science and Technology Campinas*, 37, 1: 136–141

Anjum, S. I., Ullah, A., Gohar, F., Raza, G., Khan, M. I., Hameed, M., ... Tlak Gajger, I. 2024. Bee pollen as a food and feed supplement and a therapeutic remedy: recent trends in nanotechnology. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1371672.

Bastos D. H. M., Barth M. O., Rocha C. I., Cuhna I. B. S., Carvalho P. O., Torres E. A. S., Michelin M. 2004. Fatty acid composition and palynological analysis of bee (*Apis*) pollen loads in the states of Sao Paulo and Minas Gerais, Brazil. *Journal of Apicultural Research*, 43, 29: 35–39

Barth M. O., Freitas A. S., Oliveira E. S., Silva R. A., Maester M., Andrella R. R. S., Cardozo G. M. B. Q. 2010. Evaluation of the botanical origin of commercial dry bee pollen load batches using pollen analysis: a proposal for technical standardization. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 82, 4: 893–902

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

Bogdanov S. 2012. Bee pollen book: collection, harvest, composition, quality. Muehlethurnen, Bee Product Science: 13 str.

<http://www.bee-hexagon.net/pollen/> (25.8.2020)

Cavallero, A., Vidotto, F., Sbrana, C., Peres Fabbri, L., Petroni, G., Gabriele, M. 2025. Antioxidant-Rich Polyfloral Bee Pollen Exerts Antimicrobial Activity and Anti-Inflammatory Effect in A549 Lung Epithelial Cells by Modulating the NF-κB Pathway. *Foods*, 14(5), 802.

Campos M. G. R., 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. G. R., 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 S. T., Begnini R., Alencar S. M., Masson M. L. 2007. Study of preparation of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. *Ciencia e Agrotecnologia*, 31, 6: 1818–1825

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

Debelak A., Janžekovič A., Ratajc U., Samec T. 2023. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov za leto 2023 : v skladu z Uredbo o izvajanju intervencij v sektorju čebelarskih proizvodov iz strateškega načrta skupne kmetijske politike 2023–2027 (Uradni list RS, št. 17/23 in 58/23). Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije: 2023. 124 str.

De-Melo A. A. M., Estevinho L. M., Moreira M. M., Delerue-Matos C., Silva de Freitas A., Barth O. M., Bicudo de Almeida-Muradian L. 2018. A multivariate approach based on physicochemical parameters and biological potential for the botanical and geographical discrimination of Brazilian bee pollen. *Food Bioscience*, 25: 91–110

Estevinho L., Pereira A.P., Moreira L., Dias L. G., Pereira E. 2008. Antioxidant and Antimicrobial Effects of Phenolic Compounds Extracts of Northeast Portugal Honey. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 12: 3774–3779

Estevinho L. M., Rodrigues S., Pereira A. P., Feás X. 2012. Portuguese bee pollen: palynological study, nutritional and microbiological evaluation. *International Journal of Food Science and Technology*, 47: 429–435

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

Gardana C., Del Bo C., Quicazan M. C., Correa A. R., Simonetti P. 2018. Nutrients, phytochemicals and botanical origin of commercial bee pollen from different geographical areas. *Journal of Food Composition and Analysis*, 73: 29–38

El Ghouizi A., Bakour M., Laaroussi H., Ousaaid D., El Menyiy N., Hano C., Lyoussi B. 2023. Bee pollen as functional food: insights into its composition and therapeutic properties. *Antioxidants*, 12, 557. <https://doi.org/10.3390/antiox12030557>

Grange J. M., Davey R. W. 1990. Antibacterial properties of propolis (bee glue). *Journal of the Royal Society of Medicine* 83, 3: 159–160

Gutfinger, T. 1981. Polyphenols in olive oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 58: 966-968

Human H., Nicolson S. W. 2006. Nutritional content of fresh bee-collected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *davyana* (Asphodelaceae). *Phytochemistry*, 67: 1486–1492

Yang K., Wu D., Ye X., Liu D., Chen J., Sun P. 2013. Characterization of chemical composition of bee pollen in China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61: 708–718

ISO 24382:2023. Bee pollen – Specifications. First edition 2023-10: 33 str.

Kandolf Borovšak, A., Lilek, N., Samec, T. Bertoncelj, J., Korošec, M. 2020. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov. Lukovica: Čebelarstva zveza Slovenije: 9–37

Kandolf Borovšak, A., Lilek, N., Samec, T. Bertoncelj, J., Korošec, M. 2021. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov. Lukovica: Čebelarstva zveza Slovenije: 8-43

Kandolf Borovšak, A., Lilek, N., Samec, T., Bertoncelj, J., Korošec, M., Debelak A., Janžekovič, A. 2022. Končno poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov. Lukovica: Čebelarstva zveza Slovenije: 11-59

Khalifa S. A. M., Elashal M. H., Yosri N., Du M., Musharraf S. G., Nahar L., Sarker D. S., Guo Z., Cao W., Zou X., Abd El-Wahed A. A., Xiao J., Omar H. A., Hegazy M. E. F., El-Seedi H. R. 2021. Bee Pollen: Current Status and Therapeutic Potential. *Nutrients* 13, 6, <https://doi.org/10.3390/nu13061876>

Kostić A. Ž., Barać M. B., Stanojević S. P., Milojković-Opsenica D. M., Tešić L. Lj., Šikoparija B., Radišić P., Prentović M., Peršić M. B. 2015a. Physicochemical composition and technofunctional properties of bee pollen collected in Serbia. *LWT- Food Science and Technology*, 62, 1: 301–309

Kostić A. Ž., Pešić M. B., Mosić M. D., Dojčinović B. P., Natić M. M., Trifković J. Đ. 2015. Mineral content of bee pollen from Serbia. *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju*, 66: 251–258

Kolayli, S., Birinci, C., Kanbur, E. D., Ucurum, O., Kara, Y., & Takma, C. (2024). Comparison of biochemical and nutritional properties of bee pollen samples according to botanical differences. *European Food Research and Technology*, 250, 3: 799-810.

Komosinska-Vassev K., Olczyk P., Kaźmierczak J., Mencner L., Olczyk K. 2015. Bee pollen: chemical composition and therapeutic application. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015: ID 297425, doi: 10.1155/2015/297425: 6 str.

Kessler R, Harley M. 2006. Pollen the hidden sexuality of flowers. London, Papadakis Publisher: 264 str.

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

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. *Journal of Functional Food*, 49: 472–484

Lilek N. 2020. Vpliv botaničnega porekla na hranilno vrednost cvetnega prahu osmukanca. Doktorska disertacija. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 111 str.

Lilek N., Kandolf Borovšak A., Bertoncej J., Vogel-Mikuš K., Nečemer M. 2021. Use of EDXRF elemental fingerprinting for discrimination of botanical and geographical origin of Slovenian bee pollen. *X-Ray Spectrometry* 1–12 (in press) DOI: 10.1002/xrs.3250

Louveaux J., Maurizzio A., Vorwohl G. 1978. Methods of melissopalynology. *Bee World*, 59, 4: 139–162

Martinello M., Mutinelli F. 2021. Antioxidant activity in bee products: A review. *Antioxidants* 10, 1: 71, <https://doi.org/10.3390/antiox10010071>

Matuszewska E., Klupczynska A., Maciołek K., Kokot Z. J., Matysiak J. 2021. Multielemental Analysis of Bee Pollen, Propolis, and Royal Jelly Collected in West-Central Poland. *Molecules* 26 (9), <https://doi.org/10.3390/molecules26092415>

Mavri A., Abramovič H., Polak T., Bertoncej J., Jamnik P., Smole Možina S., Jeršek B. 2012. Chemical properties and antioxidant and antimicrobial activities of Slovenian propolis. *Chemistry & Biodiversity* 9, 8: 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

Morgano M. A., Milani 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., Bobiș 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

Marcazzan G.L., Mucignat-Caretta C., Marchese C.M., Piana M.L. 2018. A review of methods for honey sensory analysis. *Journal of Apicultural Research*, 57, 1: 75-87

Nečemer M., Kump P., Vogel-Mikuš K. 2010. Use of X-ray fluorescence-based analytical techniques in phytoremediation. V: *Handbook of phytoremediation*. Golubev I. A. (ur.). New York, Nova Science Publishers: 1–28

Nogueira C., Iglesias A., Feás X., Estevinho L. M. 2012. Commercial bee pollen with different geographical origins: a comprehensive approach. *International Journal of Molecular Science*, 13: 11173–11187

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

Ratajc U., Debelak A., Janžekovič A., Samec T. 2024. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov za leto 2024 : v skladu z Uredbo o izvajanju intervencij v sektorju čebelarških proizvodov iz strateškega načrta skupne kmetijske politike 2023–2027 (Uradni list RS, št. 17/23 in 58/23). Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije: 2024.

Ratajc U., Debelak A., Janžekovič A., Samec T. 2025. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov za leto 2025 : v skladu z Uredbo o izvajanju intervencij v sektorju čebelarških proizvodov iz strateškega načrta skupne kmetijske politike 2023–2027 (Uradni list RS, št. 17/23 in 58/23). Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije: 2025.

Ratajc, U., Debelak, A., Golob, S., Samec, T., Kozmos, P., & Nečemer, M. (2025). *Končno poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov 2023-2025: v skladu z Uredbo o izvajanju intervencij v sektorju čebelarških proizvodov iz strateškega načrta skupne kmetijske politike 2023–2027 (Uradni list RS, št. 17/23 in 58/23)*. Čebelarska zveza Slovenije. https://czs.si/wp-content/uploads/2026/04/KONCNO20POROCILO_Karakterizacija_2023-2025_koncno.pdf

Rodríguez-Pólit, C., Gonzalez-Pastor, R., Heredia-Moya, J., Carrera-Pacheco, S. E., Castillo-Solis, F., Vallejo-Imbaquingo, R., ... & Guamán, L. P. 2023. Chemical properties and biological activity of bee pollen. *Molecules*, 28, 23: 7768

Roulston T. H., Cane J. H. 2000. Pollen nutritional content and digestibility for animals. *Plant Systematics and Evolution*, 222: 187–209

Serra-Bonvehi J., Escola-Jorda R. 1997. Nutritional composition and microbiological quality of honey bee collected pollen in Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 725–732

Serrano, S., Navas, F. J., & Rodríguez, I. (2025). Dried Vs Fresh-Frozen Bee Pollen: Botanical Sensory Profiling. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 13, 1: 145-161

Shubharani R., Roopa P., Sivaram V. 2013. Pollen morphology of selected bee forage plants. *Global Journal of Bio-Science and Biotechnology*, 2, 1: 82–90

Somerville D. C., Nicol H. I. 2002. Mineral content of honeybee-collected pollen from southern New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 42: 1131–1136

Soares de Arruda V. A., Santos Pereira A. A., Silva de Freitas A., Marth M. O., Almeida-Muradian L. B. 2013. Dried bee pollen: B complex vitamins, physicochemical and botanical composition. *Journal of Food Composition and Analysis*, 29: 100–105

Spulber R., Doğaroğlu M., Băbeanu N., Popa O. 2018. Physicochemical characteristics of fresh bee pollen from different botanical origins. *Romanian Biotechnological Letters*, 23, 1: 13357–13365

Straumite E., Bartule M., Valdovska A., Kruma Z., Galoburda R. 2022. physical and microbiological characteristics and antioxidant activity of honey bee pollen. *Applied Sciences*, 12, 3039. <https://doi.org/10.3390/app12063039>

Szczęsna T., Rybak-Chmielewska H. 1998. Some properties of honey bee collected pollen. In *Polnisch-Deutsches Symposium Salus *Apis mellifera*, new demands for honey bee breeding in the 21st century*. Pszczelnicze Zeszyty Naukowe, 42, 2: 79–80

Šimunović K., Abramovič H., Lilek N., Angelova M., Podržaj L. 2019. Microbiological quality, antioxidative and antimicrobial properties of Slovenian bee pollen. *Agrofor*, 4, 1: 82–92

Valverde, S., Tapia, J. A., Pérez-Sanz, A., González-Porto, A. V., Higes, M., Lucena, J. J., ... & Bernal, J. (2023). Mineral composition of bee pollen and its relationship with botanical origin

and harvesting period. *Journal of Food Composition and Analysis*, 119, 105235.

Villanueva M. T. O., Marquina A. D., Serrano R. B., Abellan G. B. 2002. The importance of bee collected pollen in the diet: study of its composition. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 53, 3: 217–224

Von der Ohe W., Persano-Oddo L., Piana M. L., Morlot M., Martin P. 2004. Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35: 18–25

Zuluaga, C.M., Serrato, J.C., Quicazan, M. C. 2015. Chemical, nutritional and bioactive characterization of Colombian bee-bread. *Chem. Eng. Trans.*, 43, 175–180

3 MATIČNI MLEČEK

3.1 PREGLED OBJAV O MATIČNEM MLEČKU

Matični mleček je čebelji pridelek blede rumene barve, izrazito kislega in rahlo pekočega okusa, ki ima ključno vlogo pri razvoju matice v družini. Je občutljiv čebelji pridelek, ki zaradi zelo majhne količine zahteva spretno pridelavo in visoko stopnjo higiene (Božnar, 2011).

O svetovni proizvodnji matičnega mlečka ni uradnih podatkov, vendar se ocenjuje, da ga približno 90 % (okrog 3.500 ton na leto) proizvede Kitajska, ki ga največ izvozi v ZDA, Evropo in Japonsko (Collazo in sod., 2021). Veliko ga proizvedejo tudi Japonska, Koreja, Tajvan (Collazo in sod., 2021) 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, protivirusno delovanje, antioksidativna učinkovitost in antitumorsko delovanje (Collazo in sod., 2021; Guo in sod., 2021; Bagameri in sod., 2022; Ghosh in sod., 2024; Basta in sod., 2025; Gasbarri in Angelini, 2025). Recentne raziskave ugotavljajo tudi imunoregulatorno delovanje, zlasti velik potencial uporabe matičnega mlečka pa je pri sistemskih vnetnih boleznih (npr. multipli sklerozni, revmatoidnem artritisu in Kohnovi bolezni; Bagameri in sod., 2023) in pri nevrodegenerativnih boleznih (npr. Parkinsonovi in Alzheimerjevi bolezni, Basta in sod., 2025). S podporo zdravega živčevja in funkcije matični mleček tudi zavira staranje (Basta in sod., 2025).

Biološka aktivnost matičnega mlečka se večinoma pripisuje bioaktivnim maščobnim kislinam, proteinom in fenolnim spojinam (Botezan in sod., 2023; Yu in sod. 2023; Basta in sod., 2025). 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 (Collazo in sod., 2021).

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; pri tipu 1 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 potrošnikov. 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. V letih od 2017-2019 je potekala raziskava 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, v katerem so bili določeni parametri vsebnost vode, pepela, beljakovin, maščob, 10-hidroksi-2-decenojske kisline (10-HDA), sladkorjev, pelodna analiza, vrednost pH, kislost in maščobnokislinska sestava matičnega mlečka slovenskega porekla. V programskih obdobjih 2020-2022 in 2023-2025 so bili v skupno 120 vzorcih slovenskega matičnega mlečka (po 20 vzorcev/leto) analizirani naslednji parametri: senzorične lastnosti, vsebnost vode, beljakovin, kislost, vrednost pH, vsebnost skupnih fenolnih spojin in antioksidativna učinkovitost.

3.1.1 Nastanek matičnega mlečka

Matični mleček izločajo mlade čebele delavke od 6. do 15. dneva starosti. Nastaja v njihovih krmilnih in čeljustnih žlezah. V tem času mlade čebele imenujemo čebele dojilje. Za učinkovito delovanje žlez čebele potrebujejo veliko količino beljakovinske prehrane (cvetnega prahu) (Kanelis in sod., 2024). 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; Božnar, 2011).

3.1.2 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, pH in starosti – če je shranjen na sobni temperaturi, počasi postaja bolj viskozen (Buttstedt in sod. 2018; Božnar, 2011). Do sprememb viskoznosti s starostjo matičnega mlečka 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 pri temperaturi 15 °C rumen, zaradi prisotnosti albumina, ki nastane med sušenjem (Popescu in sod., 2008).

Senzorične lastnosti matičnega mlečka

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

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	/	/
Kislota (ml 1 M NaOH/100 g)	3,0-6,0 *	/	30,0-53,0	30,0-53,0
Furozin (mg/100 g beljakovin)	< 50	/	/	/

MM: matični mleček; /: ni podatka; - : se ne uporablja; * enota je ml 0,1 M NaOH/g;

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).

Sezonski in okoljski dejavniki vplivajo na sestavo matičnega mlečka (Ramadan in Al-Ghamdi, 2012; Khalfan in sod., 2024; Gasbarri in Angelini, 2025). 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). Čas pridelave (Ramadan in Al-Ghamdi, 2012) in krmljenje čebel lahko vplivata na vsebnost sladkorjev in določenih aminokislin (Wang in sod. 2023). Do razlik v sestavi matičnega mlečka 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). Spekter peloda v matičnem mlečku slovenskega porekla se ujema s spektrom peloda v medu pridelanem na območju Republike Slovenije. V večini vzorcev tako mlečka kot medu je prisoten pelod pravega kostanja (Kandolf Borovšak in sod., 2019).

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 doжил v družini, njegove naravne higroskopsnosti 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. 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).

Vsebnost vode v vzorcih matičnega mlečka slovenskega porekla, pridelanega v letih 2017, 2018 in 2019, je 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 iz 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 (Kandolf Borovšak in sod., 2019). V programskem obdobju 2020-2023 je povprečna vsebnost vode v vzorcih matičnega mlečka slovenskega porekla variirala med 62,7 in 67,8 g/100 g, v povprečju 65,2 g/100 g (Kandolf Borovšak in sod., 2022, Debelak in sod. 2023). Vsi vzorci so ustrezali standardom kakovosti za svež matični mleček (Sabatini in sod., 2009; ISO, 2016) in vsi vzorci so bili tudi v okviru mednarodnega povprečja, ki navaja, da se vsebnost vode giblje med 60 in 70 % (Giampieri in sod., 2022).

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. V vzorcih mlečka slovenskega porekla iz programskega obdobja 2017-2019, je bila vsebnost beljakovin v območju od 11,3 do 13,9 g/100 g, s povprečno vrednostjo 12,4 g/100 g (Kandolf Borovšak in sod., 2019), iz programskega obdobja 2020-2022 med 11,48 in 14,1 g/100g, s povprečno vrednostjo 12,51 g/100g (Kandolf Borovšak in sod., 2022) in v letu 2023 med 11,01 in 13,56 g/100g, s povprečno vrednostjo 12,4 g/100g (Debelak in sod. 2023). Vsi vzorci iz obdobja 2017-2023 ustrezajo priporočenim vrednostim (Sabatini in sod., 2009; ISO, 2016), povprečna vsebnost beljakovin pa je med leti primerljiva.

Proteinska frakcija vsebuje številne pomembne komponente in biološko aktivne snovi (Bärnuٹی 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 matice, saj vključujejo številne esencialne aminokisline (Schmitzova in sod., 1998). Čebele izločajo na stotine proteinov, predvsem iz krmilnih in čeljustnih žlez ter žlez slinavk. Čebelja matica, ki jo čebele krmijo 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 (Bärnūtiū 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).

Vrednost pH in kislost matičnega mlečka

Matični mleček ima nizko vrednost pH (od 3,6 do 4,2) (Šimúth in sod., 2003). V slovenskih vzorcih matičnega mlečka je vrednost pH med 3,59 in 4,21, v povprečju 3,90 (Kandolf Borovšak in sod., 2019, Kandolf Borovšak in sod., 2022, Debelak in sod., 2023). Nekateri avtorji navajajo še 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). Nasprotno nekateri drugi avtorji poročajo o nižjih vrednostih pH, v raziskavi Bazeyad in sod. (2022) je bila najnižja vrednost pH v enem od vzorcev arabskega matičnega mlečka 3,02, v raziskavi bolgarskega svežega matičnega mlečka (Balkanska, 2018) pa 3,20.

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). Povprečna kislost vzorcev slovenskega matičnega mlečka iz programskega obdobja 2017-2019 je 4,19, območje pa od 3,64 do 4,77 mL 0,1 M NaOH/g (Kandolf Borovšak in sod., 2019). V obdobju 2020-2022 smo izmerili nekoliko večjo kislost vzorcev slovenskega matičnega mlečka. Vrednosti so se gibale med 3,61 in 5,24 mL 0,1 M NaOH/g, povprečje je bilo 4,27 (Kandolf Borovšak in sod., 2022). Od projektnega leta 2023 dalje smo za določanje kislosti matičnega mlečka uporabili metodo, ki jo kot priporočeno navaja ISO standard za matični mleček (ISO, 2016). Zaradi podajanja rezultatov v drugi enoti so vrednosti za kislost 10-krat večje, po ISO standardu naj bi bile v območju 30 do 53 mL 1 M NaOH/100 g. Izmerjene vrednosti slovenskega matičnega mlečka so bile v letu 2023 v območju 40,2 do 52,2 mL 1 M NaOH/100 g, povprečno 44,7 mL 1 M NaOH/100 g, kar je primerljivo z rezultati v predhodnih letih (Kandolf Borovšak in sod., 2019, Debelak in sod. 2023).

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.

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). Tuji sladkorji (npr. laktoza) so lahko pokazatelji ponaredkov matičnega mlečka (Alattal in sod., 2025).

Slovenski vzorci matičnega mlečka vsebujejo 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 ISO standard (2016) v vsebnosti saharoze eden od vzorcev matičnega mlečka ni ustrezal postavljenim kriterijem (Kandolf Borovšak in sod., 2019).

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), v vzorcih slovenskega svežega matičnega mlečka je vsebnost pepela v povprečju med 1,00 in 1,04 g/100 g (Kandolf Borovšak in sod., 2019). 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) (Bärnuțiu 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).

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 matični mleček vsebuje približno 8-19 g maščob/100 g (Yu in sod., 2023). 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; Yu in sod., 2023). Povprečna vsebnost maščob v vzorcih slovenskega matičnega mlečka znaša 5,42 g/100 g, v območju od 4,02 do 7,65 g/100g (Kandolf Borovšak in sod., 2019).

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). 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 kvalitete in pristnosti (Yu in sod., 2023; Gasbarri in Angelini, 2025). Pristen mleček mora vsebovati vsaj 1,4 g/100 g 10-HDA (Sabatini in sod.,

2009; ISO, 2016; Khalfan in sod., 2024). V vzorcih slovenskega matičnega mlečka je bila v letih 2017 do 2019 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 (Kandolf Borovšak in sod., 2019). 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 v matičnem mlečku poveča poleti (Wongchai in Ratanavalachai, 2002).

Maščobe so pomembna komponenta matičnega mlečka pri določitvi pristnosti oziroma potvorjenosti 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 (Märghitaş in sod., 2010). 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; Kandolf Borovšak in sod., 2019).

3.1.4 Antioksidativna učinkovitost matičnega mlečka

Antioksidanti so molekule s stabilno strukturo, ki upočasnijo ali preprečijo oksidacijo pomembnih celičnih sestavin na različne načine. Kot lovilci radikalov se po reakciji z radikali pretvorijo v stabilnejše in manj škodljive snovi, ki jih organizem izloči. Pomagajo zavirati razvoj nekaterih obolenj, zmanjšujejo tveganje za razvoj rakavih obolenj, ateroskleroze, bolezni srca in ožilja, raznih vnetij in artritisa. Izboljšajo delovanje imunskega sistema in preventivno delujejo pred procesi staranja (The National Honey Board, 2003).

Čebelji pridelki so pomemben vir antioksidatov, ima pa matični mleček manjšo antioksidativno učinkovitost kot cvetni prah in propolis (El-Guendouz in sod., 2020a, Hashemirad in sod., 2024). Antioksidativna učinkovitost matičnega mlečka izvira iz fenolnih spojin in kratkih peptidov, različnih vitaminov (A in E) in kratkoverižnih hidroksilnih in karboksilnih maščobnih kislin (Guo in sod., 2009; Botezan in sod., 2023).

Vsebnost skupnih fenolnih spojin v turškem matičnem mlečku je znašala v povprečju 16,4 mg_{GK}/100 g, območje vsebnosti je znašalo od 9,1 do 30,1 mg_{GK}/100 g (Kolayli in sod., 2016), medtem ko so drugi avtorji v turškem mlečku določili v povprečju 59,2 mg_{GK}/100 g (Özkök in sod., 2017), v maroškem, španskem in portugalskem pa od 300 do 890 mg_{GK}/100 g (El-Guendouz in sod., 2020). Povprečna vsebnost skupnih fenolnih spojin v slovenskih vzorcih matičnega mlečka iz obdobja 2020-2022 je znašala 27,3 mg_{GK}/100 g (od 14,7 do 39,7 mg_{GK}/100 g) (Kandolf Borovšak in sod., 2022), kar je primerljivo z nekaterimi drugimi državami, nekateri tuji vzorci pa imajo tudi manjše in večje vsebnosti. V projektnem letu 2023 smo v okviru karakterizacije čebeljih pridelkov za obdobje 2023-2025 v 20 vzorcih slovenskega matičnega mlečka določili večjo povprečno vsebnost skupnih fenolnih spojin, 32,7 mg_{GK}/100 g (območje

22,6 do 39,6 mg_{GK}/100 g) (Debelak in sod., 2023). Za matični mleček iz Litve Adaškevičiūtė in sod. (2019) navajajo vsebnost skupnih fenolnih spojin v območju od 164,4 do 231,4 mg_{RUT}/100 g. Antioksidativna učinkovitost slovenskega matičnega mlečka, določena z DPPH• metodo in izražena kot odstotek inhibicije, je od 18,3 do 29,9 % (Rak, 2018) oz. od 17,9 do 59,6 mg/mL (EC₅₀ je v povprečju 33,7 mg/mL) (Kandolf Borovšak in sod., 2022). V letu 2023 analizirani vzorci slovenskega matičnega mlečka so imeli v povprečju večjo antioksidativno učinkovitost, povprečna EC₅₀ je bila manjša, znašala je 31,17 mg/mL (Debelak in sod., 2023). Turški matični mleček ima koncentracijo učinkovitosti EC₅₀ v povprečju 113,5 mg/mL, kar pomeni, da je manj antioksidativno učinkovit v primerjavi s slovenskim matičnim mlečkom, medtem ko imajo vzorci maroškega, portugalskega in španskega matičnega mlečka EC₅₀ v območju od 0,2 do 11,7 mg/mL in so bolj antioksidativno učinkoviti (El-Guendouz in sod., 2020).

3.1.5 Skladiščenje matičnega mlečka

Matični mleček je občutljiv na toploto, svetlobo in zrak. V primeru neprimerne 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).

Matični mleček se najbolje ohrani z zmrzovanjem na –20 °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).

Po skladiščenju matičnega mlečka v hladilniku in zmrzovalniku pride do manjših sprememb (< 5 %) v vsebnosti vode, 10-HDA, kislosti, nekoliko večje so spremembe v pH vrednosti, ter vsebnosti maščob in beljakovin, ki pa po pol leta niso večje kot 8 %. Tudi po daljšem skladiščenju (eno leto ter 1,5 let) spremembe v vsebnosti vode, 10-HDA, kislosti in pH vrednosti majhne niso bistvene večje. Večje razlike so v vsebnosti sladkorjev, predvsem vsebnosti fruktoze (do 26 %) in v nekaterih primerih saharoze (do 44 %). V nekaterih vzorcih matičnega mlečka so po skladiščenju tudi manjše vsebnosti maltoze (Kandolf Borovšak in sod., 2019).

Matični mleček se shranjuje v hladilniku ali zmrzovalniku, za daljše shranjevanje je boljše zamrzovanje. Najbolje ga je porabiti znotraj enega od pridelave, največ znotraj 1,5 leta, saj se vrednosti nekaterih fizikalno-kemijskih parametrov po skladiščenju spremenijo (Kandolf Borovšak in sod., 2019), razlike pa so opazne tudi v barvi matičnega mlečka (Žohar, 2018).

3.1.6 Uporaba matičnega mlečka

Svež matični mleček lahko uživamo kot dodatek k prehrani, lahko ga zmešamo z medom ali nanesemo na kožo. Liofiliziran matični mleček lahko napolnimo v kapsule za oralno uživanje. Od nekdaj ga uporabljajo v medicini, posebej v apiterapiji v Aziji in starodavnem Egiptu. Zaradi promocije zdravega načina življenja se njegova uporaba v zadnjem času povečuje, uporablja se kot preventiva proti boleznim in v kozmetiki. Je odlično funkcionalno živilo, ki lahko poveča učinek hranil, ki so koristna za naše zdravje (Collazo in sod., 2021; Oršolić in Jazvinščak Jembrek, 2024) in predstavlja odličen vir bioaktivnih spojin ter makro- in mikrohranil (Giampieri in sod., 2022; Bagameri in sod., 2022; Botezan in sod., 2023; El-Seedi in sod., 2024).

Recentni pregledni članku povzemajo biološke in farmacevtske lastnosti matičnega mlečka in navajajo učinke kot so protimikrobna in antioksidativna učinkovitost, zdravljenje ran, protivnetno delovanje, podaljšanje življenjske dobe, krepitev imunskega sistema, protidiabetično delovanje, protirakavo delovanje, estrogeni učinek, znižanje ravni holesterola, uravnavanje krvnega tlaka in vpliv na rodnost (Ahmad in sod., 2020; Basta in sod., 2025; Gasbarri in Angelini, 2025).

Zaradi svoje sestave vpliva na koncentracijo holesterola v krvi (Collazo in sod., 2021; El Seedi in sod., 2024; Vittek, 1995), deluje proti gram pozitivnim bakterijam, (Collazo in sod., 2021), pomaga pri boleznih prebavil (Guo in sod., 2021), ima protivnetni učinek (Collazo in sod., 2021, El-Seedi in sod. 2024, Basta in sod., 2025), stimulira proizvodnjo kolagena, pomaga pri predmenstrualnim sindromom in blaži učinke menopavze (Mishima in sod., 2005), učinkovit naj bi bil celo pri zdravljenju raka (Guo in sod., 2005). Matični mleček s spodbujanjem različnih splošnih metabolnih in endokrinih parametrov lahko izboljša življenje in podaljša življenjsko dobo (Ali in Kunugi, 2021). Klinične študije so pokazale, da lahko redno uživanje matičnega mlečka pri športnikih, pozitivno vpliva na njihovo vzdržljivost in podaljša čas do izčrpanosti (Pasdar in sod., 2025). Uživanje priporočajo tudi pri odraslih s prekomerno težo, saj pozitivno vpliva na profil lipidov, nasičenost, vnetje in antioksidativno sposobnost organizma (Petelin in sod., 2019). Ugotavljajo tudi, da ima varovalno vlogo pri ohranjanju sposobnosti pomnjenja in bi lahko bil v pomoč pri zdravljenju Alzheimerjeve bolezni (Guo in sod., 2021; Ali in Kunugi, 2021). Oršolić in Jazvinščak Jembrek (2024) na podlagi pregleda različnih kliničnih študij navajata tudi priporočene dnevne vnose matičnega mlečka za določene starostne skupine bolnikov pri različnih bolezenskih stanjih (Oršolić in Jazvinščak Jembrek, 2024).

3.2 MATERIAL IN METODE

3.2.1 Zbiranje vzorcev

V raziskavo smo vključili 20 vzorcev svežega matičnega mlečka iz petih statističnih regij Slovenije (Preglednica 15). Zastopanost vzorcev matičnega mlečka iz posamezne regije ni bila enakomerna, ker število proizvajalcev matičnega mlečka v Sloveniji med regijami ni primerljivo, poleg tega je dobavljivost matičnega mlečka odvisna od čebelarke sezone. Največ deset vzorcev je prihajalo iz podravske regije, sledila je osrednjeslovenska regija s petimi vzorci, savinjska regija ter posavska regija z dvema in nato s po enim vzorcem gorenjska regija. Namen je združiti rezultate posameznih poročil v pregledno primerjavo, izpostaviti vzorce z najboljšim antioksidativnim profilom in opozoriti na meritve, ki so pomembne za kakovost, shranjevanje in interpretacijo rezultatov.

Preglednica 17: Analizirani vzorci matičnega mlečka.

Zap. Št.	Številka vzorca	Statistična regija	Leto pridelave
1	K. MLEČEK 2026-1	Podravska	2026
2	K. MLEČEK 2026-2	Podravska	2026
3	K. MLEČEK 2026-3	Podravska	2026
4	K. MLEČEK 2026-4	Podravska	2026
5	K. MLEČEK 2026-5	Podravska	2026
6	K. MLEČEK 2026-6	Podravska	2026
7	K. MLEČEK 2026-7	Osrednjeslovenska	2026
8	K. MLEČEK 2026-8	Osrednjeslovenska	2026
9	K. MLEČEK 2026-9	Podravska	2026
10	K. MLEČEK 2026-10	Podravska	2026
11	K. MLEČEK 2026-11	Osrednjeslovenska	2026
12	K. MLEČEK 2026-12	Osrednjeslovenska	2026
13	K. MLEČEK 2026-13	Savinjska	2026
14	K. MLEČEK 2026-14	Savinjska	2026
15	K. MLEČEK 2026-15	Posavska	2026
16	K. MLEČEK 2026-16	Posavska	2026
17	K. MLEČEK 2026-17	Gorenjska	2026
18	K. MLEČEK 2026-18	Osrednjeslovenska	2026
19	K. MLEČEK 2026-19	Podravska	2026
20	K. MLEČEK 2026-20	Podravska	2026



Slika 6: Vzorci pripravljeni za fizikalno-kemijske analize (levo) in senzorično analizo (desno)

3.2.2 Senzorična analiza

Senzorično analizo matičnega mlečka smo izvedli s petčlanskim panelom šolanih senzoričnih preskuševalcev. Barvo in občutek v ustih smo ovrednotili opisno. Celokupno intenzivnost vonja in arome, parametre arome (topla, cvetlična, kemijska in animalna aroma ter aroma po žarkem), okus (sladek, kisel, grenek) in trigeminalno zaznavo (zbadajoč občutek v ustih, astringenca) smo ovrednotili z metodo kvantitativne opisne analize, z oceno intenzivnosti na 5-stopenjski lestvici od 0 do 4 (0: nezaznavno, 1: komaj zaznavno; 2: šibko intenzivno; 3: srednje intenzivno; 4: močno intenzivno) (ISO 4121:2003).

3.2.3 Fizikalno-kemijske analize

ISO 12824:2016 opredeljuje kakovostne zahteve za matični mleček ter vključuje proizvodnjo, transport, shranjevanje, pakiranje in označevanje. 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 viri so opisani v nadaljevanju.

Določanje vsebnosti vode

V praksi je voda eden ključnih parametrov, ker vpliva na svežino, teksturo, mikrobiološko stabilnost in primerljivost serij. Princip metode temelji na refraktometričnem določanju in preračunu vsebnosti vode na osnovi odčitane lomnega količnika (Sesta in Lusco, 2008).

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

Določanje vsebnosti beljakovin posredno preko dušika, ob upoštevanju, da prisoten dušik izvira iz beljakovin. Za preračun dušika v beljakovine smo uporabili splošni empirični faktor ($F=6,25$), pri čemer je v poročilih navedena razširjena merilna negotovost $k = 2$.

Določanje vrednosti pH in skupne kislosti matičnega mlečka (ISO, 2016)

Merjenje vrednosti pH vodne raztopine matičnega mlečka in titracija vzorca z 0,05 M NaOH do vrednosti pH 8,3, rezultat kislosti pa je izražen kot mL 1 M NaOH/100 g matičnega mlečka.

Določanje vsebnosti skupnih fenolnih spojin v matičnem mlečku in antioksidativna učinkovitost (AU)

Za vsak vzorec smo opravili ekstrakcijo v treh paralelkah. Vsebnost skupnih fenolnih spojin smo določili v posameznem izvlečku po Folin-Ciocalteu metodi, ki jo je opisal Gutfinger (1981). V reakciji Folin-Ciocalteu reagenta s fenolnimi 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 treh ponovitvah. Vsebnost skupnih fenolnih spojin v vzorcih matičnega mlečka smo izrazili v ekvivalentih galne kisline kot mg galne kisline (GK) na 100 gramov matičnega mlečka ($\text{mg}_{\text{GK}}/100 \text{ g}$).

AU izvlečkov matičnega mlečka 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 antioksidanti (fenolnimi spojinami), kar beležimo kot znižanje absorbance pri valovni dolžini 517 nm (A_{517}). Pripravili smo različne redčitve izvlečkov matičnega mlečka (od 9 do 60 mg/mL). Analizo smo izvedli kot opisujejo El-Guendouz in sod. (2020). AU smo izrazili kot koncentracijo učinkovitosti EC_{50} v mg/mL raztopine matičnega mlečka, ki je definirana kot koncentracija antioksidanta, potrebna za 50 % zmanjšanje absorbance radikala DPPH•. Nižja vrednost EC_{50} pomeni večjo AU.

3.2.4 Statistične metode

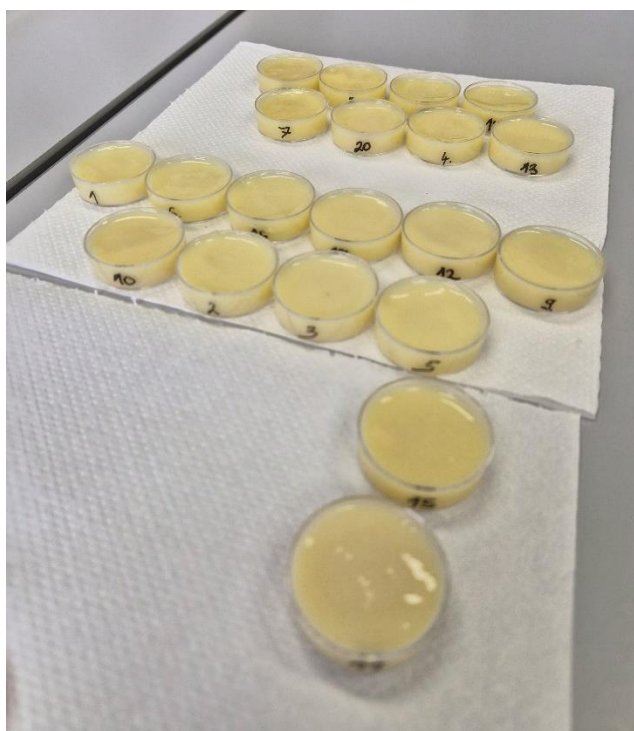
Za posamezen parameter smo izračunali osnovno opisno statistiko:

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

3.3 REZULTATI Z RAZPRAVO

3.3.1 Senzorična ocena

Barva analiziranih vzorcev matičnega mlečka v letu 2026 je svetla in primerljiva z barvo vzorcev matičnega mlečka, vključenih v Karakterizacijo čebeljih pridelkov v preteklih letih (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025). Deset vzorcev matičnega mlečka je blede rumene barve, osem vzorcev svetlo rumene barve ter en vzorec matičnega mlečka je bil svetlo rjavo rumene barve in en vzorec slonokoščene barve (Preglednica 16, Slika 7).



Slika 7: Razvrščeni vzorci matičnega mlečka po barvah v programskem letu 2026.

Občutek v ustih je bil pri 11 vzorcih matičnega mlečka drobno zrnat, pri šestih vzorcih gladek ter pri treh vzorcih pa zrnat (Preglednica 18).

Za vrednotenje senzoričnega profila matičnega mlečka smo tako kot v letih 2020 do 2025 (skupno 120 vzorcev) uporabili metodo kvantitativne opisne analize, s katero smo ovrednotili intenzivnost opisnikov vonja in arome s 5-stopenjsko lestvico od 0 do 4 (0: nezaznavno, 1: komaj zaznavno; 2: šibko intenzivno; 3: srednje intenzivno; 4: močno intenzivno), rezultati so prikazani v Preglednici 18.

Celokupna intenzivnost vonja je bila za vzorce matičnega mlečka v povprečju med šibko in srednje intenzivnosti ter celokupna intenzivnost arome pa je bila srednje intenzivna. Pri

parametrim arome je, podobno kot v vzorcih matičnega mlečka iz let 2020 do 2025 (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025), najbolj intenzivno izražena kemijska aroma (rezkost), ampak z nižjo zaznano intenzivnostjo, ki se je v letu 2026 izražala v intervalu med 1,5 in 3. Topla aroma (po vosku) je v večini vzorcev matičnega mlečka šibko izražena (1,5 do 2,5), aroma po cvetju je v območju od 1 do 2,5. Animalna aroma je bila nezaznavna do komaj zaznavna. Ker so bili vsi vzorci matičnega mlečka sveži, pričakovano ni bilo zaznati arome po žarkem. Okus matičnega mlečka je bil v povprečju šibko sladek ter srednje kisel. Grenek okus smo v zelo nizki intenzivnosti (0,5) zaznali samo v enem vzorcu matičnega mlečka, v preostalih vzorcih je ta okus nezaznaven. Značilna lastnost matičnega mlečka je tudi trigeminalna zaznava (astringenca, trpek in pikajoč občutek v ustih), ki je bila večinoma srednje intenzivna, povprečno pa se je gibala v intervalu med 2,5 in 3,5 intenzivnosti po 5-stopenjski lestvici od 0 do 4 (Preglednica 18).

Analizirani vzorci matičnega mlečka letošnjega leta imajo večinoma primerljivo intenzivnost izbranih senzoričnih lastnosti kot vzorci iz preteklih let karakterizacije, ko smo v programskih letih 2020 do 2025 analizirali po 20 vzorcev letno (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025).

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

Preglednica 18: Rezultati senzorične analize vzorcev matičnega mlečka 2026

Vzorec	Barva	Celokupna intenzivnost vonja	Celokupna intenzivnost arome	Aroma					Okus			Trigeminalna zaznava (zbadanje, astringenca)	Občutek v ustih
				topla (vosek)	cvetlična (cvetje)	kemijska (rezek)	animalna (hlev)	po žarkem	sladek	kisel	grenek		
K. MLEČEK 2026-1	bledo rumena	2,5	3	2,5	1	2,5	0,5	0	2	2,5	0	2	drobno zrnat
K. MLEČEK 2026-2	bledo rumena	3	3,5	3	1,5	3	1	0	1,5	3,5	0	3	drobno zrnat
K. MLEČEK 2026-3	bledo rumena	2,5	3	2	1	3	0,5	0	1,5	3	0	3	drobno zrnat
K. MLEČEK 2026-4	svetlo rumena	2,5	2,5	2	1,5	2	0,5	0	1,5	2,5	0	2	drobno zrnat
K. MLEČEK 2026-5	bledo rumena	3	3	2	1,5	2,5	1	0	1,5	3	0,5	3	drobno zrnat
K. MLEČEK 2026-6	bledo rumena	2,5	3	2	1,5	2,5	1	0	1,5	2,5	0	3	drobno zrnat
K. MLEČEK 2026-7	svetlo rumena	2,5	3	2	1,5	2	0,5	0	2	2	0	2,5	zrnat
K. MLEČEK 2026-8	svetlo rumena	3	3	2,5	1,5	2	0,5	0	2	2,5	0	3	drobno zrnat
K. MLEČEK 2026-9	bledo rumena	3	3,5	2	1,5	3	1	0	1,5	3,5	0	3	gladek
K. MLEČEK 2026-10	bledo rumena	2	3	2	2	2,5	0,5	0	1,5	3	0	3	gladek
K. MLEČEK 2026-11	slonokoščena	2,5	3	2	1,5	2,5	0,5	0	1,5	3,5	0	3	gladek
K. MLEČEK 2026-12	bledo rumena	2,5	3,5	2	1,5	2,5	0,5	0	2,5	3,5	0	3,5	gladek
K. MLEČEK 2026-13	svetlo rumena	3	3	2	2	2,5	0,5	0	2	3	0	3	gladek
K. MLEČEK 2026-14	svetlo rumena	2,5	3	2	1,5	2,5	0,5	0	1,5	3	0	3	drobno zrnat
K. MLEČEK 2026-15	svetlo rjavo rumena	2,5	3	2	1,5	2,5	1	0	1,5	2,5	0	2,5	zrnat
K. MLEČEK 2026-16	bledo rumena	3	3	2	1	2	1,5	0	1,5	3	0	3	drobno zrnat
K. MLEČEK 2026-17	svetlo rumena	2	2,5	1,5	1,5	1,5	0,5	0	3	1	0	1,5	gladek
K. MLEČEK 2026-18	svetlo rumena	2,5	3	1,5	2,5	2	0,5	0	2	2,5	0	2,5	zrnat
K. MLEČEK 2026-19	bledo rumena	2,5	3	2	1,5	2	0,5	0	2	3	0	2,5	drobno zrnat
K. MLEČEK 2026-20	svetlo rumena	2,5	3	2	2	2,5	1,5	0	2	3	0	3	drobno zrnat

lestvica: 0: nezaznavno, 1: komaj zaznavno, 2: šibko intenzivno, 3: srednje intenzivno, 4: močno intenzivno

3.3.2 Fizikalno-kemijski parametri

V Preglednici 17 so predstavljeni rezultati analiz vzorcev matičnega mlečka letnika 2026, to je vsebnost vode, beljakovin, vrednost pH, kislost, vsebnost skupnih fenolnih spojin ter antioksidativna učinkovitost, izražena kot koncentracija učinkovitosti EC₅₀.

Preglednica 19: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz slovenskega matičnega mlečka

Oznaka vzorca	Parameter					
	Vsebnost vode (g/100 g)	Vsebnost beljakovin (g/100 g)	Vrednost pH	Kislost (mL 1 M NaOH/100 g)	Vsebnost skupnih fenolnih spojin (mgGK/100 g)	AU (DPPH• -EC ₅₀) (mg/mL)
K. MLEČEK 2026-1	66,5	11,2	3,91	33,3	33,6	32,06
K. MLEČEK 2026-2	67,1	11,7	4,01	42,5	31,1	32,11
K. MLEČEK 2026-3	66,3	13	3,99	41,9	34,1	31,67
K. MLEČEK 2026-4	66,9	12	4,04	39,2	28,2	33,66
K. MLEČEK 2026-5	65,3	12,3	3,84	43,4	37,3	29,94
K. MLEČEK 2026-6	65,3	11,4	3,96	40,9	27,9	31,16
K. MLEČEK 2026-7	61,3	14,3	3,95	45,5	37,5	24,45
K. MLEČEK 2026-8	62,7	13,9	3,98	44	33	33,57
K. MLEČEK 2026-9	64,2	12,1	3,82	45,1	37,9	23,33
K. MLEČEK 2026-10	63,9	12,2	3,79	42,8	37,6	27,02
K. MLEČEK 2026-11	65,7	12	3,96	47	41	25,14
K. MLEČEK 2026-12	65,6	12,7	3,96	46,6	37,1	29,91
K. MLEČEK 2026-13	64,9	12,3	3,88	40,9	39,9	23,21
K. MLEČEK 2026-14	65,7	12,3	3,96	44,2	40,1	25,82
K. MLEČEK 2026-15	66,1	12,1	3,94	42,2	36,2	24,51
K. MLEČEK 2026-16	67,2	11,4	3,9	46	32,6	32,65
K. MLEČEK 2026-17	64,0	12,1	3,91	39,2	37,5	28,85
K. MLEČEK 2026-18	68,4	11,2	4	37,2	37,1	31,37
K. MLEČEK 2026-19	66,0	11,4	3,88	45,5	28,5	34,29
K. MLEČEK 2026-20	65,7	11,4	3,78	47	34,3	26,32
Povprečje	65,4	12,2	3,92	42,7	35,1	29,05
S.D.	1,6	0,8	0,07	3,6	3,9	3,73
MIN	61,3	11,2	3,78	33,3	27,9	23,21
MAKS	68,4	14,3	4,04	47,0	41,0	34,29

S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost; GK: galna kislina; AU: antioksidativna učinkovitost; EC₅₀: koncentracija učinkovitosti

Vsebnost vode v vzorcih matičnega mlečka smo izračunali na podlagi izmerjenega lomnega količnika. Iz Preglednice 17 je razvidno, da je vsebnost vode v vzorcih matičnega mlečka slovenskega porekla variirala med 61,3 in 68,4 g/100 g, kar so podobne vrednosti kot v programskem letu 2023-2025. ISO (2016) navaja vrednosti 62,0 - 68,5 g/100 g. Izstopata K.

MLEČEK 2026-2 s 61,32 g/100 g, kar je pod spodnjo mejo ISO območja za svež matični mleček, in K. MLEČEK 2026-18 z 68,40 g/100 g, ki pa je blizu zgornje meje.

Vsebnost beljakovin smo določili z metodo po Kjeldahlu. Iz Preglednice 17 je razvidno, da je bila vsebnost beljakovin v analiziranih vzorcih matičnega mlečka v območju od 11,2 do 14,3 g/100 g, s povprečno vrednostjo 12,2 g/100 g, kar je primerljivo z rezultati vsebnosti beljakovin v matičnem mlečku v preteklih letih (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025). Vse vrednosti so v pričakovanem območju za svež matični mleček, kot jih navajajo Sabatini in sod. (2009) (9 do 18 g/100 g) oz. ISO standard (11 do 18 g/100 g). Najvišjo vrednost ima K. MLEČEK 2026-7, kar je zanimivo tudi zato, ker ima ta vzorec najnižjo vsebnost vode

Vrednosti pH so za vzorce matičnega mlečka, analizirane v programskem letu 2026, se gibale od 3,78 do 4,04, v povprečju 3,92. ISO standard (2016) vrednosti pH za matični mleček ne definira, je pa v povprečju višji kot v obdobju 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025). Povprečna kislost pa je bila 42,7 mL 1 M NaOH/100 g, vrednosti so bile v območju od 33,3 do 47,0 mL 1 M NaOH/100 g, kar je primerljivo s kislostjo vzorcev matičnega mlečka v programskem obdobju 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025). Vsi analizirani vzorci so glede kislosti ustrezali standardom kakovosti za svež matični mleček, v katerem ISO (2016) navaja vrednosti med 30,0 in 53,0 mL 1 M NaOH/100 g.

Vsebnost skupnih fenolnih spojin, izražena kot ekvivalent galne kisline, je bila v območju od 27,9 do 41,0 mg_{GK}/100 g (Preglednica 19), v povprečju 35,1 mg_{GK}/100 g, kar je višje kot pri vzorcih v končnem poročilu za programsko obdobje 2023-2025, ko so vrednosti znašale 17,5 do 39,6 mg_{GK}/100 g, v povprečju 29,4 mg_{GK}/100 g (Ratajc in sod., 2025). Rezultati pa so primerljivi v literaturi, ki jih za slovenski matični mleček navaja Rak (2018), ki je analizirala 10 vzorcev slovenskega matičnega mlečka, in določila med 31 in 41 mg_{GK}/100 g mlečka. Nekolike manjše vsebnosti (9,1 do 30,1 mg_{GK}/100 g) navajajo Kolayli in sod. (2016), v drugih objavljenih študijah pa za matični mleček različnega geografskega porekla večinoma navajajo večje vsebnosti skupnih fenolnih spojin (Pavel in sod., 2014; Özkök in Silici, 2017; Adaškevičiūtė in sod., 2019; El-Guendouz in sod., 2020).

Antioksidativno učinkovitost matičnega mlečka smo izrazili kot koncentracijo učinkovitosti EC₅₀. Nižja vrednost EC₅₀ pomeni večjo antioksidativno učinkovitost. EC₅₀ je v območju od 23,21 do 34,29 mg/mL, povprečje pa 29,05 mg/mL. Povprečna antioksidativna učinkovitost je nekoliko manjša kot v vzorcih matičnega mlečka v programskem obdobju 2023-2025, ko so bile EC₅₀ v povprečju 36,7 mg/mL (Ratajc in sod., 2025).

Povprečja in območja vrednosti so večinoma primerljivi z vrednostmi za obravnavane fizikalno-kemijske parametre 120 vzorcev matičnega mlečka, analiziranih v letih 2020-2025 v okviru Karakterizacije čebeljih pridelkov (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025).

3.4 ZAKLJUČEK

Rezultati analiziranih 20 vzorcev matičnega mlečka slovenskega porekla letnika 2026 kažejo, da vzorci matičnega mlečka v analiziranih parametrih ustrezajo vrednostim, ki jih predvideva ISO standard za matični mleček, razen za vzorec K. MLEČEK 2026-2 s 61,32 g/100 g, kar je pod spodnjo mejo (ISO, 2016). Podatkovno zbirko o slovenskem matičnem mlečku smo, tako kot v prejšnjih programskih obdobjih 2020-2022 in 2023-2025 (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025), dopolnili z opisom senzoričnih lastnosti, vsebnostjo skupnih fenolnih spojin ter antioksidativno učinkovitostjo.

Intenzivnost vonja in arome matičnega mlečka je v povprečju srednje intenzivna. Pri parametrih arome izstopa kemijska aroma (rezkost), večinoma šibko izraženi sta topla aroma (po vosku) in aroma po cvetju, medtem ko je animalna aroma nezaznavna do komaj zaznavna. Okus matičnega mlečka je šibko sladek ter srednje kisel. Značilna lastnost matičnega mlečka je tudi astringenca, ki je večinoma srednje intenzivna. Rezultati vzorcev iz leta 2026 so primerljivi z rezultati v letih 2020-2025 (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025).

Vzorci matičnega mlečka letnika 2026 so večinoma primerljivi z vzorci prejšnjih programskih obdobjih tudi glede fizikalno-kemijskih lastnosti. Vsebnosti vode (razen ene izjeme, ki je zunaj ISO območja) in beljakovin ter kislost so blizu povprečja prejšnjih programskih obdobjih (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025). Vsebnost skupnih fenolnih spojin in antioksidativna učinkovitost, izražena kot EC50, sta večinoma primerljivi z rezultati matičnega mlečka za obdobje 2020-2025 (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025).

3.5 VIRI

Ahmad S., Campos M.G., Fratini F., Altaye S.Z., Li J. 2020. New insights into the biological and pharmaceutical properties of royal jelly. *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 382, doi:10.3390/ijms21020382: 26 str.

Adaškevičiūtė V., Kaškonienė V., Kaškonas P., Barčauskaitė K., Maruška A. 2019. Comparison of physicochemical properties of bee pollen with other bee products. *Biomolecules*, 9: 819. doi:10.3390/biom9120819

Alattal, Y.Z., Bazeyad, A.Y. and Al Ghamdi, A.A., 2025. Variation in chemical composition of fresh and commercial Royal Jelly associated with international standards. *Journal of Food Composition and Analysis*, 138: 107017

Ali A. M., Kunugi H. 2020. Royal jelly as an intelligent anti-aging agent- a focus on cognitive aging and Alzheimer's disease: a review. *Antioxidants*, 2020, 9: 937, <https://doi.org/10.3390/antiox9100937>

Alkindi, F. K. S. A., El-Keblawy, A., Ridouane, F. L., Mirza, S. B. 2024. Factors influencing the quality of royal jelly and its components: a review. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1): 2348253. <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2348253>

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

Bagameri L., Baci G.-M., Dezmirean D.S. 2022. Royal jelly as a nutraceutical natural product with a focus on its antibacterial activity. *Pharmaceutics*, 14, 1142.

Bagameri, L., Sara B., Otilia B., Victorita B., Dezmirean D. S. 2023. Molecular Insights into Royal Jelly Anti-Inflammatory Properties and Related Diseases. *Life* 13, 7: 1573.

Balkanska R. 2018. Correlations of physicochemical parameters, antioxidant activity and total polyphenol content of fresh royal jelly samples. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 4: 3744-3750

Bărnuțiu I.L., Mărghitaș Al.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

Basta, M., Abdel Moawed, D., Shalaby, N., Mazen, N., & Ibrahim, N. (2025). Royal Jelly : A Review on Its Composition and Beneficial Effects. *Zagazig University Medical Journal*, 31, 1.1: 255-260

Bazeyad A.Y., Al-Ghamdi A.A., Alattal Y.Z. 2022. Physicochemical characteristics of local royal jelly produced in Al-Baha region, Saudi Arabia. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 14,1: 284-292

Bertoncelj. J. 2008. Identifikacija in vsebnost nekaterih antioksidantov v slovenskem medu. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 124 str.

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)

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

Botezan S., Baci G.-M., Bagameri L., Pașca C., Dezmirean D.S. 2023. Current status of the bioactive properties of royal jelly: A comprehensive review with a focus on its anticancer, anti-inflammatory, and antioxidant effects. *Molecules*, 28, 1510.
<https://doi.org/10.3390/molecules28031510>

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

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

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

Collazo N., Carpena M., Nuñez-Estevez B., Otero P., Simal-Gandara J., Prietto M. A. 2021. Health promoting properties of bee royal jelly: food of the queens. *Nutrients*, 2021, 13: 543, <https://doi.org/10.3390/nu13020543>

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

Debelak A., Janžekovič A., Ratajc U., Samec T. 2023. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov za leto 2023. Lukovica, Čebelarstva zveza Slovenije, 124 str.

El-Guendouz S., Machado A.M., Aazza S., Lyoussi B., Miguel M.G., Mateus M.C., Figueiredo A.C. 2020. Chemical characterization and biological properties of royal jelly samples from the Mediterranean area. *Natural Product Communications*, 15, 2: 1-13

El-Guendouz S., Lyoussi B., Miguel M.G. 2020a. Insight into the chemical composition and biological properties of Mediterranean royal jelly. *Journal of Apicultural Research*, doi: 10.1080/00218839.2020.1744241

El-Seedi, H.R.; Salama, S.; El-Wahed, A.A.A.; Guo, Z.; Di Minno, A.; Daglia, M.; Li, C.; Guan, X.; Buccato, D.G.; Khalifa, S.A.M.; et al. 2024. Exploring the Therapeutic Potential of Royal Jelly in Metabolic Disorders and Gastrointestinal Diseases. *Nutrients* 2024, 16, 393. <https://doi.org/10.3390/nu16030393>

Flanjak I., Primorac L., Vukadin I., Kovačić M., Puškadija Z., Bilić Rajs B. 2019. Physicochemical characteristics of Croatian royal jelly. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 11, 2: 266-271

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

Gasbarri, C.; Angelini, G. 2025. Behind the Therapeutic Effects of Royal Jelly: Recent Advances in the Specific Properties of 10-Hydroxydecanoic Acid. *Molecules*, 30: 2694

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

Giampieri F., Quiles J.L., Cianciosi D., Forbes-Hernández T.Y., Orantes-Bermejo F.J., Alvarez-Suarez J.M., Battino M. 2022. Bee products: An emblematic example of underutilized sources of bioactive compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70: 6833-6848

Ghosh S., Jang H., Sun S., Jung C. 2024. Nutrient composition and quality assessment of royal jelly samples relative to feed supplements. *Foods*, 13, 1942. <https://doi.org/10.3390/foods13121942>

Guo H., Kouzuma Y., Yonekura M. 2009. Structure and properties of antioxidative peptides derived from royal jelly protein. *Food Chemistry*, 113: 238-245

Guo J., Wang Z., Chen Y., Cao J., Tian W., Ma B. Dong Y. 2021. Active components and biological functions of royal jelly. *Journal of Functional Foods*, 82: 1-7
<https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104514>

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

ISO 4121. 2003. Sensory analysis – Guidelines for the use of quantitative response scales: 9 str.

Hashemirad, F.S., Behfar, M. and Kavosi, G. 2024. Proximate composition, physico-chemical, techno-functional, amino acid profile, fatty acid profile, nutritional quality, antioxidant, anti-amylase and anti-lipase properties of bee bread, royal jelly, and bee propolis. *LWT*, 200: p.116190.

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

ISO 12824:2016. Royal jelly – Specifications. International Organization for Standardization, Geneva.

Kandolf B. A., Lilek, N., Bertonec, J., Korošec, M., Klemenčič Štrukelj, N. 2019. Končno poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov ter vpliv postopkov obdelave in shranjevanja cvetnega prahu na njegovo kemijsko in mikrobiološko sestavo. Lukovica: Čebelarstva zveza Slovenije: 128 str.

Kandolf Borovšak. A., Lilek, N., Samec, T. Bertonec, J., Korošec, M. 2020. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov. Lukovica: Čebelarstva zveza Slovenije: 38-56

Kandolf Borovšak. A., Lilek, N., Samec, T. Bertonec, J., Korošec, M. 2021. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov. Lukovica: Čebelarstva zveza Slovenije: 43-65

Kandolf Borovšak, A., Lilek, N., Samec, T., Bertoncelj, J., Korošec, M., Debelak A., Janžekovič, A. 2022: Končno poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 193 str.

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

Kanelis D., Liolios V., Rodopoulou M.-A., Papadopoulou F., Tananaki C. 2024. Production and Quality Characteristics of Royal Jelly in Relation to Available Natural Food Resources. Resources, 13, 4: 55. <https://doi.org/10.3390/resources13040055>

Kapš P. 2018. Zdravnik svetuje. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije, 14-16

Khalfan Saeed Alwali Alkindi, F., El-Keblawy, A., Lamghari Ridouane, F., & Bano Mirza, S. 2024. Factors influencing the quality of Royal jelly and its components: a review. Cogent Food & Agriculture, 10, 1: <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2348253>

Kolayli S., sahin H., Can Z., Yildiz O., Malkoc M., Asadov A. 2016. A member of complementary medical food: Anatolian royal jellies, their chemical compositions and antioxidant properties. Journal of evidence Based Complementary & Alternative Medicine, 21: NP43-NP48

Ma C., Ma B., Li J., Fang Y. 2022. Changes in chemical composition and antioxidant activity of royal jelly produced at different floral periods during migratory beekeeping. Food Research International, 111091: 11str.

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

Mishima s., Suzuki K. M., Isohama Y., Kuratsu N., Araki Y., Inoue M., Miyata T. 2005. Royal jelly has estrogenic effects in vitro and in vivo. Journal of ethnopharmacology, 101, 1: 215-220

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

Oršolić N., Jazvinščak Jembrek M. 2024. Royal jelly: Biological action and health benefits. International Journal of Molecular Sciences, 25, 6023. <https://doi.org/10.3390/ijms25116023>

Özkök D., Silici S. 2016. Antioxidant activities of honeybee products and their mixtures. Food Science Biotechnology, 26, 1: 201-206

Pasdar, Y., V. Tadibi, E. Sadeghi, et al. 2025. Royal Jelly Supplementation Improves Endurance and Mitochondrial Biogenesis in Athletes: A Crossover Trial. *Food Science & Nutrition* 13, 7: e70497

Pavel C.I., Mărghițaș L.A., Dezmirean D.S., Tomoș L.I., Bonta V., Șapcaliu A., Buttstedt A. 2014. Comparison between local and commercial royal jelly - use of antioxidant activity and 10-hydroxy-2-decenoic acid as quality parameter. *Journal of Apicultural Research*, 53, 1: 116-123

Petelin A., Kenig S., Kopinč R., Deželak M., Černelič Bizjak M., Jenko Pražnikar Z. 2019. Effects of royal jelly administration on lipid profile, satiety, inflammation, and antioxidant capacity in asymptomatic overweight adults. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2019: 1-11, doi: 10.1155/2019/4969720

Popescu O., Mărghițaș A.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

Rak M. 2018. Fenolni profil slovenskega matičnega mlečka. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 66 str.

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

Ratajc U., Debelak A., Golob S., Samec T. 2024. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov za leto 2024. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije, 138 str.

Ratajc U., Debelak A., Golob S., Samec T. 2025. Končno poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov za leto 2025. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije, 75-80 str.

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

The National Honey Boards. 2003. Honey-Health and therapeutic qualities. Longmont The National Boards: 27 str.

(<http://www.biologiq.nl/UserFiles/Compendium%20Honey%202002.pdf>) (Avgust 2020)

Toromanović, J., Medunjanin, D., Dizdar, M., Buza, N., Trešnjo, A., Tahirović, I. 2024. Correlations of total phenolics and antioxidant activity in royal jelly from Bosnia and Herzegovina. Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina / Glasnik hemičara i tehnologa Bosne i Hercegovine, 63: 19–24. <https://doi.org/10.35666/2232-7266.2024.63.03>

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

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

Vittekk J. 1995. Effect of royal jelly on serum lipids in experimental animals and humans with atherosclerosis. Experimentia, 51, 9-10: 927-935

Wang, Y., Ma, L., Wang, H., Liu, Z., Chi, X., Xu, B. 2023. Effects of Sucrose Feeding on the Quality of Royal Jelly Produced by Honeybee *Apis mellifera* L.. Insects, 14, 742: 1-12

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

Yu, X., Tu, X., Tao, L., Daddam, J., Li, S. and Hu, F., 2023. Royal Jelly fatty acids: Chemical composition, extraction, biological activity, and prospect. Journal of Functional Foods, 111, p.105868.

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.

4 PROPOLIS

4.1 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 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 ter 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 okvirno standardizacijo vsebnosti nekaterih sestavin v propolisu (Medić Šarić in sod., 2013; Zuhendri in sod., 2021), kar pa je zelo težavno, saj so v sestavi vzorcev propolisa ogromne razlike. Razlike v sestavi so tudi posledica uporabljenih različnih analitskih metod (Šuran in sod., 2021; Martinello in Mutinelli, 2021), velike razlike lahko nastanejo že zaradi uporabe različnega topila, potrebnega pri analizi. Bolj polarna topila so bolj uspešna pri ekstrakciji polarnih molekul, nepolarna pa bolj topijo nepolarne molekule (Šuran in sod., 2021), paziti je potrebno tudi na čas uporabe ultrazvoka, ki lahko povzroči degradacijo fenolnih spojin (Martinello in Mutinelli, 2021). Ne glede na uporabo topila in sestavo propolisa pa propolis deluje protimikrobno, protivirusno, protivnetno in ima visoko antioksidativno učinkovitost (Medić Šarić in sod., 2013; Šuran in sod., 2021), ki je lahko posledica sinergističnega delovanja sestavin propolisa (Huang in sod., 2014).

4.1.1 Nastanek in pomen propolisa

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

Nabiralni nagon za nabiranje propolisa 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 zanj. Večje količine propolisa lahko pričakujemo v močnejših čebeljih družinah, zato je pomembno, da imamo v času pridobivanja propolisa močne čebelje družine.

Smole nabirajo vsaj 15 dni stare čebele. Za čebele se smole uporabno zmehčajo pri okoli 20 °C, pri tej temperaturi 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, pritrujejo 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).

4.1.2 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., 2002). 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 (Slika 8) (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 kisline (CAPE), artepilin C, cimetna, kumarna, kavna, ferulna in izoferulna kislina, ter krizin, galangin, kamferol in kvercetin (Huang in sod., 2014). Tako sestava propolisa kot njegova biološka učinkovitost sta odvisni od geografskega ter botaničnega vira propolisa in okoljskih dejavnikov (Bankova, 2005).

Flavonoidi

Največ je v propolisu flavonoidov, ki tudi največ prispevajo 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 zmernega klimatskega pasu so med flavonoidi 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).

Fenolne spojine

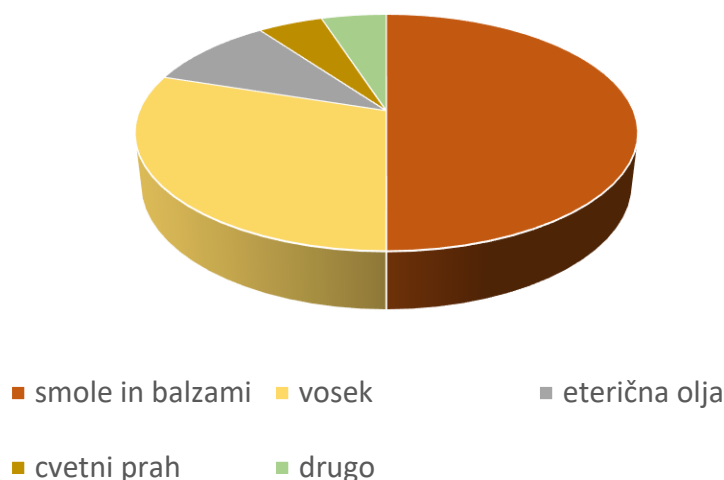
Najbolj značilne fenolne spojine v propolisu so cimetna, kumarna, kavna, ferulna kislina in njihovi derivati. Fenetilni ester kavne kisline (CAPE) je glavna sestavina propolisa zmernega pasu in ima široko biološko vlogo (Bankova, 2009). Vsebnost fenolov v propolisu je zelo različna in je odvisna od rastlinja,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

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 protimikrobno (Huang in sod., 2014). V večji meri so prisotni v propolisu mediteranskega območja (Falcão in sod., 2012).

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 in vosek, ki je proizvod čebel, in ne izvira iz rastlin (Huang in sod., 2014). Vsebnost voska v propolisu je mnogo večja, kadar ga pridobivamo v medišču (Jedlovčnik in Pušnik, 2011).



Slika 8: Povprečna sestava propolisa.

4.1.3 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 še *rdeči propolis* (Kuba, Venezuela), s pacifiškega območja je *pacifiški propolis*, s Kanarskih otokov pa *kanarski*, zanje 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 »*topol tip propolisa*«, 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 (Huang 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 % smol in 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., 2002), vsebnost skupnih flavonoidov v evropskem propolisu je navadno od 20 do 30 %, (Medić Šarić in sod., 2013).

V letih od 2017-2019 je potekala raziskava o sestavi propolisa tudi v Sloveniji, in sicer 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. Vsota analiziranih fenolnih spojin v zbranih vzorcih propolisa je bila v območju od 0,81 do 13,71 %, v povprečju 5,19 % (Kandolf Borovšak in sod., 2019). Prav tako v letih od 2020 do 2022 je potekala raziskava o sestavi propolisa v Sloveniji v okviru Programa ukrepov na področju čebelarstva v Republiki Sloveniji v letih 2020-2022, ki je bil financiran iz sredstev državnega proračuna in proračuna Evropske unije. Vsota analiziranih fenolnih spojin v zbranih vzorcih propolisa je bila v območju od 1,36 do 12,78 %, v povprečju 7,27 % (Kandolf Borovšak in sod., 2022). Tudi v obdobju 2023–2025 je bila vsota določenih fenolnih spojin v propolisu primerljivega razpona, od 2,78 % do 14,57 %, s povprečno vrednostjo 6,25 %. Raziskava je potekala v okviru Strateškega načrta skupne kmetijske politike 2023-2027 za Slovenijo, ki je bil financiran iz sredstev državnega proračuna in proračuna Evropske unije (Ratajc in sod., 2025). Rezultati so primerljivi s prejšnjimi obdobji.

4.1.4 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 propolis 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).

Različna topila topijo sestavine propolisa v različnih deležih (%). 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 delcev propolisa (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,
- najbolj se topi v mešanicah eter-etanol (Jedlovčnik in Pušnik, 2011).

4.1.5 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 vešče, dele odmrlih čebel, veliko voska, morebitne ostanke papirja in druge nečistoče. Čebelar takšnega propolisa ne sme uporabljati za izdelavo izdelkov iz propolisa.

Posebej pomembno je, da čebelja družina v panju, v katerem čebelar pridobiva propolis, ni bila zdravljena s sintetičnimi 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.



Slika 9: Propolis, pridobljen na namensko vstavljenih pripomočkih.

Pri **načrtnem** zbiranju propolisa načrtujemo postopke in sredstva, s katerimi bomo zagotovili neoporečen pridelek. Pri zbiranju uporabljamo izključno materiale, ki so primerni za uporabo v živilstvu (Slika 9). 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 gnezd, torej na mesta kamor čebele najraje odlagajo propolis (Jedlovčnik in Pušnik, 2011).

4.1.6 Uporaba propolisa

Propolis vsebuje veliko fenolnih spojin, posebej flavonoidov ter fenolnih kislin in ima pomembne protivirusne, protimikrobne, protiglivične lastnosti, deluje tudi proti parazitom, kar so dokazali v *in-vitro* ter *in-vivo* raziskavah. Flavonoidi se vežejo na posebna mesta (receptorje ACE-II) na celični membrani, na katere se pripenja tudi virus SARS-CoV-2 in z njih prodira v celico. Če so ta mesta zasedena s flavonoidi, je virusom oteženo napredovanje v celico, zato je propolis lahko koristen v preventivi virusnih bolezni.

V laboratorijskih poskusih in na živalih je bilo dokazano, da sestavine nekaterih vrst propolisa z delovanjem na encime in signalne poti v epitelijskih celicah, na trombocite in na krvne imunske celice zavirajo več faz v nastajanju vnetij, ki jih povzročajo virusi. S tem blažijo bolezenske znake in simptome, manjšajo bolezenske spremembe tkiv in organov, nastajanje vzporednih bolezni in s tem verjetno tudi smrtnost zaradi virusnih bolezni. Zato ni čudno, da je pandemija covida-19 ponovno vzbudila zanimanje za propolis kot protivirusno sredstvo v humani medicini.

Brazilski znanstveniki iz São Paula so v sodelovanju s kolegi iz Miami (Florida, ZDA) na zdravih prostovoljcih raziskovali varnost uživanja tablet (po 325 mg/dan pet dni) iz sestavin brazilskega zelenega propolisa, ki ga čebele izdelajo v glavnem iz smol *Baccharis dracunculifolia*, značilne za Brazilijo in sosednje države. Raziskovani dnevni odmerek in skupna zaužita količina preparata pri prostovoljcih nista imela nikakršnih neželenih učinkov. Ker je že bilo dokazano, da sestavine zelenega propolisa posebej dobro zavirajo nastajanje vnetnih sprememb v pljučih, ki so značilne za covid-19 in so pri njem pogosto celo usodne, raziskovalci domnevajo, da zeleni propolis v razmeroma cenjenih prehranskih dodatkih lahko ugodno deluje tudi pri tej bolezni in ga priporočajo, vsaj dokler proti njej ni učinkovitega zdravila (Berretta in sod., 2020).

Propolis tudi dobro deluje proti gram pozitivnim bakterijam ter več sevov gliv in kvasovk ter parazitom, kot so npr. iz rodu *Plasmodium* (Zulhendri in sod., 2021).

4.2 MATERIAL IN METODE

4.2.1 Načrt zbiranja vzorcev

V raziskavo smo vključili 20 vzorcev propolisa slovenskega porekla, pridelanega v letu 2025, iz devetih statističnih regij Slovenije. Analizirali smo šest vzorcev iz osrednjeslovenske regije, tri vzorce iz podravske regije, po dva vzorca iz primorsko-notranjske regije, pomurske regije, goriške regije in dva vzorca iz jugovzhodne Slovenije, ter po en vzorec iz gorenjske regije, savinjske regije in obalno-kraške regije.

Podatki o analiziranih vzorcih (št. vzorca, statistična regija in letnik pridelave) so zbrani v Preglednici 18.

Preglednica 20: Seznam vzorcev propolisa analiziranega v letu 2026.

Št. vzorca	Statistična regija	Letnik pridelave
PR2026-1	Gorenjska	2025
PR2026-2	Obalno-kraška	2025
PR2026-3	Osrednjeslovenska	2025
PR2026-4	Savinjska	2025
PR2026-5	Primorsko-notranjska	2025
PR2026-6	Jugovzhodna Slovenija	2025
PR2026-7	Goriška	2025
PR2026-8	Podravska	2025
PR2026-9	Osrednjeslovenska	2025
PR2026-10	Osrednjeslovenska	2025
PR2026-11	Jugovzhodna Slovenija	2025
PR2026-12	Podravska	2025
PR2026-13	Osrednjeslovenska	2025
PR2026-14	Goriška	2025
PR2026-15	Primorsko-notranjska	2025
PR2026-16	Podravska	2025
PR2026-17	Pomurska	2025
PR2026-18	Pomurska	2025
PR2026-19	Osrednjeslovenska	2025
PR2026-20	Osrednjeslovenska	2025

Posamezne vzorce propolisa smo pregledali in odstranili fizikalne nečistoče (delčki čebel, vosek, ...) (Slika 10). Nato smo vzorce stehali in pripravili za analizo.



Slika 10: Pripravljeni vzorci propolisa za analizo v letu 2026.

4.2.2 Analiza propolisa

V propolisu so najbolj zastopane fenolne spojine pinocembrin, pinobanksin, fenetilni ester kavne kisline (CAPE), artepilin C, cimetna, *p*-kumarna, kavna, ferulna in izoferulna kislina, ter krizin, galangin, kamferol in kvercetin (Huang in sod., 2014), ki so bile razen izoferulne kisline 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 sprektrofotometričnimi metodami, s Folin-Ciocalteujevo metodo za določitev vsebnosti skupnih fenolnih spojin, vsebnost skupnih flavonov ter flavonolov 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 vrednotili videz, barvo in vonj propolisa.

4.3 REZULTATI Z RAZPRAVO

4.3.1 Senzorična ocena in izvor osnovne surovine propolisa

Zbrani vzorci propolisa so bili že po samem videzu zelo različni, od prahu, drobnih zrn do zrn. Prav tako so se zbrani vzorci propolisa razlikovali po barvi od rdeče, svetlo rjave, do rjave z rdečimi odtenki in črne barve.

En vzorec je imel močan vonj, 17 srednje intenziven in dva vzorca šibek vonj. Vzorec z najbolj intenzivnim vonjem izvira iz primorsko-notranjske regije (preglednica 19).

Preglednica 21: Rezultati senzorične ocene posameznih vzorcev propolisa, analiziranega v letu 2026.

Št. vzorca	Videz	Barva	Vonj
PR2026-1	prah	rjav z rdečimi odtenki	srednje
PR2026-2	zrna	črn	malo
PR2026-3	zrna	rjav z rdečimi odtenki	srednje
PR2026-4	prah, zrna	svetlo rjav z rdečimi odtenki	srednje
PR2026-5	drobna zrna	svetlo rjav	srednje
PR2026-6	prah, zrna	rjav	malo
PR2026-7	zrna	svetlo rjav	srednje
PR2026-8	prah	rjav z rdečimi odtenki	srednje
PR2026-9	prah, zrna	rjav	srednje
PR2026-10	zrna	rjav	srednje
PR2026-11	prah, zrna	svetlo rjav	srednje
PR2026-12	prah, zrna	rjav z rdečimi odtenki	srednje
PR2026-13	zrna	rjav	srednje
PR2026-14	prah, zrna	rjav z rdečimi odtenki	srednje
PR2026-15	prah, zrna	rdeč	močno
PR2026-16	drobna zrna	rjav z rdečimi odtenki	srednje
PR2026-17	prah, zrna	rjav z rdečimi odtenki	srednje
PR2026-18	zrna	svetlo rjav z rdečimi odtenki	srednje
PR2026-19	zrna	rjav z rdečimi odtenki	srednje
PR2026-20	zrna	rjav z rdečimi odtenki	srednje

4.3.2 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., 2002).

V propolisu so do sedaj identificirali več sto različnih spojin. Glavne so fenolne spojine: flavonoidi (flavoni (apigenin), flavonoli (kamferol, galangin, kvercetin) in flavanoni

(naringenin, pinocembrin)) ter fenolne kisline in njihovi estri (*p*-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., 2002).

Vsota določenih fenolnih spojin v vzorcih propolisa je bila v območju od 2,61 do 11,56 %, v povprečju 7,23 %. Največ fenolnih spojin je vseboval vzorec številka PR2026-3 iz osrednjeslovenske regije, ki je imel srednje intenzivno izražen vonj. Najmanj fenolnih spojin je vseboval vzorec številka PR2026-13 iz osrednjeslovenske regije, s srednje intenzivnim vonjem. Med vzorci, pridelanimi v različnih regijah, ni statistično značilnih razlik v vsoti fenolnih spojin, variabilnost med vzorci znotraj regije je velika.

Vsi vzorci propolisa so vsebovali **p-kumarno kislino** v območju od 0,69 do 3,59 %, v povprečju 1,96 % ter **ferulno kislino** v območju od 0,67 do 3,63 %, v povprečju 1,99 %. Tudi Osés (in sod., 2020) je v vseh vzorcih našla p-kumarno in ferulno kislino.

Poleg tega so vsi vzorci propolisa vsebovali tudi **kavno kislino** v območju od 0,10 do 0,61 %, v povprečju 0,29 %. Tudi v vseh vzorcih propolisa je bil **pinocembrin** v območju od 0,17 do 2,80 %, v povprečju 0,92 %. Dvajste vzorcev propolisa je vsebovalo tudi **apigenin** v območju od 0,07 do 0,31 %, v povprečju 0,13 %.

Naringenin je vsebovalo osemnajst vzorcev propolisa v območju 0,07 do 0,19 %, v povprečju 0,12 %.

Osemnajst vzorcev propolisa je vsebovalo **krizin** v območju od 0,06 do 2,73 %, v povprečju 0,87 %.

Od skupno 20 analiziranih vzorcev propolisa jih je 16 vsebovalo **galangin** v območju od 0,10 % do 1,81 %, v povprečju 0,55 %. Petnajst (15) vzorcev je vsebovalo fenolno spojino **CAPE** v območju od 0,08 % do 1,15 %, v povprečju 0,43 %.

Deset vzorcev propolisa je vsebovalo **pinobanksin** v območju od 0,07 do 1,32 %, v povprečju 0,34 %.

Kvercetin je vsebovalo sedem vzorcev propolisa v območju od 0,05 do 0,14 %, v povprečju 0,08 %. Prav tako od skupno 20 analiziranih vzorcev propolisa je sedem vzorcev vsebovalo **kamferol** v območju od 0,14 do 0,22 %, v povprečju 0,17 %.

Cimetno kislino so vsebovali 4 vzorci propolisa od dvajsetih v območju 0,06 do 0,11 %, v povprečju 0,09 %.

Protokatehujsko kislino je vseboval 1 vzorec propolisa, in sicer 0,20 %.

V vzorcih smo s spektrofotometrično metodo določili največ 2,70 % skupnih fenolnih spojin, od tega flavonov/flavonolov največ 0,24 %, flavanonov/dihidroflavonolov pa največ 1,82 %. Vsi rezultati so prikazani v preglednicah 20 in 21.

4.4 ZAKLJUČEK

Fenolne spojine so ključne sestavine slovenskega propolisa, saj pomembno prispevajo k njegovi kemijski sestavi in biološki aktivnosti. Čeprav so posamezne spojine v vzorcih prisotne v manjših koncentracijah, pa je njihova skupna raznolikost izjemna. Ta pestrost odraža sposobnost čebel, da iščejo in zbirajo smole iz različnih rastlinskih virov, kar pomembno oblikuje končni kemijski profil propolisa.

Primerjava dobljenih rezultatov z drugimi raziskavami je omejena, saj trenutno ne obstaja poenotena standardna metoda za določanje fenolnih spojin. Poleg tega se v različnih študijah uporabljajo različni ekstrakcijski postopki, kar izpostavljajo tudi drugi avtorji (Osés in sod., 2020; Šuran in sod., 2021; Martinello in Mutinelli, 2021).

V letih od 2017-2019 je potekala raziskava o sestavi propolisa tudi v Sloveniji, in sicer 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. Vsota analiziranih fenolnih spojin v zbranih vzorcih propolisa je bila v območju od 0,81 do 13,71 %, v povprečju 5,19 % (Kandolf Borovšak in sod., 2019). Podobna raziskava je bila izvedena tudi v letih od 2020 do 2022 o sestavi propolisa v Sloveniji v okviru Programa ukrepov na področju čebelarstva v Republiki Sloveniji v letih 2020-2022, ki je bil financiran iz sredstev državnega proračuna in proračuna Evropske unije. Vsota analiziranih fenolnih spojin v zbranih vzorcih propolisa je bila v območju od 1,36 do 12,78 %, v povprečju 7,27 % (Kandolf Borovšak in sod., 2022). Tudi v obdobju 2023–2025 je bila vsota določenih fenolnih spojin v propolisu primerljivega razpona, od 2,78 % do 14,57 %, s povprečno vrednostjo 6,25 %. Raziskava je potekala v okviru Strateškega načrta skupne kmetijske politike 2023-2027 za Slovenijo, ki je bil financiran iz sredstev državnega proračuna in proračuna Evropske unije (Ratajc in sod., 2025). Vsota določenih fenolnih spojin v vzorcih propolisa v letu 2026 je bila v območju od 2,61 do 11,56 %, v povprečju 7,23 %. In je primerljiva s preteklimi obdobji.

Analizirani vzorci iz leta 2026 pomembno dopolnjujejo obstoječo zbirko podatkov iz predhodnih obdobj (2017–2019, 2020–2022, 2023–2025), rezultati pa so med seboj primerljivi (Kandolf Borovšak in sod., 2019; 2022; Ratajc in sod., 2025). Nadaljevanje tovrstnih raziskav tudi v prihodnje bi bilo izjemno smiselno, saj bi pridobitev dodatnih podatkov o fenolnih spojinah še dodatno prispevala k razumevanju sestave in kakovosti slovenskega propolisa ter omogočila dolgoročno spremljanje njegovega kemijskega profila.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

Preglednica 22: Vrednosti posameznih fenolnih spojin v analiziranih vzorcih propolisa 2026.

Fenolna spojina (%)	Številka vzorca																			
	PR2026-1	PR2026-2	PR2026-3	PR2026-4	PR2026-5	PR2026-6	PR2026-7	PR2026-8	PR2026-9	PR2026-10	PR2026-11	PR2026-12	PR2026-13	PR2026-14	PR2026-15	PR2026-16	PR2026-17	PR2026-18	PR2026-19	PR2026-20
naringenin	0,09	0,11	0,13	0,19	0,11	0,13	0,07	0,13	0,12	0,09	0,17	0,08	0,17	0,07	0,13	0,11	n.d.	n.d.	0,09	0,08
apigenin	0,12	0,14	0,25	0,13	0,16	0,08	0,09	0,13	0,07	0,09	0,13	0,07	0,13	0,11	0,17	0,09	0,12	0,31	0,08	0,09
kamferol	n.d.	n.d.	0,20	0,14	0,17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,22	0,14	0,19	n.d.	n.d.	0,16	n.d.	n.d.
krizin	0,77	0,70	1,18	0,67	2,36	0,06	0,16	0,67	n.d.	0,19	n.d.	0,10	0,11	1,02	2,35	0,39	1,45	2,73	0,28	0,51
galangin	0,32	0,17	0,90	0,13	1,13	n.d.	0,10	0,60	n.d.	0,14	n.d.	0,12	n.d.	0,41	0,94	0,17	1,81	1,60	0,12	0,18
kavna kislina	0,25	0,25	0,50	0,26	0,61	0,20	0,23	0,30	0,19	0,19	0,26	0,19	0,10	0,36	0,39	0,25	0,21	0,52	0,22	0,27
p-kumarna kislina	1,98	1,15	2,92	1,76	1,67	1,76	2,65	2,89	2,67	2,07	3,59	2,58	0,69	1,25	1,02	2,36	1,54	0,73	2,10	1,90
ferulna kislina	1,66	1,24	3,25	1,52	1,87	2,39	2,79	3,01	2,62	1,93	3,63	2,25	0,80	1,28	0,99	2,67	1,23	0,67	2,08	1,99
cimetna kislina	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,11	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,07	n.d.	n.d.	0,06	0,10
pinocembrin	1,04	0,51	1,28	0,77	1,77	0,33	0,26	1,08	0,30	0,27	0,36	0,17	0,39	0,93	1,74	1,03	2,80	2,44	0,36	0,60
pinobanksin	0,14	0,10	0,29	n.d.	0,31	n.d.	n.d.	0,29	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,13	0,28	n.d.	1,32	0,50	n.d.	0,07
CAPE	0,28	0,34	0,60	0,59	0,85	n.d.	0,08	0,29	n.d.	0,08	n.d.	n.d.	n.d.	0,46	0,79	0,21	0,20	1,15	0,17	0,32
kvercetin	0,08	0,07	0,06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,09	0,14	n.d.	0,05	0,07	n.d.	n.d.
protokatehujska kislina	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,20	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
vsota skupnih fenolnih spojin	6,73	4,78	11,56	6,16	11,21	4,95	6,54	9,39	5,97	5,05	8,14	5,56	2,61	6,25	9,13	7,35	10,73	10,88	5,56	6,11

n.d.: pod mejo detekcije

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

Preglednica 23: Povprečne vrednosti posameznih fenolnih spojin v analiziranih vzorcih propolisa 2026.

Vzorec št.	naringenin (%)	apigenin (%)	kamferol (%)	krizin (%)	galangin (%)	kavna kislina (%)	<i>P</i> -kumarna kislina (%)	ferulna kislina (%)	cimetna kislina (%)	pinocembrin (%)	pinobanksin (%)	CAPE (%)	kvercetin (%)	protokatehujska kislina (%)
PR2026-1	0,09	0,12	n.d.	0,77	0,32	0,25	1,98	1,66	n.d.	1,04	0,14	0,28	0,08	n.d.
PR2026-2	0,11	0,14	n.d.	0,70	0,17	0,25	1,15	1,24	n.d.	0,51	0,10	0,34	0,07	n.d.
PR2026-3	0,13	0,25	0,20	1,18	0,90	0,50	2,92	3,25	n.d.	1,28	0,29	0,60	0,06	n.d.
PR2026-4	0,19	0,13	0,14	0,67	0,13	0,26	1,76	1,52	n.d.	0,77	n.d.	0,59	n.d.	n.d.
PR2026-5	0,11	0,16	0,17	2,36	1,13	0,61	1,67	1,87	n.d.	1,77	0,31	0,85	n.d.	0,20
PR2026-6	0,13	0,08	n.d.	0,06	n.d.	0,20	1,76	2,39	n.d.	0,33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PR2026-7	0,07	0,09	n.d.	0,16	0,10	0,23	2,65	2,79	0,11	0,26	n.d.	0,08	n.d.	n.d.
PR2026-8	0,13	0,13	n.d.	0,67	0,60	0,30	2,89	3,01	n.d.	1,08	0,29	0,29	n.d.	n.d.
PR2026-9	0,12	0,07	n.d.	n.d.	n.d.	0,19	2,67	2,62	n.d.	0,30	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PR2026-10	0,09	0,09	n.d.	0,19	0,14	0,19	2,07	1,93	n.d.	0,27	n.d.	0,08	n.d.	n.d.
PR2026-11	0,17	0,13	n.d.	n.d.	n.d.	0,26	3,59	3,63	n.d.	0,36	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PR2026-12	0,08	0,07	n.d.	0,10	0,12	0,19	2,58	2,25	n.d.	0,17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PR2026-13	0,17	0,13	0,22	0,11	n.d.	0,10	0,69	0,80	n.d.	0,39	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PR2026-14	0,07	0,11	0,14	1,02	0,41	0,36	1,25	1,28	n.d.	0,93	0,13	0,46	0,09	n.d.
PR2026-15	0,13	0,17	0,19	2,35	0,94	0,39	1,02	0,99	n.d.	1,74	0,28	0,79	0,14	n.d.
PR2026-16	0,11	0,09	n.d.	0,39	0,17	0,25	2,36	2,67	0,07	1,03	n.d.	0,21	n.d.	n.d.
PR2026-17	n.d.	0,12	n.d.	1,45	1,81	0,21	1,54	1,23	n.d.	2,80	1,32	0,20	0,05	n.d.
PR2026-18	n.d.	0,31	0,16	2,73	1,60	0,52	0,73	0,67	n.d.	2,44	0,50	1,15	0,07	n.d.
PR2026-19	0,09	0,08	n.d.	0,28	0,12	0,22	2,10	2,08	0,06	0,36	n.d.	0,17	n.d.	n.d.
PR2026-20	0,08	0,09	n.d.	0,51	0,18	0,27	1,90	1,99	0,10	0,60	0,07	0,32	n.d.	n.d.
povprečje	0,12	0,13	0,17	0,87	0,55	0,29	1,96	1,99	0,09	0,92	0,34	0,43	0,08	0,20
min	0,07	0,07	0,14	0,06	0,10	0,10	0,69	0,67	0,06	0,17	0,07	0,08	0,05	0,20
maks	0,19	0,31	0,22	2,73	1,81	0,61	3,59	3,63	0,11	2,80	1,32	1,15	0,14	0,20

n.d.: pod mejo detekcije

4.5 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

Berretta, A. A, Duarte Silveira, M. A., Córdor Capcha, M., De Jong, D. (2020): Propolis and its potential against SARS-CoV-2 infection mechanisms and covid-19 disease. *Biomedicine & Pharmacotherapy*

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

Debelak, A., Janžekovič, A., Ratajc, U., Samec, T. 2023, Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov za leto 2023. Lukovica: Čebelarstva zveza Slovenije: 71-88

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, Čebelarstva 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.

Kandolf Borovšak A., Lilek N., Samec T., Bertoncej J., Korošec M., Klemenčič Štrukelj, N. 2019. Končno poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov ter vpliv postopkov obdelave in shranjevanja cvetnega prahu na njegovo kemijsko in mikrobiološko sestavo, Čebelarska zveza Slovenije: 98-116

Kandolf Borovšak A., Kozmus P., Lilek N., Samec T., Bertoncej J., Korošec M., Debelak A., Janžekovič A. 2022. Končno poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov : v skladu z Uredbo o izvajanju programa ukrepov na področju čebelarstva v Republiki Sloveniji v letih 2020-2022, Čebelarska zveza Slovenije: 84-106

Kandolf Borovšak A., Lilek, N., Samec, T. Bertoncej, J., Korošec, M. 2020. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov. Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije: 57-71

Kandolf Borovšak A., Lilek, N., Samec, T. Bertoncej, J., Korošec, M. 2021. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov. Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije: 65-82

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

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

Martinello M. in Mutinelli F. 2021. Antioxidants activity in bee products: a review. *Antioxidants*, 10: 71 doi:10.3390/antiox10010071

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

Osés S., Marcos P., Azofra P., de Pablo A., Fernández- Muíño M. Á., Sancho T. 2020. Phenolic profile, antioxidant capacities and enzymatic inhibitory activities of propolis from different geographical areas: needs for analytical harmonization. *Antioxidants*, 9: 75 doi:10.3390/antiox90010075

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

Ratajc, U., Debelak, A., Golob, S., Samec, T. 2024, Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov za leto 2024. Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije: 74-91

Ratajc, U., Debelak, A., Golob, S., Samec, T., Nečemer, M. 2025, Končno poročilo aplikativne raziskave: Karakterizacija čebeljih pridelkov za obdobje 2023–2025. Čebelarska zveza Slovenije.

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

Šuran J., Ceganec I., Mašek T., Radić B., Tlak Gajger I., Vlanić J. 2021. Propolis extract and its bioactive compounds-from traditional to modern extraction technologies. *Molecules*, 26: 2930 doi: 10.3390/molecules26102930

Zulhedrin F., Chandrasekaran K., Kowacz M., Ravalia M., Kripal K., Fearnley J., Perera C. O. 2021. Antiviral, antibacterial, antifungal, and antiparasitic properties of propolis: a review. *Foods*, 10:1360 doi:10.3390/foods10061360

5 ČEBELJI STRUP

5.1 PREGLED OBJAV O ČEBELJEM STRUPU

5.1.1 Izvor čebeljega strupa

Čebelji strup je izloček strupne žleze čebel delavk. Čebele ga pri piku vbrizgajo s pomočjo žela. Poleg strupne žleze in žela, želni aparat sestavlja tudi strupni mešiček, strupna črpalka in podporno mišičevje. Želo se pri medonosnih čebelah nahaja znotraj 7. zadkovega obročka, razvilo pa se je iz leglice za odlaganje jajčec, kot preobrazba 8. in 9. zadkovega obročka. Čebela se izleže brez strupa v strupnem mešičku, v nadaljevanju njenega življenja pa se količina v strupnem mešičku povečuje približno do starosti 15 – 20 dni. Pri čebeli v tej starosti je v strupnem mešičku prisotno okrog 0,3 mg strupa. Ob vbodu v prožno površino, kot je na primer človeška koža, se želo zaradi majhnih kaveljcev vanjo zatakne. Čebela posledično želo iztrga iz zadka in ga pusti v koži. V tem primeru živčni dražljaji in mišičevje v želu še vedno delujejo kar se kaže v periodičnem pomikanju žela vedno globlje v kožo in periodičnem vbrizgavanju vsebine strupnega mešička v kožo. V takšnem primeru se strupni mešiček v celoti izprazni. Čebela pa po tovrstnem piku v nekaj urah umre. Pri pridobivanju čebeljega strupa s sodobnimi napravami, pa se mešiček izprazni za okrog 1/3 vsebine kar pomeni da običajno vsaka čebela na plošči pusti okrog 0,1 mg čebeljega strupa (Slovensko čebelarstvo..., 2011; Borko, 2012).

5.1.2 Sestava in lastnosti čebeljega strupa

Čebelji strup čebele delavke proizvajajo v strupni žlezi, ter ga shranjujejo v strupnem mešičku ki se nahaja na želnem aparatu. Čebelji strup je brezbarvna tekočina, neprijetnega grenkega okusa. Je nekoliko kisel, saj njegov pH znaša med 4,5 in 5,5. Vsebuje med 65 in 70 % vode, suho snov pa predstavljajo predvsem beljakovine, peptidi, fiziološko aktivni amini, sladkorji, fosfolipidi, encimi in alfa-aminokisline. Pri 25° C se čebelji strup posuši v 20 minutah.

Suh čebelji strup je fin prah od bele, umazano bele, do sivkaste barve. Suh čebelji strup ima dražeč specifičen vonj ter grenak do kiselkast okus. Topen je v vodi in kislinah, v alkoholu pa se ne topi, ga pa alkohol nevtralizira. Čebelji strup v prahu je izredno fin prah z majhno specifično gostoto, zato se lahko že ob manjšem prepihu dvigne v zrak, kjer ob stiku, draži sluznico ust, dihal in oči (Pušnik, 2014; Slovensko čebelarstvo ..., 2011).

Pomembnejše snovi, ki sestavljajo čebelji strup so:

- Fosfolipaza A je encim, ki je v strupu prisoten v 14%, lahko razgrajuje fosfolipide, poleg tega pa preprečuje tudi strjevanje krvi in ima lahko škodljive učinke na telo.
- Hialuronidaza je v strupu zastopana v 2-3 %. S svojim delovanjem razgrajuje hialuronsko kislino in tako pripomore k širjenju strupa v telo.
- Alfa glikozidaza je v čebeljem strupu prisotna v 1% in ima lastnost razgrajevanja glikozidov v cvetnem prahu, mani in nektarju.

- Apamin, ki je sestavljen iz 18 aminokislin in je v čebeljem strupu prisoten v 3 %. Povečuje krvni pritisk ter spodbuja izločanje nadležičnih hormonov v telesu.
- Lizofosfolipaza, imenovana tudi fosfolipaza B, je v čebeljem strupu prisotna v manj kot 1 % in nevtralizira toksično delovanje fosfolipaze A in lizolecitina.
- MSD peptid vsebuje 22 aminokislin in je v čebeljem strupu zastopan v cca 2% skupne suhe snovi. Deluje protivnetno in povečuje kapilarno permabilnost. Lizira granule mastocitov, posledično pa ti izločajo histamin, serotonin, heparin in homotripsiin.
- Adolipin vsebuje 103 aminokislino in ima protibolečinsko in protivnetno lastnost.
- Histamin je nezaželen alergen in je v čebeljem strupu zastopan v do 1 % suhe snovi.
- Noradrenalin je v čebeljem strupu prisoten v okrog 2 %. Je stresni hormon, ki vpliva na povečano frekvenco bitja srca.
- Melitin predstavlja okrog 50 % vse suhe snovi v čebeljem strupu. Količina melitina se lahko od vzorca do vzorca spreminja in je tudi pokazatelj oz. merilo kakovosti čebeljega strupa. Melitin ima številne pozitivne učinke na telo med katerimi so tudi spodbujanje izločanja nadležičnih hormonov, spodbujanje prepuščnosti kapilar in zmanjševanje krvnega tlaka. Melitin zmanjšuje tudi možnosti za nastanek in rast tumorjev in zaščitno deluje proti sevanju (Pušnik 2014; Pušnik , 2016; Slovensko čebelarstvo....2011; Stepanovič, 2016).

5.1.3 Uporaba čebeljega strupa

Čebelji strup čebele uporabljajo za obrambo svojega bivališča in zalog hrane pred vsiljivci. Ljudje smo že zgodaj odkrili tudi koristne snovi čebeljega strupa, zato so ga v svetu uporabljali in ga še uporabljamo tudi v humani medicini, tradicionalni medicini, apiterapiji in apiakupunkturi (Slovensko čebelarstvo..., 2011).

Pri uporabi čebeljega strupa lahko pride do nekaterih zapletov, ki se lahko v primeru nepravilnega ali nepravočasnega ukrepanja končajo tudi s smrtjo. Razlog za to je lahko alergijska reakcija na čebelji strup, do katere pride zaradi reakcije na sestavino strupa imenovano hialuronidaza. Reakcija nastane pri ljudeh, ki imajo v krvi imonoglobulin E. Razlog za zaplete je lahko tudi prevelika oziroma smrtna doza čebeljega strupa. Ta za odraslega človeka znaša okrog 2,8 mg na kg telesne teže. Za odraslega človeka to predstavlja okrog 600 pikov čebel. Do zapletov lahko pride tudi v primeru, da čebelji pik v predelu vratu, ust, ustne votline ali grla povzroči lokalno oteklino, ki onemogoči prehod zraka po dihalnih poteh (Pušnik, 2016; Slovensko čebelarstvo....2011).

Čebelji strup ima ob pravilni uporabi številne pozitivne učinke na človeško telo. Med drugim čebelji strup krepi srčno mišico, deluje regenerativno na tkiva, deluje protivnetno, analgetično in protikancerogeno, nekateri avtorji pa poročajo tudi o bakteristatičnem in baktericidnem delovanju čebeljega strupa, delovanju čebeljega strupa proti virusu HIV ter o zaščiti telesa pred vplivi radioaktivnega sevanja.

Čebelji strup se lahko uporablja oziroma uvaja v telo na več načinov:

- neposredni pik čebel, ki se izvaja neposredno z živimi čebelami in njihovim želom;
- vbrizgavanje standardiziranega, prečiščenega čebeljega strupa raztopljenega v mediju;
- elektroforeza čebeljega strupa;
- kopel s standardnim liofiliziranim čebeljim trupom;
- uvajanje v telo s pomočjo ultrazvoka;
- vtiranje čebeljega strupa v kožo v obliki mazil in krem.

Pri vseh načinih uporabe se pred terapijo priporoča opraviti test na alergijsko reakcijo na čebelji strup (Kulić, 2017; Pušnik, 2014; Radivojac, 2010; Stepanović, 2013).

5.1.4 Pridobivanje čebeljega strupa

Pri sodobnem pridobivanju čebeljega strupa se le ta pridobiva z napravami za pridobivanje čebeljega strupa. Tovrstne naprave so sestavljene iz ohišja, na katerega so vzporedno pritrjene kovinske žice, iz elektronskega dela, ki na podlagi napajanja ustvarja šibke električne impulze in iz steklene plošče, na kateri se čebelji strup zbere in posuši. Večina naprav, ki so trenutno na trgu, deluje na podoben način, razlikujejo se le v nekaterih parametrih, kot so velikost in oblika steklene plošče in ohišja, vir napajanja (baterije, akumulatorji, električno omrežje), jakost impulzov, frekvenca impulzov (čas trajanja dražljaja in čas prekinitve), število pobiralnih plošč na posamezni napravi, kakovost materialov in cena. Prednost pri pobiranju predstavljajo naprave, ki so preproste in hitre za uporabo. Iz cenovnega in časovnega vidika je v večini primerov za uporabnika ugodneje, če ja na eni napravi (elektronika in vir napajanja) možno uporabljati več pobiralnih plošč naenkrat in tako v enakem času pridobivati čebelji strup v več panjih. Pridobivanje čebeljega strupa se običajno prične s pričetkom aktivne pašne sezone v mesecu maju, zaključi pa se ob koncu pašne sezone, oziroma najkasneje do časa, ko so v panju že prisotne dolgožive zimske čebele. Odsvetuje se pridobivanje čebeljega strupa v času intenzivnih čebeljih paš, v brezpašnem obdobju in pridobivanje pri šibkih čebeljih družinah. Za pridobivanje čebeljega strupa izberemo le močne čebelje družine z velikim številom čebel delavk. Priporočljivo je, da imajo čebele dovolj zalog cvetnega prahu. Čebelje družine naj bodo zdrave, s prisotno matico ter z veliko zalege. Čebelje družine naj bodo tekom pridobivanja čebeljega strupa pravilno oskrbovane, ter naj imajo zadostne zaloge hrane (vsaj 7 kg). V kolikor se stanje družin poslabša, je potrebno s pridobivanjem strupa prenehati in stanje v družinah sanirati (Borko, 2012; Golob, 2020; Plut; Pušnik, 2016; Radivojac, 2010; Slovensko čebelarstvo..., 2011; Golob in sod., 2022).

V raziskavi Optimizacija tehnologije pridelave strupa (Golob in sod., 2022) je bilo ugotovljeno, da je bil večji pridelek čebeljega strupa v LR panjih napram AŽ panjem, ter da je glede na količino in kvaliteto čebeljega strupa, ter agresivnost čebel v času pridobivanja strupa, bolj priporočljivo pridobivanje strupa v notranjosti panja. Pri LR panju se je v omenjeni raziskavi najboljše obneslo pridobivanje nad zgornjo naklado, pri AŽ panjih pa pridobivanje za sati na

mestu notranjih mrežastih vratc. Količine pridelanega strupa so bile večje ali primerljive s pridobivanjem na žrelu panja, kvaliteta strupa je bila občutno večja, manjša pa je bila tudi agresija čebel v okolici čebeljih panjev.

5.1.5 Kvaliteta čebeljega strupa

Svež čebelji strup je brezbarvna tekočina, neprijetnega grenkega okusa. Njegov pH znaša med 4,5 in 5,5. Čebelji strup vsebuje med 65 in 70 % vode, suho snov pa predstavljajo predvsem beljakovine in peptide, v manjši meri pa so zastopani tudi fiziološko aktivni amini, sladkorji, fosfolipidi, encimi in alfa-aminokisline. Čebelji strup se razmeroma hitro posuši (pri 25° C v 20 minutah), pri tem se mu zmanjša delež vode ter delež hlapljivih snovi (kompleksih etrov), njegova biološka aktivnost pa ostane razmeroma nespremenjena.

Suh čebelji strup je fin prah bele, umazano bele, do sivkaste barve. Ima dražeč specifičen vonj ter grenak do kiselkast okus (Pušnik, 2014; Slovensko čebelarstvo ..., 2011; Bogdanov, 2016). Bogdanov (2016) in Flanjak (2021) navajata da so v posušenem čebeljem strupu pogosto prisotne tudi druge primesi in nečistoče, kot so nektar, delci cvetnega prahu, čebelji iztrebki in panjski drobir. Večji delci so v pridobljenem prahu vidni, manjši delci in različne primesi pa posušenem čebeljem strupu dajejo neznačilno barvo. Namesto bele oziroma sivkaste barve je pridelan strup rumenkaste in rjavkaste barve, kar zmanjšuje njegovo kvaliteto. Onesnaženju strupa z omenjenimi nečistočami se je potrebno pri pridobivanju čim bolj izogniti. Ker je pri pridobivanju strupa na žrelu panja večja možnost za vnos nečistoč, je možno prisotnost le teh zmanjšati s pridobivanjem strupa v notranjosti panja.

Bogdanov (2013) v nadaljevanju navaja, da se kvaliteta čebeljega strupa lahko zmanjša tudi zaradi nepravilnega skladiščenja. Oksidacija določenih snovi v čebeljem strupu namreč spremeni njegovo barvo v rumeno rjavkasto ter zmanjša učinkovitost delovanja čebeljega strupa. Najboljša oblika za ohranitev kvalitete strupa je liofilizacija le tega, v kolikor je strup zaščiten pred vlago in oksidacijo pa je lahko skladiščen tudi 5 let ali več. Kljub temu da pri tem ne izgubi svoje toksičnosti pa se s časom zmanjša njegova učinkovitost pri uporabi v apiterapiji.

Pušnik (2016) navaja, da je kvaliteta čebeljega strupa povezana tudi z vsebnostjo melitina. Gre za peptid, ki ima številne pozitivne učinke na telo, med katerimi so tudi spodbujanje izločanja nadledvičnih hormonov, spodbujanje prepuščnosti kapilar in zmanjševanje krvnega tlaka. Melitin zmanjšuje tudi možnosti za nastanek in rast tumorjev in zaščitno deluje proti sevanju. Količina melitina se lahko od vzorca do vzorca spreminja, tako Pušnik (2016) navaja, da je vsebnost melitina v strupu okrog 50 %, Bogdanov (2016) govori o vsebnosti med 50 % in 60 %, Rybak in sod. (2004) o vsebnosti med 61 % in 70 %, Kokot in Matyasik (2009) o vsebnosti med 30,29 % in 63,28 %, Inonete in sod. (2013) pa o vsebnosti med 27,66 % in 64,22 %. Flanjak in sod. (2021) v raziskavi ugotavljajo, da vsebnost melitina predstavlja med 51,66 % in 69,5 %, ter da ni statistično značilnih razlik med vsebnostjo melitina v strupu pridelanem na žrelu panja

in strupu pridelanem v notranjosti panja. Je pa v primeru njihove raziskave razpon v vsebnosti melitina v strupu pridelanem na žrelu panja večji (51,66 %- 69,5 %) kot pri strupu pridelanem v notranjosti panja (58,03 % - 66,63 %). Večji razpon bi bil po njihovem mnenju lahko posledica prisotnosti nečistoč, ki so pri pridobivanju na žrelu panja pogostejše.

5.2 MATERIAL IN METODE

5.2.1 Načrt zbiranja vzorcev

V raziskavo smo v letu 2026 vključili 6 vzorcev čebeljega strupa slovenskega porekla, pridelanih v letu 2025 in 2026 (Preglednica 22, Slika 11).

Preglednica 24: Seznam vzorcev čebeljega strupa, analiziranega v letu 2026

Št. vzorca	Statistična regija	Letnik pridelave
K. Č. STRUP 26-1	podravska	2026
K. Č. STRUP 26-2	savinjska	2026
K. Č. STRUP 26-3	savinjska	2026
K. Č. STRUP 26-4	pomurska	2026
K. Č. STRUP 26-5	pomurska	2025
K. Č. STRUP 26-6	pomurska	2025

Posamezne vzorce čebeljega strupa smo pregledali in stehtali, da smo preverili, če ustrezajo teži, potrebni za analiziranje (≥ 1 g).

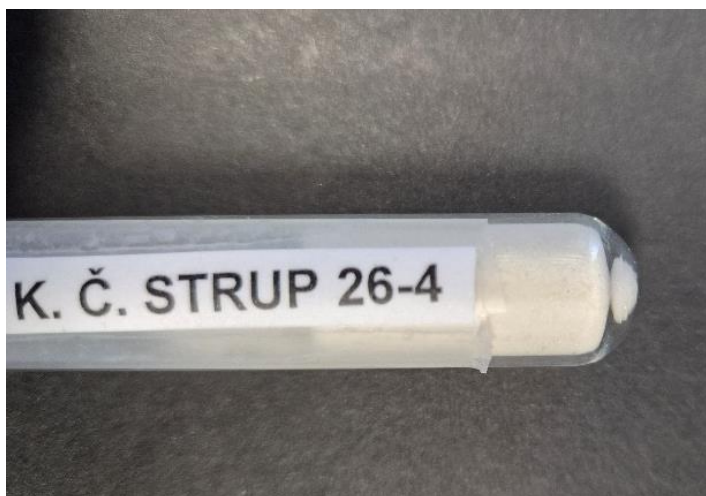


Slika 11: Vzorca čebeljega strupa pridelani v letu 2025 (levo) in v letu 2026 (desno).

5.2.2 Analiza čebeljega strupa

Ena izmed pomembnejših sestavin čebeljega strupa je melitin. V raziskavi so bili opravljene analize vsebnosti melitina, vsebnosti surovih beljakovin in vsebnosti suhe snovi. Pred analizo smo vzorce tudi vizualno pregledali in jih ocenili glede na prisotnost večjih delcev nečistoč in glede na barvo čebeljega strupa. Ocena je bila opravljena vizualno in ovrednotena z oceno 1-4 za posamezni parameter (prisotnost večjih delcev nečistoč; barva). Zaradi lažjega prikaza na grafih smo ocenjevali drugače kot preteklo leto in sicer na način da 4 pomeni najboljšo oceno (Slika 12), 1 pa najslabšo oceno (Slika 13). Pri ocenjevanju prisotnosti večjih delcev nečistoč 4 tako pomeni, da je delcev nečistoč malo, 1 pa da jih je veliko. Pri ocenjevanju barve ocena 4

pomeni zelo belo barvo brez prisotnosti temnejših odtenkov, 1 pa rjavo barvo, ki nakazuje na veliko primesi v vzorcu čebeljega strupa.



Slika 12: Vzorec zelo čistega, dobro ocenjenega čebeljega strupa.



Slika 13: Vzorec slabo ocenjenega čebeljega strupa z zelo rjavo barvo.

Analize čebeljega strupa na melitin, skupne beljakovine in suho snov so za potrebe raziskave opravili podizvajalci Nastavni zavod za javno zdravstvo dr. Andrija Stampar iz Zagreba. Za ugotavljanje deleža melitina v vzorcu čebeljega strupa se je uporabila naprava HPLC in metoda SOP- 157-053. Za ugotavljanje deleža skupnih beljakovin v vzorcih čebeljega strupa se je uporabila titrimetrija in metoda HRN ISO 187:2017 in HRN ISO937: 1999. Za ugotavljanje deleža suhe snovi se je uporabila gravimetrija in metoda SOP – 98- 054.

Stanje prejetih vzorcev je razvidno iz fotografij v Preglednici 25, na katerih je jasno vidna tudi barva in čistost čebeljega strupa.

5.3 REZULTATI Z RAZPRAVO

5.3.1 Analiza sestave čebeljega strupa in ocena čistosti

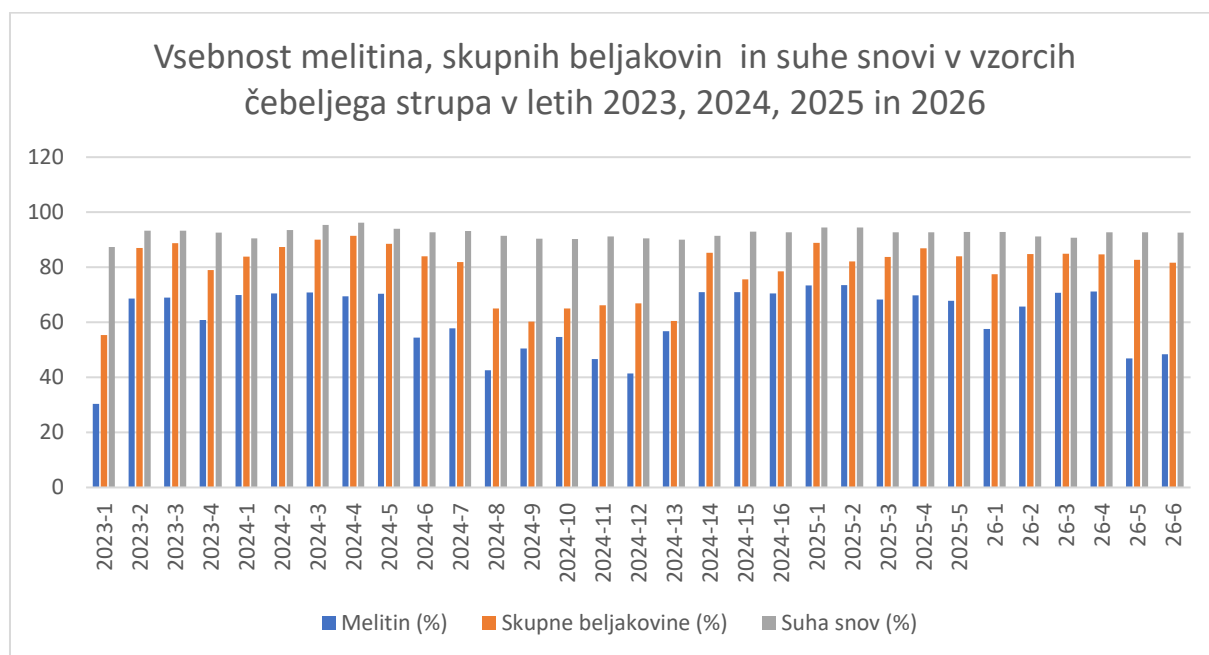
Zbrani vzorci čebeljega strupa so bili različnih barv in različnega izgleda . Pri delu vzorcev je prevladovala izrazita bela barva, pri delu vzorcev (26-5 in 26-6) pa so bili prisotni odtenku rjave barve, ki nakazuje na onesnaženje strupa z nečistočami, lahko pa tudi na oksidacijo samega vzorca.

Povprečna vsebnost skupnih beljakovin v vzorcih čebeljega strupa v letu 2026 je znašala 82,7 % in se je gibala med 77,5 % in 84,9 % (Preglednica 23). Razlike med vzorci so bile manjše pri vsebnosti suhe snovi, katere je bil v povprečju v vzorcih 92,1 %.

Preglednica 25: Vsebnost melitina, skupnih beljakovin in suhe snovi v vzorcih čebeljega strupa v letu 2026.

Številka vzorca	Ocena čistosti vzorca- prisotnost nečistoč (1-4)	Ocena čistosti vzorca- barva (1-4)	Vsebnost melitina (%)	Vsebnost skupnih beljakovin (%)	Vsebnost suhe snovi (%)
K. Č. STRUP 26-1	4	2	57,6	77,5	92,78
K. Č. STRUP 26-2	4	4	65,7	84,82	91,15
K. Č. STRUP 26-3	4	4	70,7	84,94	90,75
K. Č. STRUP 26-4	4	4	71,2	84,66	92,68
K. Č. STRUP 26-5	4	1	46,9	82,66	92,7
K. Č. STRUP 26-6	4	1	48,4	81,69	92,61
Povprečje	4	2,7	60,1	82,71	92,11
SD	0	1,5	10,8	2,88	0,91
MIN	4	1	46,9	77,50	90,75
MAX	4	4	71,2	84,94	92,78

Povprečna vsebnost melitna v vzorcih čebeljega strupa zbranega v letu 2026 je znašala 60,1%. Najmanj melitina (46,9 %) je vseboval vzorec 26-5, sledil mu je vzorec 26-6 (48,4 %). Največ melitina (71,2 %) je vseboval vzorec 26-4. Oba vzorca z najmanj melitina sta bila pridelana v letu 2025 in sta od istega čebelarja. Vse ostale vzorce so pridobili različni čebelarji v letu 2026. Pri polovici vzorcev (3) je bila vsebnost melitina večja od 60 % in se je gibala med 65,7 % in 71,2 %.



Slika 14: Vsebnost melitina, skupnih beljakovin in suhe snovi v vzorcih čebeljega strupa v letih 2023, 2024, 2025 in 2026

Preglednica 26: Skupna vrednost vseh analiz sestave čebeljega strupa in ocene čistosti v vzorcih čebeljega strupa od 2023 do 2026.

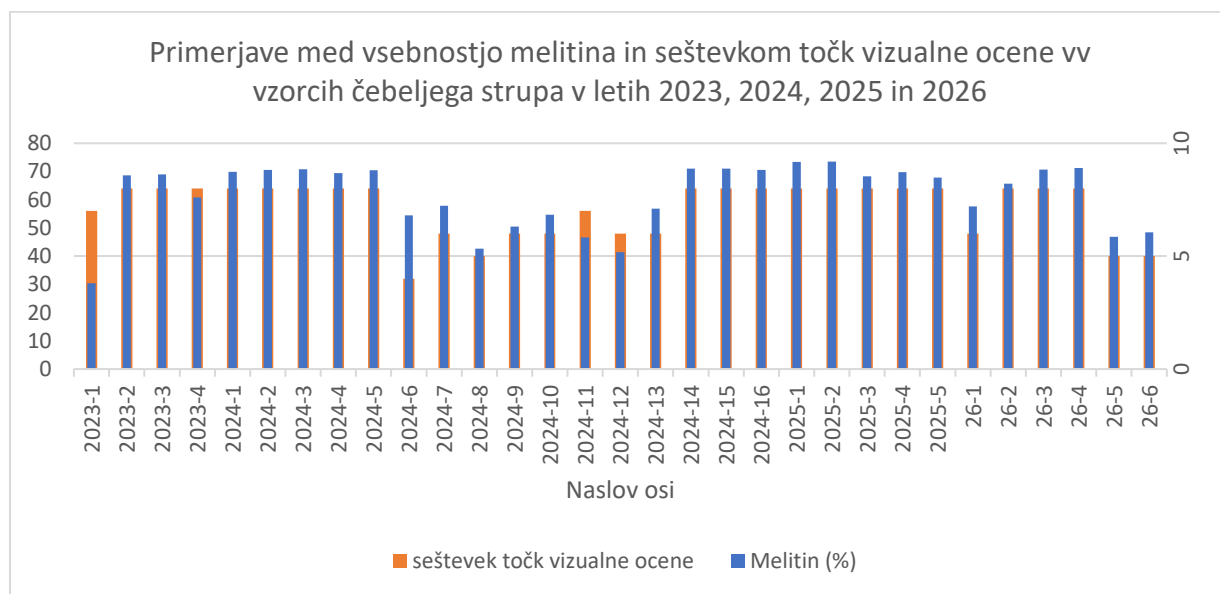
	Ocena čistosti vzorca-prisotnost nečistoč (1-4)	Ocena čistosti vzorca-barva (1-4)	Vsebnost melitina (%)	Vsebnost skupnih beljakovin (%)	Vsebnost suhe snovi (%)
Povprečje	3,81	3,32	61,63	79,43	92,34
SD	0,44	0,82	11,88	10,93	1,92
MIN	3,00	1,00	30,40	55,38	87,34
MAX	4,00	4,00	73,50	91,44	96,25

Spremljane vrednosti (melitin, suha snov, skupne beljakovine, ocena čistosti in ocena barve) se glede na podatke iz slike 14 in Preglednice 24 za leto 2026 ne razlikujejo veliko od podatkov pridobljenih v preteklih letih.



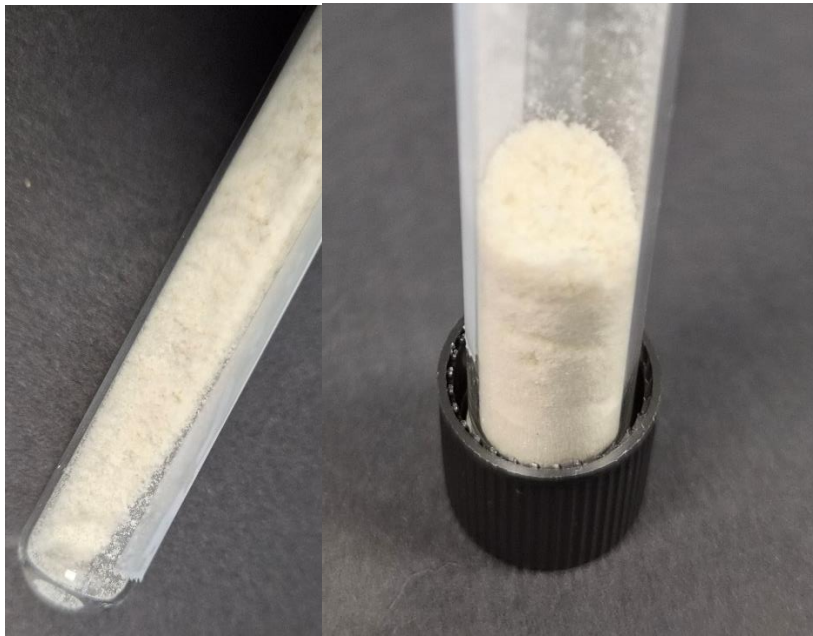
Slika 15: Primerjava različnih barv čebeljega strupa.

Z najboljšo oceno za vizualni izgled so bili v letu 2026 ocenjeni vzorci št 26-2, 26-3, 26-4, ki so glede na oceno dobili vse možne točke. Slabše so bili ocenjeni vorci 26-1, najslabše pa 26-5 in 26-6.



Slika 16: Primerjave med vsebnostjo melitina in seštevkom točk vizualne ocene.

Iz slike 16 in preglednice 25 je razbrati, da so imeli tudi vzorci, ki so bili vizualno najbolj ocenjeni tudi največji delež melitina. Podobno stanje smo ugotovili tudi v preteklih letih raziskave.



Slika 17: Vizualno dobro ocenjen vzorec čebeljega strupa (26-4).



Slika 18: Primerjava vseh vzorcev čebeljega strupa v programskem letu 2026.

5.4 ZAKLJUČEK

Izgled in sestava čebeljega strupa se med posameznimi vzorci razlikuje. V barvi so vzorci variirali od povsem bele barve, brez nečistoč in primesi, do rjave barve.

Glede na sestavo čebeljega strupa so najmanjše razlike pri vzorcih v deležu suhe snovi čebeljega strupa, ki v letu 2026 v povprečju znaša 92,28 %. To sovпада z navedbami Pušnika (2014) in Bogdanova (2016), ki navajata da se čebelji strup po pridobivanju razmeroma hitro posuši in izgubi večji del vode.

Povprečna vsebnost skupnih beljakovin v vzorcih čebeljega strupa v letu 2026 je znašala 82,7% in je bila nekoliko višja kot povprečje preteklih let.

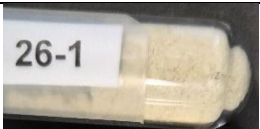
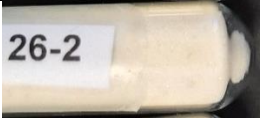
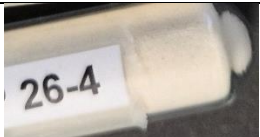
Vsebnost melitina se med posameznimi analiziranimi vzorci močno razlikuje, v povprečju je bilo melitina v vzorcih čebeljega strupa zbranega v letu 2026 60,1 % kar skoraj sovпада s povprečjem preteklih let ki je 61,6 %. Razpon v vsebnosti melitina sovпада s trditvami Pušnika in drugih avtorjev, ki navajajo, da je lahko delež melitina med vzorci različen. Ponovno je imela polovica vzorcev je imela vsebnost melitina večjo od 60 %. Vzorec z največ melitina je imel 71,2 %. To je več kot navajajo avtorji v drugih raziskavah, še najbolj pa se tem vrednostim približajo Rybak in sod. (2004), ki pišejo o vrednostih med melitina med 61 % in 70% ter Flanjak in sod. (2021), ki navajajo vrednosti med 51,66 in 69,5 % melitina. Iz pridobljenih podatkov lahko tudi v letu 2026 sklepamo da slovenski čebelji strup dosega visoko kvaliteto in visok delež melitina. Kljub temu pa so ponovno nekateri vzorci slabše vizualno ocenjeni in z manjšo vsebnostjo melitina. To bi pripisali predvsem nepravilnem shranjevanju strupa, saj je glede na videz le ta verjetno oksidiral.

Polovico vzorcev (3) zajetih v raziskavo je dobilo vse točke za vizualno oceno barve in vsebnosti nečistoč. Ti vzorci so imeli tudi največji delež melitina. Vzorci s slabšo oceno za barvo in prisotnost nečistoč pa so vsebovali manj melitina. Tudi v letošnjem letu se je tako pokazala pozitivna korelacija med ocenami za izgled strupa in vsebnostjo melitina.

V letošnjem letu smo v raziskavo vključili šest vzorcev, od tega tri iz pomurske regije, dva vzorca iz savinjske regije in en vzorec iz podravske regije. Vzorci so bili od petih čebelarjev. Glede na rezultate in pretekle raziskave na področju čebeljega strupa je sestava čebeljega strupa in njegova kvaliteta odvisna predvsem od načina pridelave (izbira in pozicija naprav, čas pridobivanja,...) in načina shranjevanja, torej od samega dela čebelarja. Tudi pri letošnji raziskavi se je pokazalo, da so vzorci istega čebelarja v večini primerov dobili podobne ocene za izgled in imeli podobno sestavo. Oboje je tako odvisno predvsem od prej omenjenih faktorjev in ne od območja oziroma statistične regije, v kateri se čebelnjaki nahajajo.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

Preglednica 27: Rezultati analize sestave vzorcev čebeljega strupa in ocene čistosti za vzorce analizirane v letu 2026.

Št. vzorca	Ocena čistosti (1 - najslabša, 4 - najboljša)	Ocena barve (1 - najslabša, 4 - najboljša)	LOT	Vsebnost melitina (%)	Skupne beljakovine (%)	Suha snov (%)	Fotografija vzorca
26-1	4	2	2026-1	57,6	77,5	92,78	
26-2	4	4	2026-1	65,7	84,82	91,15	
26-3	4	4	2026-1	70,7	84,94	90,75	
26-4	4	4	2026-1	71,2	84,66	92,68	
26-5	4	1	2025/1	46,9	82,66	92,7	
26-6	4	1	2025/2	48,4	81,69	92,61	

5.5 VIRI

- Bogdanov S. 2016. The bee venom book; Bee Product Science, www.bee-hexagon.net, April 2016
- Flanjak I., Kovačić M., Primorac L., Soldić A., Puškadija Z., Bilić Rajs B. 2021. Comparison of the quantity and quality of honey bee venom collected in the front and inside of the hive. *Journal of Apicultural Research*, 63, 3: 584-589
- Golob S. 2020. Čebelji strup in njegovo pridobivanje. *Slovenski čebelar*, 2020, 7-8: 202-203
- Golob S., Kozmus P., Kandolf Borovšak A. 2022. Končno poročilo aplikativne raziskave Optimizacija tehnologije pridelave strupa, Čebelarska zveza Slovenije, Lukovica, 92 str.
- Kokot, Z. J., Matysiak, J. 2009. Simultaneous determination of major constituents of honeybee venom by LCDAD. *Chromatographia*, 69, 11-12: 1401–1405. <https://doi.org/10.1365/s10337-009-1052-9>
- Kulić V. 2017. Pčele nas hrane i leče. Novi sad, samozaložba: 127 str.
- Plut S. Čebelji strup. Čebelji pridelki. Čebelarska zveza Slovenije
<http://www.czs.si/content/C25> (30.8.2020)
- Pušnik V. 2014. Apimedicina 4, Čebelji strup. Maribor, Čebelarski center:, 40 str.
- Pušnik V. 2016. Apiterapija. Ljubljana, ČZD kmečki glas d.o.o: 124 str
- Pušnik V. 2020. Apiterapevtski nasveti. Maribor, ČZD Maribor: 256 str.
- Radivojac R. 2010. Čebelji strup- čudežno zdravilo. *Pčelar*, št. 4
- Rybak, M; Muszynska, J; Skubida, P., Marcinkowski, J. 1995. A technology for bee venom collection *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*. 39, S: 223-231.
- Rybak-Chmielewska, H., Szczepaniak, T. 2004. HPLC study of chemical composition of honeybee (*Apis mellifera* L.) venom. *Journal of Apicultural Science*, 48: 103–109
- Slovensko Čebelarstvo v tretje tisočletje 1. 2008. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 439 str.

Slovensko Čebelarstvo v tretje tisočletje 2. 2011. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 512 str.

Stepanović Ž in sod. 2013. Darovi medonosne pčele: Apiterapevtski pristup. Beograd: Graficom-uno., 566 str.

6 MED

6.1 PREGLED OBJAV O MEDU

Med je viskozna naravna sladka snov, ki jo iz nektarja ali mane proizvajajo medonosne čebele. Sestavljen je pretežno iz sladkorjev in vode, v majhnih količinah pa vsebuje tudi aminokisline in beljakovine, proste kisline, encime, minerale, vitamine, aromatske snovi in barvila (Božnar 2011; Ogwu in Izah, 2025). Med je odličen vir energije, 100 g medu ima okrog 1283 kJ (306 kcal) energije (Bogdanov in sod., 2009). Glavni sestavini medu sta enostavna sladkorja fruktoza in glukoza, ki jih človeški organizem lahko takoj porabi. Količina proteinov, vitaminov in mineralov v medu je sicer majhna in ne zadosti dnevnim potrebam, kljub temu pa lahko z njim nadomestimo sladkor, saj je ravno zaradi teh sestavin zdrav za uživanje.

6.1.1 PROTIMIKROBNA AKTIVNOST MEDU

Med je učinkovito sredstvo proti oksidacijskim procesom v živilih, npr. proti oksidaciji lipidov v medu in proti encimskemu rjavenju sadja in zelenjave. Uporabimo ga lahko kot konzervans za živila, pri čemer živilom poveča tudi hranilno vrednost, uporaben pa je tudi v preventivne in terapevtske namene. V medicini se uporablja tudi zaradi njegovih protimikrobnih lastnosti. Na med je občutljivih več bakterij med njimi: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Paenibacillus larvae*, nekateri iz rodu *Streptococcus* spp., *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Proteus* spp. pa tudi nekatere glive (*Candida albicans*), kvasovke, virusi (*Rubella virus*, *Herpes virus*) in paraziti (*Leishmania*, gliste *Caenorhabditis elegans*). Ima tako bakteriohistatični kot baktericidni učinek (De Melo in sod., 2017).

Prve objave o protimikrobni aktivnosti medu segajo v leto 1982. Pogosto se protimikrobna aktivnost posamezne vrste medu primerja s protimikrobno aktivnostjo medu manuke, ki slovi kot ena izmed bolj protimikrobno učinkovitih vrst. Obstajata dve vrsti protimikrobne aktivnosti medu. Ena izmed njih je občutljiva na svetlobo in toploto, njen izvor je v vodikovem peroksidu, tista, ki ni posledica delovanja vodikovega peroksida, pa je verjetno pomembnejša. Ta ni občutljiva na svetlobo in toploto (Bogdanov, 1997). Protimikrobna aktivnost je odvisna od botaničnega in geografskega porekla medu, metabolizma čebel, okoljskih, sezonskih ter klimatskih pogojev, ki vplivajo na sestavo medu (De Melo in sod., 2017; Hossain in sod., 2021; Ogwu in Izah, 2025), kot tudi od časa pridobivanja medu in kasnejšega rokovanja z medom (Hossain in sod., 2021). Protimikrobno učinkovitost določa več dejavnikov, ki vključujejo predvsem vsebnost vodikovega peroksida, vsebnost fenolnih spojin in visoko koncentracijo sladkorjev, pa tudi prisotnost določenih drugih spojin, npr. čebelji defenzin-1 (Bucekova in sod., 2019; Ogwu in Izah, 2025).

Peroksidna protimikrobna aktivnost

Vodikov peroksid nastaja pri oksidaciji glukoze v nezrelem ali razredčenem medu. Pri tem je pomemben encim glukozna oksidaza, ki izvira iz čebeljih krmilnih žlez. Katalaza, ki je prav tako prisotna v medu, pa vodikov peroksid razgrajuje. Izvor katalaze je cvetni prah rastlin. Koncentracija vodikovega peroksida je torej odvisna od encimov glukoze oksidaze in katalaze. Več kot je glukoze oksidaze in manj kot je katalaze, več je vodikovega peroksida. Vir glukoze oksidaze je čebelja žleza, vir katalaze pa pelod rastlin, zato je protimikrobna učinkovitost odvisna tudi od vrste medu (Weston, 2000).

V zrelem medu je glukoza oksidaza neaktivna, vendar med vsebuje toliko vodikovega peroksida, da vseeno inhibira rast bakterij. Ko med pojemo ali razredčimo pa se peroksid tvori in deluje protimikrobno (Bogdanov, 1997).

Koncentracija vodikovega peroksida v razredčenem medu je v povprečju 1 mmol/L, za inhibicijo rasti bakterije *E. coli* je dovolj od 0,02 do 0,05 mmol/L vodikovega peroksida (Molan, 2001).

Možni viri neperoksidne protimikrobne učinkovitosti medu

Med ima nizek pH ter visoko osmolarnost, zato inhibira rast bakterij. Vsebuje malo vode in veliko sladkorjev, ki ustvarjajo protimikrobno aktivnost z osmotskim tlakom (Bogdanov, 1997; Molann, 2001; Ogwu in Izah, 2025).

Med naj bi vseboval tudi lizocime, ki so dobro znani protimikrobni agensi (Bogdanov, 1997), pomembni viri neperoksidne protimikrobne učinkovitosti medu so tudi metilglioksal in rojalizin (Kwakman in Zaat, 2012; Nolan in sod., 2019) ter čebelji defenzin-1 (Valachova in sod., 2016). Med manuke, ki je proizveden iz nektarja nabranega na grmovju *Leptospermum scoparium* (Myrtaceae), ki raste na Novi Zelandiji, vsebuje velike količine metilglioksala. Tudi nekatere druge vrste medu ga vsebujejo, vendar bistveno manj kot med manuke (Kwakman in Zaat, 2012; Nolan in sod., 2019). V medu nastane s staranjem iz dihidroacetona, ki je prisoten v nektarju omenjene rastline (Kwakman in Zaat, 2012) in naj bi učinkoval celo proti virusu gripe (De Melo in sod., 2017). Rojalizin je peptid, ki ga proizvajajo čebele v krmilnih žlezah in ima močno aktivnost proti gram pozitivnim bakterijam med njimi *B. subtilis*, *S. aureus*, *P. larvae* (Kwakman in Zaat, 2012). Čebelji defenzin-1 je peptid, ki je sestavljen iz 51 aminokislin in prav tako deluje večinoma proti gram pozitivnim bakterijam (Valachova in sod., 2016).

Izvor protimikrobne aktivnosti medu

Inhibicija rasti bakterij je v pozitivni korelaciji s prostimi in skupnimi kislinami medu. Glede na to, da so kisline v medu čebeljega izvora, lahko sklepamo, da del protimikrobne aktivnosti izvira iz čebel. V tem primeru bi pravi med in potvorjen med, pripravljena pod istimi pogoji, imela enako protimikrobno aktivnost. Neperoksidna protimikrobna aktivnost, kot tudi

sposobnost akumulacije peroksida je enaka pri pristnem in potvorjenem medu. To kaže, da velik del obeh protimikrobnih lastnosti izvira iz čebel, vsaj pri maninem medu. Ugotovili so tudi pozitivno korelacijo med čebeljimi encimi (diastaza, invertaza) in protimikrobno aktivnostjo.

Protimikrobna aktivnost je odvisna tudi od vira medicine oz. mane. Med rodedondrona in evkaliptusa ima najmanjšo protimikrobno aktivnost, večjo imajo akacijev, cvetlični, kostanjev med, med materine dušice, pomaranče, sončnice, oljne ogrščice in manin med (Bogdanov, 1997). Od slovenskih medov imajo največjo protimikrobno aktivnost kostanjev, hojev ter gozdni med, kostanjev med ima tudi največjo protiglivno delovanje proti nekaterim glivicam (Kralj Kunčič in sod., 2012). Veliko protimikrobno aktivnost ima tudi ajdov med (Kandolf Borovšak in sod., 2020). Protimikrobna aktivnost izvira tako iz rastlin kot iz čebel.

Dolgo je veljalo, da ima največjo protimikrobno aktivnost med manuke, vendar nekatere recentne študije temu oporekajo (npr. Luca in sod., 2025). Neperoksidna aktivnost manukinega medu naj bi izvirala iz rastlin, saj nimajo vsi medovi manuke neperoksidne protimikrobne aktivnosti (Weston, 1999), ampak samo tisti iz vzhodne regije severnega otoka Nove Zelandije (Weston, 2000). Veliko bakterij je občutljivih na med manuke, odpornih bakterij kot so *E. coli*, MRSA, *P. aeruginosa*, *Staphylococcus epidermis*, niso našli v izolatih ran po uporabi medu manuke (Martinotti in Ranzato, 2018).

Med ima tudi protivnetno aktivnost in deluje kot probiotik zaradi prisotnosti bakterij *Bifidus* in *Lactobacilus*. Rast, aktivnost ter sposobnost preživetja laktobacilov lahko povečamo, če med dodamo v mlečne izdelke (De Melo in sod., 2017).

Od čebeljih pridelkov ima največjo protimikrobno aktivnost propolis. Med in propolis inhibirata *S. aureus*. Določene snovi, ki jih vsebuje propolis, se nahajajo tudi v medu, kar potrjuje dejstvo, da čebele s propolisom prevlečejo satje, preden vanj odložijo nektar ali mano. Tudi vosek ima protimikrobno učinkovitost (Miorin in sod., 2003; Martinello in Mutinelli, 2021).

6.1.2 ANTIOKSIDATIVNE LASTNOSTI MEDU

Med deluje tudi antioksidativno, saj vsebuje flavonoide, amino kisline, organske kisline, encime, askorbinsko kislino, α -tokoferol, karotenoide, proteine, produkte Maillardove reakcije, minerale (baker, železo), in več kot 150 fenolnih spojin, kot so npr. katehin, galna kislina, benzojska kislina, ferulna kislina, kavna kislina, hesperetin, *p*-kumarna kislina, krizin, kvercetin, galangin, kamferol, cimetna kislina (Rana in sod., 2018). Svež med ima podobno antioksidativno učinkovitost kot nekatero sadje in zelenjava. Vsebnost teh sestavin variira glede na botanično in geografsko poreklo medu ter segrevanje medu. Shakoori in sod. (2024) so potrdili domnevo, da je antioksidativna učinkovitost odvisna od botaničnega izvora medu in identificirali družini rožnic (Rosaceae), ščirovk (Amaranthaceae), metuljnic (Fabaceae) in nebinovk (Asteraceae) kot odličen vir naravnih antioksidantov in kot rastline, ki najbolj

prispevajo k povečanju antioksidativne aktivnosti medu. Od slovenskih medov imajo najvišjo antioksidativno učinkovitost hojev med, sledijo smrekov, gozdni, kostanjev, cvetlični, lipov in nazadnje akacijev med (Bertoncelj, 2008). Tudi lipov med ima lahko visoko antioksidativno učinkovitost, če je maninega izvora (Kandolf Borovšak in sod., 2020). Viri fenolnih spojin v medu so propolis, vosek, nektar in cvetni prah (Soler in sod., 1995). Med protimikrobno in antioksidativno učinkovitostjo slovenskega medu obstaja močna povezava (Kralj Kunčič in sod., 2012).

Antioksidanti so uporabni v živilski industriji, saj preprečujejo encimsko porjavenje sadja ter rast organizmov, ki zmanjšujejo kakovost živil. Dodatek medu mesu pred segrevanjem ima antioksidativni učinek in inhibira razvoj oksidativnih sestavin (Nagai in sod., 2006). V mesu aminokisline in ogljikovi hidrati namreč reagirajo in tvorijo vmesne produkte, ki se oksidirajo, dekarboksilirajo, postanejo ciklične spojine in tako spremenijo aromo mesa. Prav tako med zavira encimsko porjavenje sadja (Mundu in sod., 2004). Vključevanje medu v vsakdanjo prehrano pomeni vnos naravnih antioksidantov v naše telo (Mărgăoan in sod., 2021).

Fenolni antioksidanti inhibirajo rast velikega števila gram negativnih in pozitivnih bakterij in odstranjujejo proste radikale, zato med zmanjša vnetje in poškodbe tkiv (Molan, 2001). Preprečevali naj bi nastanek rakavih obolenj, raznih vnetij, preventivno naj bi delovali pred procesi staranja (Crushnie in Lamb, 2005; Balasundram in sod., 2006; Shakoori in sod., 2024).

Med se pogosto uporablja za zdravljenje ran (Molan, 2001; 2006; French in sod., 2005). Visoka vsebnost sladkorjev v medu lahko izboljša oskrbo s hranili poškodovanega območja. Nizek pH medu omogoča odlične pogoje fibroblastom, ki sodelujejo pri celjenju ran, in za svoje delovanje potrebujejo kislo okolje (Martinotti in Ranzato, 2018). Poleg tega kislo okolje spodbuja zdravljenje rane s povečanjem sproščanja kisika iz hemoglobina. Tudi visoka osmolarnost medu pomaga pri celjenju ran, saj osmotski učinek omogoča odtekanje limfe iz rane. Sladkorji povzročijo odtekanje vode iz bakterij, kar zavre njihovo rast (Molan in Rhodes, 2015). Rana, okužena s *S. aureus*, postane sterilna, potem ko jo namažemo z medom. Med s srednjo ravno protimikrobne aktivnosti preprečuje rast *S. aureus*, tudi če je toliko razredčen, da se vpliv sladkorjev izniči (French in sod., 2005), v primeru zdravljenja ran z medom je pojav MRSA manj pogost (Vandamme in sod., 2013). Bakterije na med verjetno ne morejo postati rezistentne, oziroma je zelo majhno tveganje, vsaj kadar se uporablja velika koncentracija medu. Za zdravljenje ran se mora uporabljati z gama žarki steriliziran med (Molan in Rhodes, 2015). Najbolj uspešno se med uporablja pri zdravljenju čirov (ulcer) in kirurških ran (Vandamme in sod., 2013). Uporabljajo se različni komercialni preparati na osnovi medu v obliki mazil, gelov, krem, raznih past, ki se največkrat uporabljajo pri zdravljenju ran ali v preventivne namene pri raznih ranah (Goharshenasan in sod., 2016; Hossain in sod., 2021; Zainuddin in sod., 2025), pa tudi sirupi na osnovi medu, ki ščitijo proti virusnim vnetjem (Hossain in sod., 2021).

6.2 MATERIAL IN METODE

6.2.1 Zbiranje vzorcev

V raziskavo smo vključili 40 vzorcev medu iz 11 statističnih regij Slovenije. 7 jih je bilo iz goriške regije, 5 vzorcev iz savinjske, po 4 jih je bilo iz pomurske, jugovzhodne, osrednjeslovenske, koroške in primorsko-notranjske regije, 3 vzorci iz gorenjske, po 2 iz podravske in posavske regije in 1 vzorec iz obalno-kraške regije. V raziskavo je bilo vključenih 24 vzorcev pridelnih v letu 2025, ter 16 vzorcev pridelanih v letu 2026 (Preglednica 26).

Analizirali smo po 17 vzorcev gozdnega medu, sedem vzorcev cvetličnega medu, pet akacijevega medu, štiri lipove medove, po 2 vzorca ajdovega in kostanjevega medu in en vzorec bršljanovega medu.



Slika 19: Raznolikost vzorcev medu slovenskega porekla.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

Preglednica 28: Analizirani vzorci medu

Zap. št.	Vzorec	Statistična regija	Leto pridelave
1	K. MED 26-1	osrednjeslovenska	2025
2	K. MED 26-2	podravska	2025
3	K. MED 26-3	goriška	2025
4	K. MED 26-4	primorsko-notranjska	2025
5	K. MED 26-5	pomurska	2025
6	K. MED 26-6	pomurska	2025
7	K. MED 26-7	pomurska	2025
8	K. MED 26-8	koroška	2025
9	K. MED 26-9	jugovzhodna	2025
10	K. MED 26-10	koroška	2025
11	K. MED 26-11	koroška	2025
12	K. MED 26-12	savinjska	2025
13	K. MED 26-13	jugovzhodna	2025
14	K. MED 26-14	jugovzhodna	2025
15	K. MED 26-15	osrednjeslovenska	2025
16	K. MED 26-16	podravska	2025
17	K. MED 26-17	gorenjska	2025
18	K. MED 26-18	posavska	2025
19	K. MED 26-19	posavska	2025
20	K. MED 26-20	savinjska	2026
21	K. MED 26-21	jugovzhodna	2025
22	K. MED 26-22	savinjska	2026
23	K. MED 26-23	koroška	2026
24	K. MED 26-24	pomurska	2026
25	K. MED 26-25	goriška	2026
26	K. MED 26-26	goriška	2026
27	K. MED 26-27	osrednjeslovenska	2026
28	K. MED 26-28	goriška	2026
29	K. MED 26-29	osrednjeslovenska	2026
30	K. MED 26-30	primorsko-notranjska	2026
31	K. MED 26-31	goriška	2026
32	K. MED 26-32	primorsko-notranjska	2026
33	K. MED 26-33	goriška	2026
34	K. MED 26-34	savinjska	2026
35	K. MED 26-35	gorenjska	2025
36	K. MED 26-36	gorenjska	2026
37	K. MED 26-37	savinjska	2025
38	K. MED 26-38	obalno-kraška	2025
39	K. MED 26-39	primorsko-notranjska	2026
40	K. MED 26-40	goriška	2025

6.2.2 Določitev vrste medu

Vsakemu vzorcu smo najprej določili vrsto medu. Izmerili smo vsebnost vode in električno prevodnost v skladu s harmonizirano metodo Mednarodne komisije za med (angl. *International Honey Commission*) (Bogdanov, 2009). Opravili smo senzorično analizo ter določili dominanten (> 45%) oz. za posamezno vrsto medu značilen pelod v medu. Na osnovi rezultatov opisanih metod smo določili vrsto medu.

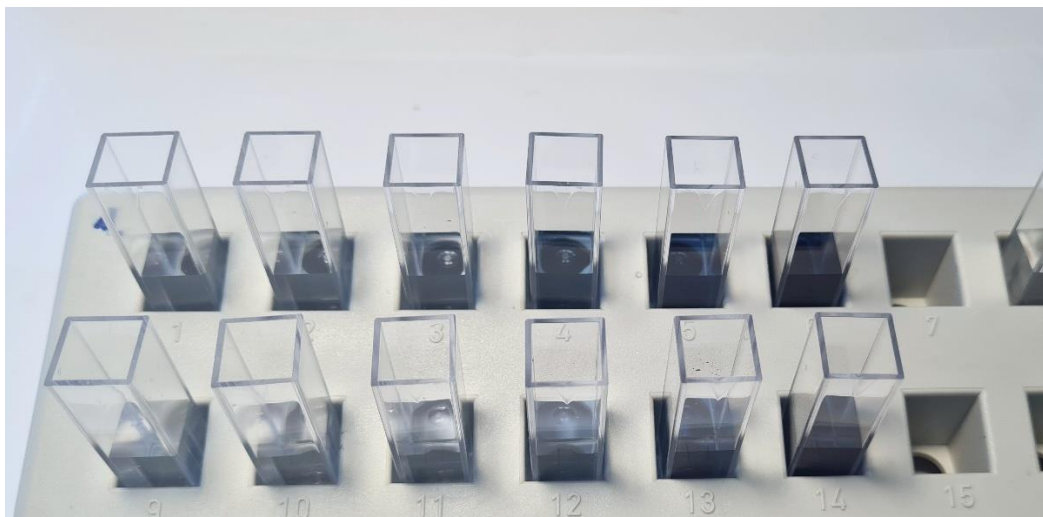
6.2.3 Določanje skupnih fenolnih spojin in antioksidativne učinkovitosti

Vsebnost skupnih fenolnih spojin se določa s Folin-Cicoltaeu (FC) metodo pri kateri se kot standard uporablja galna kislina, antioksidativno učinkovitost pa se določa z DPPH• in FRAP metodo. FRAP metoda je enostavna spektrofotometrična metoda za ugotavljanje antioksidativne učinkovitosti živil, DPPH• metoda pa se uporablja za določanje sposobnosti lovljenja radikalov. Rezultate se izrazi kot koncentracija učinkovitosti (EC_{50}), ki je definirana kot koncentracija antioksidanta, potrebna za 50 % zmanjšanje absorbance radikala DPPH• oz. podaja koncentracijo substrata, ki vodi do 50 % zmanjšanja absorbance DPPH• in se kaže kot izguba intenzivnosti vijolične barve (Molyneux, 2004).

Določanje skupnih fenolnih spojin s Folin-Ciocalteujevo (FC) metodo (Beretta in sod., 2005)

Spektrofotometrična metoda temelji na oksidaciji fenolnih spojin s FC reagentom, ki vsebuje volframat in molibdat. Obarvanemu produktu izmerimo absorbanco pri 750 nm. Za umeritveno krivuljo uporabimo raztopino galne kisline, ki se uporablja kot standardna referenčna raztopina za določanje skupnih fenolnih spojin (Beretta in sod., 2005; Slika 20).

V stekleno čašo smo odtehtali 5,0 g vzorca, ga raztopili v približno 20 mL destilirane vode, nakar smo vzorec prelili v 50 mL merilno bučko in jo dopolnili do oznake ter raztopili. Za analizo smo odpipetirali 200 μ L vzorca, dodali smo 1 mL FC in 1 mL 10 % raztopine Na_2CO_3 . Za slepi vzorec smo raztopini medu dodali namesto FC reagenta dodali 1 mL vode.



Slika 20: Priprava raztopin z reagentom za umeritveno krivuljo pri metodi FC.

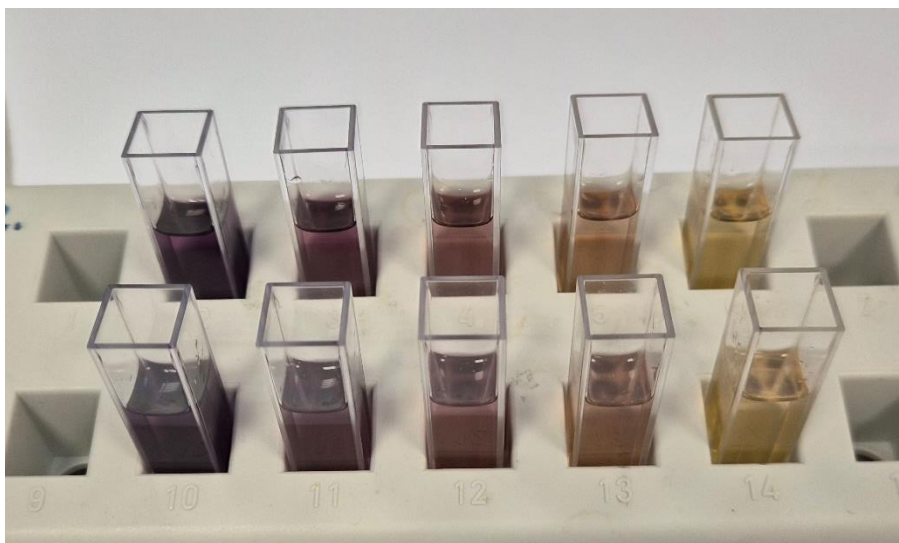
Koncentracijo skupnih fenolnih spojin smo določili s pomočjo umeritvene krivulje. Rezultat smo podali v mg galne kisline na kilogram medu.

Določanje antioksidativne učinkovitosti - DPPH• metoda (Beretta in sod., 2005)

Ko raztopina radikala DPPH• reagira z antioksidativno komponento, ki je donor vodika, pride do redukcije, kar povzroči spremembo barve raztopine. Vijoličasta barva prostega radikala DPPH• ob prisotnosti antioksidanta prehaja v rumeno (Slika 21). Spremembo absorbance spremljamo spektrofotometrično pri 517 nm.

V stekleno čašo smo odtehtali 15,0 g vzorca, ga raztopili v približno 20 mL destilirane vode, nakar smo vzorec prelili v 25 mL merilno bučko in jo dopolnili do oznake ter raztopili na ultrazvočni kopeli. Iz te izhodne raztopine smo nato z razredčevanjem pripravili 5 raztopin z masnimi deleži od 30 do 600 mg/mL. Odpipetirali smo 0,1 mL posamezne raztopine medu in dodali 1 mL acetatnega pufra in 1,9 mL DPPH• reagenta. Za slepi vzorec smo odpipetirali posamezno koncentracijo medu in dodali 1 mL acetatnega pufra ter 1,9 mL vode. V kontrolni vzorec smo odpipetirali 0,1 mL vode, 1 mL acetatnega pufra ter 1,9 mL DPPH• reagenta. Vse skupaj smo dali v temo za 90 minut, nakar smo posameznim raztopinam vzorca, slepim vzorcem in kontrolnemu vzorcu odčitali absorbanco pri 517 nm.

Iz rezultatov smo dobili graf odvisnosti preostalega DPPH• od koncentracije medu in iz njega izračunali koncentracijo učinkovitosti (EC_{50}), ki je definirana kot koncentracija antioksidanta, potrebna za 50 % zmanjšanje absorbance radikala DPPH•. Večja kot je antioksidativna učinkovitost, nižja je EC_{50} vrednost.



Slika 21: Reakcija DPPH• reagenta z različno koncentracijo medu.

Določanje antioksidativne učinkovitosti - FRAP metoda (Benzie in Strain, 1996)

FRAP metoda (Ferric Reducing Antioxidant Power) temelji na redukciji Fe^{+3} v Fe^{+2} ob prisotnosti oksidanta. Nastali Fe^{+2} ioni s TPTZ reagentom (2,4,6-tri[2-piridil]-s-triazin) tvorijo obarvan kompleks, ki doseže absorpcijski maksimum pri 593 nm (Benzie in Strain, 1996).

V stekleno čašo smo odtehtali 5 g vzorca medu in ga raztopili v 20 mL vode, nato smo ga predstavili v 50 mL bučko in dopolnili do oznake (Slika 22). Za analizo smo odpipetirali 200 μL vzorca in dodali 1,8 mL FRAP reagenta ter inkubirali 10 min pri 37 °C. Nato smo izmerili absorbanco pri 593 nm proti slepemu vzorcu. Za slepi vzorec smo raztopini medu dodali 1,8 mL vode.



Slika 22: Priprava vzorcev za analize

FRAP vrednosti za 10 % raztopine medu smo določili s pomočjo umeritvene krivulje. Rezultat smo podali v μM Fe(II).

6.2.4 Določanje protimikrobne aktivnosti medu

Različnim vrstam medu smo določili protimikrobno aktivnost z metodo razredčevanja v mikrotitrski plošči. Protimikrobna aktivnost je prikazana kot minimalna inhibitorna koncentracija (MIK) posameznega vzorca v enotah mg/mL in %. Določili smo tudi minimalno bakteriocidno koncentracijo, ki predstavlja najnižjo koncentracijo, pri kateri ni opaziti ponovne rasti testnih bakterij ob precepitvi redčitve vzorca iz mikrotitrne ploščice na sveže gojišče ob ponovni kultivaciji na svežem gojišču (MBK). MIK predstavlja najnižjo koncentracijo vzorca, ki zavira rast testnega mikroorganizma, MBK pa najnižjo koncentracijo, ki povzroči bakteriocidni učinek. Pri interpretaciji velja, da nižja vrednost MIK ali MBK pomeni večjo protimikrobno učinkovitost.

Testni mikroorganizmi so bili *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus cereus* in *Campylobacter jejuni*. Pri vrednostih, zapisanih kot višje od meje preskusa, je bila za opisne statistike uporabljena mejna vrednost, zato so izračuni pri cenzuriranih rezultatih konservativna ocena.

6.3 REZULTATI Z RAZPRAVO

6.3.1 Vsebnost skupnih fenolnih spojin in antioksidativna učinkovitost medu

Vsebnost skupnih fenolnih spojin smo določili s Folin-Cicoltaeu metodo, pri kateri smo kot standard uporabili galno kislino, antioksidativno učinkovitost pa smo določili z DPPH• in FRAP metodo. Rezultate vsebnosti skupnih fenolnih spojin in antioksidativne učinkovitosti naših vzorcev smo primerjali z rezultati za slovenski med, ki so bili pridobljeni v okviru doktorske dizertacije (Bertoncelj, 2008), ter prejšnjih programskih obdobji Karakterizacije čebeljih pridelkov 2020-2025 (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025). Medovi z višjo vsebnostjo fenolnih kislin imajo večjo antioksidativno učinkovitost. Velja tudi pravilo, da imajo temnejši medovi več fenolnih kislin, kar pomeni, da je njihova antioksidativna učinkovitost večja (Zammit Young in Blundell, 2023).

AJDOV MED (N=2)

Analizirali smo dva vzorca ajdovega medu (Preglednica 27). Električna prevodnost vzorcev je bila nižja od povprečja iz programskega obdobja 2020-2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022) in malenkost višja od povprečja iz programskega obdobja 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025). Povprečna vsebnost skupnih fenolnih spojin je bila višja od povprečne vsebnosti iz programskega obdobja 2020-2022 (319,9 mg_{GK}/kg) in primerljiva od povprečne vsebnosti v programskem obdobju 2023-2025 (420,9 mg_{GK}/kg). Vsebnost skupnih fenolnih spojin je primerljiva z rezultati ajdovega medu slovenskega porekla drugih študij (Peras, 2019; Stankovič, 2016). FRAP vrednosti vzorcev je bil precej višji v primerjavi z vzorci iz obdobja 2020-2022 in primerljivo z vzorci iz programskega obdobja 2023-2025, EC₅₀ vrednosti (DPPH metoda) pa pri vseh vzorcih iz 2026 znatno nižje kot v programskem obdobju 2020-2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022) in primerljivo z obdobjem 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025).

Preglednica 29: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti ajdovega medu.

Oznaka vzorca	Vsebnost vode (%)	Električna prevodnost (mS/cm)	Dominanten/ vrstno značilen pelod ≥45%	Vsebnost skupnih fenolnih spojin (mg _{GK} /kg)	FRAP Metoda (μM (FeII))	DPPH• metoda EC ₅₀ (mg/mL)
K. MED 26-7	19,0	0,34	<i>Castanea</i>	428,7	766,6	3,8
K. MED 26-19	17,5	0,61	<i>Castanea</i>	395,0	836,9	4,4
Povprečje	18,3	0,48		411,8	801,7	4,1
S.D.	1,1	0,19		23,9	49,7	0,4
MIN	17,5	0,34		395,0	766,6	3,8
MAKS	19,0	0,61		428,7	836,9	4,4

AKACIJEV MED (N=4)

V programskem letu 2026 smo analizirali štiri vzorce akacijevega medu, ki so imeli značilno nizko električno prevodnost za to vrsto medu (Preglednica 28). Povprečna električna prevodnost je povsem primerljiva s povprečji iz obdobji 2020-2022 ter 2023-2025 (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025). Povprečna EC₅₀ vrednost (DPPH metoda) in FRAP vrednost so bile precej nižje, kot povprečja v programskih obdobji 2020-2022 ter 2023-2025, ampak primerljiva z vrednostmi, ki jih navaja Bertoncelj (2008).

Preglednica 30: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti akacijevega medu.

Oznaka vzorca	Vsebnost vode (%)	Električna prevodnost (mS/cm)	Dominanten/ vrstno značilen pelod ≥45%	Vsebnost skupnih fenolnih spojin (mgGK/kg)	FRAP Metoda (μM (FeII))	DPPH• metoda EC ₅₀ (mg/mL)
K. MED 26-5	15,2	0,15	/	160,3	69,1	43,5
K. MED 26-6	15,0	0,14	/	136,2	43,9	54,2
K. MED 26-31	15,1	0,25	<i>Castanea</i>	56,5	13,7	40,9
K. MED 26-33	15,3	0,30	/	70,0	42,1	41,5
Povprečje	15,2	0,21		105,8	42,2	45,0
S.D.	0,1	0,08		50,4	22,7	6,2
MIN	15,0	0,14		56,5	13,7	40,9
MAKS	15,3	0,30		160,3	69,1	54,2

CVETLIČNI MED (N=7)

V programskem letu 2026 smo analizirali sedem vzorcev cvetličnega medu (Preglednica 29). Vsebnost vode je primerljiva z dosedanjimi rezultati za cvetlični med iz prejšnjih programskih obdobjih, električna prevodnost pa primerljiva z povprečno vrednostjo iz prejšnjih programskih obdobji (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025).

Povprečna vsebnosti skupnih fenolnih spojin je primerljiva z rezultati iz programskega obdobja 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025), ampak veliko nižja kot v programskem obdobju 2020-2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022). Povprečna FRAP vrednost je nižja iz prejšnjih programskih obdobji, ampak razpon vrednosti (MIN/MAX) ostaja primerljiv s prejšnjimi obdobji. Nižje skupno povprečje pa odraža večji delež vzorcev z nižjimi vrednostmi znotraj enakega razpona. EC₅₀ vrednost (DPPH metoda) je nižja od vrednosti iz programskega obdobja 2020-2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022), ter primerljiva s povprečjem iz programskega obdobja 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025).

Preglednica 31: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti cvetličnega medu.

Oznaka vzorca	Vsebnost vode (%)	Električna prevodnost (mS/cm)	Dominanten/ vrstno značilen pelod $\geq 45\%$	Vsebnost skupnih fenolnih spojin (mg _{GK} /kg)	FRAP Metoda (μM (FeII))	DPPH• metoda EC ₅₀ (mg/mL)
K. MED 26-22	16,6	0,64	/	104,1	151,3	18,5
K. MED 26-24	16,7	0,27	<i>Brassicaceae</i>	98,6	183,8	17,4
K. MED 26-25	16,2	0,51	<i>Castanea</i>	91,6	123,2	17,3
K. MED 26-26	15,5	0,31	<i>Castanea</i>	67,5	62,8	41,8
K. MED 26-34	16,0	0,62	/	108,9	163,5	16,6
Povprečje	16,4	0,51		98,6	148,8	19,0
S.D.	0,5	0,16		16,3	45,3	10,6
MIN	15,5	0,27		67,5	62,8	9,2
MAKS	17,1	0,68		119,7	201,4	41,8

GOZDNI MED (N=17)

Analizirali smo 17 vzorcev gozdnega medu (Preglednica 30). Vsebnost vode je primerljiva s prejšnjimi programskimi obdobji (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025). Tudi električna prevodnost je v območju rezultatov iz prejšnjih obdobjih.

Vsebnost skupnih fenolnih spojin v vzorcih je v povprečju nižja od povprečnih vrednosti iz programskega obdobja 2020-2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022), višja pa od povprečja iz obdobja 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025). Antioksidativna učinkovitost, določena z metodo FRAP je primerljiva s prejšnjimi obdobji, povprečna EC₅₀ (metoda DPPH•) vrednost pa je primerljiva z rezultati programskega obdobja 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025) ter nižja od povprečij iz programskega obdobja 2020-2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022).

Preglednica 32: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti gozdnega medu.

Oznaka vzorca	Vsebnost vode (%)	Električna prevodnost (mS/cm)	Dominanten/ vrstno značilen pelod $\geq 45\%$	Vsebnost skupnih fenolnih spojin (mg _{GA} /kg)	FRAP metoda (μM (FeII))	DPPH• metoda EC ₅₀ (mg/mL)
K. MED 26-1	15,6	1,26	/	248,4	332,7	10,6
K. MED 26-8	14,5	1,18	<i>Castanea</i>	281,2	399,7	6,8
K. MED 26-9	17,7	1,28	<i>Castanea</i>	258,0	324,2	11,0
K. MED 26-10	14,3	1,10	<i>Castanea</i>	213,0	265,5	10,3
K. MED 26-11	15,2	1,19	<i>Castanea</i>	125,0	306,7	10,2
K. MED 26-16	13,8	1,12	<i>Castanea</i>	121,9	312,9	11,9
K. MED 26-17	15,3	1,04	<i>Castanea</i>	131,9	355,8	9,4
K. MED 26-20	15,4	0,80	<i>Myosotis</i>	146,0	207,1	13,4
K. MED 26-21	14,6	0,84	<i>Castanea</i>	136,4	236,4	13,6
K. MED 26-23	18,6	0,85	/	143,7	236,0	13,6
K. MED 26-27	15,6	1,08	<i>Myosotis</i>	140,0	237,6	8,8

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

K. MED 26-28	14,8	0,85	<i>Myosotis</i>	123,5	124,7	4,9
K. MED 26-29	15,0	1,07	<i>Myosotis</i>	142,0	281,9	9,0
K. MED 26-30	14,8	0,93	<i>Myosotis</i>	147,9	234,0	7,3
K. MED 26-32	15,0	1,20		193,7	413,1	3,8
K. MED 26-35	13,8	1,06	<i>Castanea</i>	131,0	309,2	5,9
K. MED 26-36	14,6	1,34	<i>Castanea</i>	163,9	450,0	6,3
Povprečje	15,2	1,07		167,5	295,7	9,2
S.D.	1,2	0,17		51,6	81,9	3,0
MIN	13,8	0,80		121,9	124,7	3,8
MAKS	18,6	1,34		281,2	450,0	13,6

LIPOV MED (N=4)

Analizirali smo 4 vzorcev lipovega medu (Preglednica 31), ki so imeli v primerjavi s prejšnjimi obdobji višjo vsebnost vode (povprečno 16,5%). Električna prevodnost je v povprečju nekoliko nižja od rezultatov programskega obdobja 2020-2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022), ampak primerljiva z obdobjem 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025). Vsebnost skupnih fenolnih spojin so primerljive s povprečji preteklih programskih obdobji. Povprečna FRAP vrednost in povprečna EC₅₀ vrednost pa je bile v povprečju znatno nižje v primerjavi z vzorci iz obdobja 2020-2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022) ter primerljive z obdobjem 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025).

Preglednica 33: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti lipovega medu.

Oznaka vzorca	Vsebnost vode (%)	Električna prevodnost (mS/cm)	Dominanten/ vrstno značilen pelod ≥45%	Vsebnost skupnih fenolnih spojin (mg _{GK} /kg)	FRAP metoda (μM (FeII))	DPPH• metoda EC ₅₀ (mg/mL)
K. MED 26-3	16,4	0,81	<i>Castanea</i>	164,0	140,6	16,4
K. MED 26-13	17,5	1,13	/	117,9	299,3	11,9
K. MED 26-14	17,0	0,61	<i>Tilia</i>	79,6	113,3	34,4
K. MED 26-15	15,2	0,59	<i>Castanea</i>	80,4	117,5	29,7
Povprečje	16,5	0,79		110,5	167,7	23,1
S.D.	1,0	0,25		39,9	88,6	10,7
MIN	15,2	0,59		79,6	113,3	11,9
MAKS	17,5	1,13		164,0	299,3	34,4

KOSTANJEV MED (N=3)

Analizirali smo tri vzorce kostanjevega medu (Preglednica 32). Vzorci so imeli v povprečju električno prevodnost primerljivo s povprečjem iz prejšnjih programskih obdobji (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025). Povprečna vrednost vsebnosti skupnih fenolnih spojin in FRAP vrednosti v letu 2026 se uvršča natanko med vrednosti obeh preteklih programskih obdobji – je višja od programskega obdobja 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025) ter hkrati nižja od programskega obdobja 2020-2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022). Takšen rezultat

nakazuje gibanje povprečja v vmesnem razponu. Povprečna vrednost EC₅₀ (DPPH• metoda) pa je nižja z rezultati preteklih obdobjih (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025).

Preglednica 34: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti kostanjevega medu.

Oznaka vzorca	Vsebnost vode (%)	Električna prevodnost (mS/cm)	Dominanten/ vrstno značilen pelod ≥45%	Vsebnost skupnih fenol- nih spojin (mg _{GK} /kg)	FRAP Metoda (μM (FeII))	DPPH• metoda EC ₅₀ (mg/mL)
K. MED 26-12	17,4	1,25	<i>Castanea</i>	145,4	307,4	9,7
K. MED 26-18	15,6	1,24	<i>Castanea</i>	146,7	288,5	11,8
K. MED 26-37	17,3	1,83	<i>Castanea</i>	183,7	444,3	7,9
Povprečje	16,8	1,44		158,6	346,7	9,8
S.D.	1,0	0,34		21,7	85,1	1,9
MIN	15,6	1,24		145,4	288,5	7,9
MAKS	17,4	1,83		183,7	444,3	11,8

HOJEV MED (N=2)

Analizirali smo dva vzorca hojevega medu (Preglednica 33). Vzorci so imeli v povprečju električno prevodnost malenkost višjo, ampak primerljivo s povprečjem iz prejšnjih programskih obdobjih (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025). Povprečna vrednost vsebnosti skupnih fenolnih spojin je višja od programskega obdobja 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025) ter 2020-2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022), vendar primerljiv z vrednostmi, ki jih navaja Bertoncelj (2008). Povprečna vrednost FRAP metode pa je precej nižja z rezultati preteklih obdobjih (Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025). Povprečna vrednost EC₅₀ (DPPH• metoda) pa je nižja z rezultati obdobja 2020-2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022), ter višja od povprečne vrednosti obdobja 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025).

Preglednica 35: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti hojevega medu.

Oznaka vzorca	Vsebnost vode (%)	Električna prevodnost (mS/cm)	Dominanten/ vrstno značilen pelod ≥45%	Vsebnost skupnih fenol- nih spojin (mg _{GK} /kg)	FRAP Metoda (μM (FeII))	DPPH• metoda EC ₅₀ (mg/mL)
K. MED 26-2	16,5	1,39	<i>Castanea</i>	235,6	283,2	10,9
K. MED 26-4	14,4	1,22	/	267,4	341,2	9,8
Povprečje	15,5	1,31		251,5	312,2	10,4
S.D.	1,5	0,12		22,5	41,0	0,8
MIN	14,4	1,22		235,6	283,2	9,8
MAKS	16,5	1,39		267,4	341,2	10,9

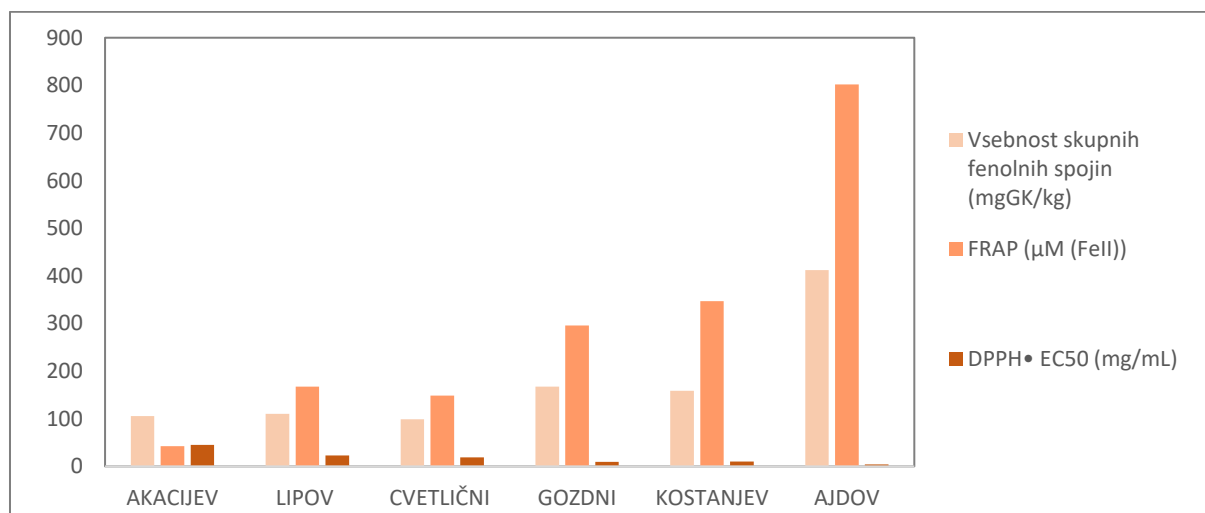
BRŠLJANOV MED (N=1)

Analizirali smo envzorec bršljanovega medu (Preglednica 34). Vzorec je imel v nižjo vsebnost vode in električno prevodnost v primerjavi s povprečjem iz programskega obdobja 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025). Vrednost vsebnosti skupnih fenolnih spojin in FRAP metode je nižja od povprečja programskega obdobja 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025). Povprečna vrednost EC₅₀ (DPPH• metoda) iz programskega obdobja 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025) pa je primerljiva z rezultatom vzorca vključenega v leto 2026.

Preglednica 36: Rezultati fizikalno-kemijskih ter mikroskopskih lastnosti bršljanovega medu.

Oznaka vzorca	Vsebnost vode (%)	Električna prevodnost (mS/cm)	Dominanten/ vrstno značilen pelod ≥45%	Vsebnost skupnih fenolnih spojin (mg _{GK} /kg)	FRAP Metoda (μM (FeII))	DPPH• metoda EC ₅₀ (mg/mL)
K. MED 26-38	17,0	0,30	Hedera	93,1	201,0	17,7

Temni medovi (gozdni, kostanjev, ajdov) vsebujejo več skupnih fenolnih spojin ter imajo večjo antioksidativno učinkovitost kot svetlejše vrste medu (Slika 23), kar se sklada z dosedanjimi ugotovitvami (Bertoncelj, 2008; Kandolf Borovšak in sod., 2022; Ratajc in sod., 2025; Jaskiewicz in sod., 2025). V letošnjem naboru vzorcev izstopa ajdov med. Ajdov med je sicer nektarnega izvora, vendar je lahko zelo temne barve – rdečkasto rjave, do skoraj črne in ima zelo visoko vsebnost skupnih fenolov (Peras, 2019). Naši rezultati se skladajo z rezultati študije s Poljske, kjer so ugotovili, da je vsebnost skupnih fenolnih spojin v ajdovem medu višja od manukinega medu in lahko celo več kot 10x višja od svetlih medov, npr. od akacijevega medu (Wieczorek in sod., 2014).



Slika 23: Primerjava povprečne vsebnosti skupnih fenolnih spojin (FC) ter antioksidativne učinkovitosti s FRAP in DPPH• metodo.

6.3.2 Protimikrobna učinkovitost

V raziskavi smo ugotavljali protimikrobno učinkovitost slovenskih vrst medu na šest bakterij:

- *Staphylococcus aureus*
- *Escherichia coli*
- *Listeria monocytogenes*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Bacillus cereus*
- *Campylobacter jejuni*.

Protimikrobna aktivnost medu je posledica več mehanizmov: visoke osmolarnosti, nizke vrednosti pH, tvorbe vodikovega peroksida, prisotnosti fenolnih spojin, flavonoidov, metilglioksala in peptidov, kot je defensin-1. Jakost delovanja je odvisna od botaničnega in geografskega izvora, letine, ravnanja z vzorci in testnega mikroorganizma (Almasaudi, 2020; Becerril-Sánchez in sod., 2021; Alzahrani in sod., 2012).

Protimikrobna učinkovitost pa je bila ocenjena z minimalno inhibitorno koncentracijo (MIK), določili smo tudi minimalno baktericidno koncentracijo (MBK). MIK je odkrila, da je inhibicija rasti odvisna od vrste medu, koncentracije in vrste testnega organizma, kot so ugotovili tudi Kralj Kunčič in sod. (2012).

Pri interpretaciji rezultatov je treba upoštevati, da skupni trendi po vrsti medu ne izključujejo izrazite variabilnosti posameznih vzorcev. Cvetlični med je zaradi mešanega botaničnega izvora posebej spremenljiv. Tudi pri kostanjevem, hojevem in gozdnem medu so možne razlike med letinami, regijami, deležem mane oziroma nektarja, stopnjo zrelosti medu in načinom ravnanja po točenju.

Pri komunikaciji rezultatov je smiselno poudariti, da nižja MIK ali MBK pomeni večjo protimikrobno aktivnost, vendar laboratorijski rezultat sam po sebi ni zdravstvena trditev.

Posamezne vrednosti MIK in MBK koncentracije po vrstah medu prikazujejo preglednice od št. 35 do št. 42.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

AJDOV MED (N=2)

Preglednica 37: Rezultati protimikrobne aktivnosti ajdovega medu.

Št. vzorca	<i>Staphylococcus aureus</i>				<i>Escherichia coli</i>				<i>Listeria monocytogenes</i>				<i>Bacillus cereus</i>				<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				<i>Campylobacter jejuni</i>			
	MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK	
	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%
K. MED 26-7	31,3	3,1	31,3	3,1	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-19	31,3	3,1	31,3	3,1	125,0	12,5	125,0	12,5	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	7,8	0,8	7,8	0,8
Povprečje	31,3	3,1	31,3	3,1	187,5	18,8	187,5	18,8	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	187,5	18,8	375,0	37,5	19,5	2,0	19,5	2,0
S.D.	0,0	0,0	0,0	0,0	88,4	8,8	88,4	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	88,4	8,8	176,8	17,7	16,6	1,7	16,6	1,7
MIN	31,3	3,1	31,3	3,1	125,0	12,5	125,0	12,5	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	250,0	25,0	7,8	0,8	7,8	0,8
MAKS	31,3	3,1	31,3	3,1	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	31,3	3,1	31,3	3,1

MIK: minimalna inhibitorna koncentracija; MBK: minimalna baktericidna koncentracija; S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost.

AKACIJEV MED (N=4)

Preglednica 38: Rezultati protimikrobne aktivnosti akacijevga medu.

Št. vzorca	<i>Staphylococcus aureus</i>				<i>Escherichia coli</i>				<i>Listeria monocytogenes</i>				<i>Bacillus cereus</i>				<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				<i>Campylobacter jejuni</i>			
	MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK	
	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%
K. MED 26-5	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	62,5	62,5	62,5	6,3
K. MED 26-6	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	62,5	6,3	62,5	6,3
K. MED 26-31	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	62,5	6,3	62,5	6,3
K. MED 26-33	31,3	3,1	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	500,0	50,0	62,5	6,3	62,5	6,3
Povprečje	54,7	5,5	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	312,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62,5	20,3	62,5	6,3
S.D.	15,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	125,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	28,1	0,0	0,0
MIN	31,3	3,1	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	62,5	6,3	62,5	6,3
MAKS	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	>25	>500	>25	>500	>25	>500	>25	>500	>25	62,5	62,5	62,5	6,3

MIK: minimalna inhibitorna koncentracija; MBK: minimalna baktericidna koncentracija; S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost.

-:povprečna vrednosti ne more biti izračunana, ker MIK ali MBK ni prikazana kot število.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

CVETLIČNI MED (N=7)

Preglednica 39: Rezultati protimikrobne aktivnosti cvetličnega medu.

Št. vzorca	<i>Staphylococcus aureus</i>				<i>Escherichia coli</i>				<i>Listeria monocytogenes</i>				<i>Bacillus cereus</i>				<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				<i>Campylobacter jejuni</i>			
	MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK	
	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%
K. MED 26-22	31,3	3,1	62,5	6,3	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-24	62,5	6,3	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-25	31,3	3,1	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	500,0	50,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-26	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	62,5	6,3	62,5	6,3
K. MED 26-34	31,3	3,1	31,3	3,1	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	62,5	6,3	62,5	6,3
K. MED 26-39	31,3	3,1	31,3	3,1	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	62,5	6,3	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-40	62,5	6,3	125,0	12,5	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	500,0	50,0	62,5	6,3	62,5	6,3
Povprečje	44,6	4,5	-	-	357,1	35,7	-	-	285,7	28,6	-	-	321,4	32,1	-	-	276,8	27,7	-	-	44,6	4,5	44,6	4,5
S.D.	16,7	1,7	-	-	133,6	13,4	-	-	156,7	15,7	-	-	122,0	12,2	-	-	168,7	16,9	-	-	16,7	1,7	16,7	1,7
MIN	31,3	3,1	31,3	3,1	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	62,5	6,3	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
MAKS	62,5	6,3	>500	>25	500,0	50,0	>500	>25	500,0	50,0	>500	>25	500,0	50,0	>500	>25	500,0	50,0	>500	>25	62,5	6,3	62,5	6,3

MIK: minimalna inhibitorna koncentracija; MBK: minimalna baktericidna koncentracija; S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost;

:-povprečna vrednosti ne more biti izračunana, ker MBK ni prikazana kot število.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

GOZDNI MED (N=17)

Preglednica 40: Rezultati protimikrobne aktivnosti gozdnega medu.

Št. vzorca	<i>Staphylococcus aureus</i>				<i>Escherichia coli</i>				<i>Listeria monocytogenes</i>				<i>Bacillus cereus</i>				<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				<i>Campylobacter jejuni</i>			
	MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK	
	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%
K. MED 26-1	31,3	3,1	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-8	31,3	3,1	31,3	3,1	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-9	31,3	3,1	31,3	3,1	250,0	25,0	500,0	50,0	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-10	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	62,5	6,3	62,5	6,3
K. MED 26-11	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	15,6	1,6	15,6	1,6
K. MED 26-16	31,3	3,1	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	250,0	25,0	500,0	50,0	62,5	6,3	62,5	6,3
K. MED 26-17	31,3	3,1	31,3	3,1	125,0	12,5	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-20	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	7,8	0,8	7,8	0,8
K. MED 26-21	62,5	6,3	62,5	6,3	125,0	12,5	125,0	12,5	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	250,0	25,0	15,6	1,6	15,6	1,6
K. MED 26-23	31,3	3,1	31,3	3,1	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-27	31,3	3,1	31,3	3,1	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-28	31,3	3,1	31,3	3,1	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	250,0	25,0	62,5	6,3	62,5	6,3
K. MED 26-29	31,3	3,1	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	62,5	6,3	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0
K. MED 26-30	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0
K. MED 26-32	31,3	3,1	31,3	3,1	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	500,0	50,0	125,0	12,5	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-35	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-36	31,3	3,1	62,5	6,3	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
Povprečje	49,6	5,0	60,7	6,1	250,0	25,0	-	-	187,5	18,8	205,9	20,6	294,1	29,4	-	-	198,5	19,9	-	-	88,7	8,9	88,7	8,9
S.D.	31,4	3,1	34,0	3,4	76,5	7,7	-	-	69,9	7,0	98,2	9,8	98,2	9,8	-	-	63,4	6,3	-	-	155,6	15,6	155,6	15,6
MIN	31,3	3,1	31,3	3,1	125,0	12,5	125,0	12,5	62,5	6,3	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	7,8	0,8	7,8	0,8
MAKS	125,0	12,5	125,0	12,5	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	> 500	> 25	250,0	25,0	> 500	> 25	500,0	50,0	500,0	50,0

MIK: minimalna inhibitorna koncentracija; MBK: minimalna baktericidna koncentracija; S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost;

:-povprečna vrednosti ne more biti izračunana, ker MBK ni prikazana kot število.

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

LIPOV MED (N=4)

Preglednica 41: Rezultati protimikrobne aktivnosti lipovega medu.

Št. vzorca	<i>Staphylococcus aureus</i>				<i>Escherichia coli</i>				<i>Listeria monocytogenes</i>				<i>Bacillus cereus</i>				<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				<i>Campylobacter jejuni</i>			
	MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK	
	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%
K. MED 26-3	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-13	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-14	125,0	12,5	125,0	12,5	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	62,5	6,3	62,5	6,3
K. MED 26-15	62,5	6,3	62,5	6,3	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	125,0	12,5	250,0	25,0
Povprečje	78,1	7,8	78,1	7,8	375,0	37,5	375,0	37,5	375,0	37,5	375,0	37,5	500,0	50,0	500,0	50,0	437,5	43,8	437,5	43,8	62,5	6,3	93,8	9,4
S.D.	31,3	3,1	31,3	3,1	144,3	14,4	144,3	14,4	144,3	14,4	144,3	14,4	0,0	0,0	0,0	0,0	125,0	12,5	125,0	12,5	44,2	4,4	105,2	10,5
MIN	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
MAKS	125,0	12,5	125,0	12,5	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	125,0	12,5	250,0	25,0

MIK: minimalna inhibitorna koncentracija; MBK: minimalna baktericidna koncentracija; S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost;

BRŠLJANOV MED (N=1)

Preglednica 42: Rezultati protimikrobne aktivnosti bršljanovega medu.

Št. vzorca	<i>Staphylococcus aureus</i>				<i>Escherichia coli</i>				<i>Listeria monocytogenes</i>				<i>Bacillus cereus</i>				<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				<i>Campylobacter jejuni</i>			
	MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK	
	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%
K. MED 26-3	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1

MIK: minimalna inhibitorna koncentracija; MBK: minimalna baktericidna koncentracija; S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost;

APLIKATIVNA RAZISKAVA KARAKTERIZACIJA ČEBELJIH PRIDELKOV
POROČILO ZA LETO 2026

KOSTANJEV MED (N=3)

Preglednica 43: Rezultati protimikrobne aktivnosti kostanjevega medu.

Št. vzorca	<i>Staphylococcus aureus</i>				<i>Escherichia coli</i>				<i>Listeria monocytogenes</i>				<i>Bacillus cereus</i>				<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				<i>Campylobacter jejuni</i>			
	MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK	
	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%
K. MED 26-12	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-18	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-37	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	62,5	6,3	62,5	6,3
Povprečje	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	333,3	33,3	333,3	33,3	41,7	4,2	41,7	4,2
S.D.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	144,3	14,4	144,3	14,4	18,0	1,8	18,0	1,8
MIN	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	250,0	25,0	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
MAKS	62,5	6,3	62,5	6,3	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	500,0	50,0	62,5	6,3	62,5	6,3

MIK: minimalna inhibitorna koncentracija; MBK: minimalna baktericidna koncentracija; S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost.

HOJEV MED (N=2)

Preglednica 44: Rezultati protimikrobne aktivnosti hojevega medu.

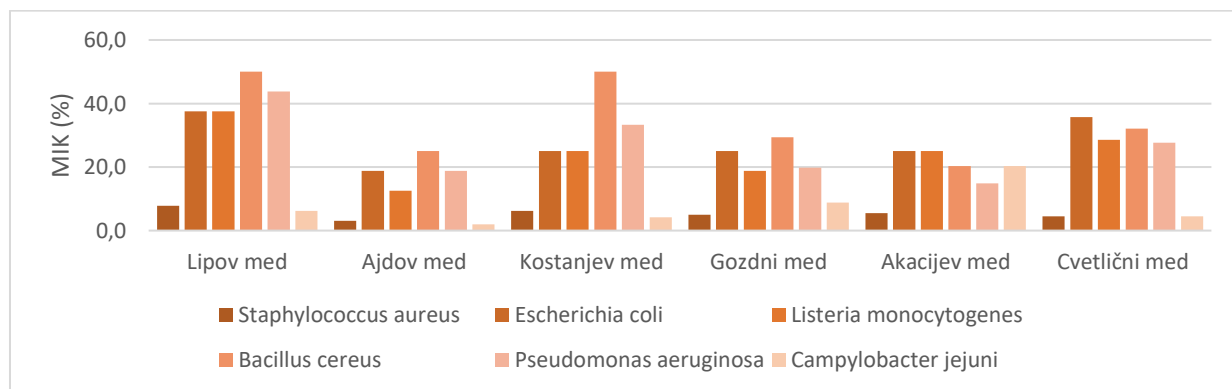
Št. vzorca	<i>Staphylococcus aureus</i>				<i>Escherichia coli</i>				<i>Listeria monocytogenes</i>				<i>Bacillus cereus</i>				<i>Pseudomonas aeruginosa</i>				<i>Campylobacter jejuni</i>			
	MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK		MIK		MBK	
	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%	mg/mL	%
K. MED 26-2	31,3	3,1	31,3	3,1	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	31,3	3,1	31,3	3,1
K. MED 26-4	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	500,0	50,0	125,0	12,5	250,0	25,0	31,3	3,1	31,3	3,1
Povprečje	78,1	7,8	78,1	7,8	250,0	25,0	-	-	187,5	18,8	187,5	18,8	250,0	25,0	-	-	125,0	12,5	-	-	31,3	3,1	31,3	3,1
S.D.	66,3	6,6	66,3	6,6	0,0	0,0	-	-	88,4	8,8	88,4	8,8	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0
MIN	31,3	3,1	31,3	3,1	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	125,0	12,5	125,0	12,5	31,3	3,1	31,3	3,1
MAKS	125,0	12,5	125,0	12,5	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	250,0	25,0	> 500	> 25	125,0	12,5	> 500	> 25	31,3	3,1	31,3	3,1

MIK: minimalna inhibitorna koncentracija; MBK: minimalna baktericidna koncentracija; S.D.: standardni odklon; MIN: minimalna vrednost; MAKS: maksimalna vrednost.

Gozdni med je zaradi največjega števila vzorcev najzanesljiveje ocenjena skupina, medtem ko je treba rezultate ajdovega, kostanjevega in bršljanovega medu interpretirati previdneje zaradi majhnega števila vzorcev.

Ajdov med je v letu 2026 pokazal najugodnejši skupni protimikrobni profil. Ker sta bila analizirana samo dva vzorca, rezultat predstavlja močan signal, ki ga je treba potrditi z večjim številom vzorcev. Hojev med v letu 2026 ostaja med boljšimi, predvsem pri *Campylobacter jejuni* in *Pseudomonas aeruginosa*. Gozdni med je v letu 2026 najštevilčnejša skupina in zato statistično najzanesljivejša. Pri *Staphylococcus aureus* in *Campylobacter jejuni* ostaja izrazito aktiven. Rezultati podpirajo ugotovitev, da gozdni med spada med pomembnejše vrste z vidika protimikrobnega potenciala. V letu 2026 je bil rezultat za kostanjev med manj ugoden, zlasti pri *Bacillus cereus* in *Pseudomonas aeruginosa*. Ker pa so bili v letu 2026 vključeni samo trije vzorci, razlike ni smiselno razumeti kot zanesljiv padec značilnosti vrste, temveč kot možno letniško, geografsko ali vzorčno variabilnost. Cvetlični med je v letu 2026 pokazal boljšo aktivnost proti *Staphylococcus aureus*. Pri *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* in *Pseudomonas aeruginosa* pa ostaja srednje do šibko aktiven. To potrjuje pričakovano večjo spremenljivost cvetličnega medu, saj je njegova sestava odvisna od kombinacije rastlinskih virov. Lipov med je med šibkeje aktivnimi vrstami, v letu 2026 pa ima najvišje skupne vrednosti MIK med večkrat zastopanimi vrstami. Najizraziteje šibko aktivnost kaže pri *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* in *Pseudomonas aeruginosa*. Akacijev med je v letu 2026 dosegel srednji profil, z boljšo aktivnostjo proti *Staphylococcus aureus* in *Campylobacter jejuni*. Bršljanov med pa je zastopan samo z enim vzorcem, zato je primerjava zgolj orientacijska.

Protimikrobna učinkovitost je zelo odvisna od vira medenja, geografskega porekla in letine (Rikohe in sod., 2023). Med različnih vrst je na splošno najbolj učinkovit (MIK) proti *Campylobacter jejuni* in *Staphylococcus aureus* (Slika 24), kar se sklada z ugotovitvami Rikohe in sodelavci (2023). Tudi vzorci medu iz Romunije kažejo večjo učinkovitost proti *Staphylococcus aureus* v primerjavi z učinkovitostjo proti *Pseudomonas aeruginosa* in *Escherichia coli* (Luca in sod., 2025).



Slika 24: Povprečne vrednosti MIK (%) za posamezno vrsto medu. Prikazana povprečja vključujejo vrednosti, ki v zgornjih tabelah sicer niso prikazane kot število.

6.4 ZAKLJUČEK

Vzorci medu, analizirani v programskem letu 2026, so bili neenakomerno razporejeni po vrstah. V naboru vzorcev so prevladovali gozdni in cvetlični med. V raziskavo smo vključili tudi vzorce ajdovega in bršljanovega medu, za katere še nimamo zbranih veliko podatkov iz prejšnjih programskih obdobjih.

Vsebnost vode je presegla 18,6 % le pri enem vzorcu, kar nakazuje, da pridelujemo kakovosten med, ki ustreza Pravilniku o kakovosti in označevanju medu (Uradni list RS, št. 151/26), temveč tudi strožjim kriterijem Slovenskega medu z zaščiteno geografsko označbo - Pravilnik za Slovenski med z zaščiteno geografsko označbo (UR. l. RS 46/2009). Povprečna vsebnost vode vseh vzorcev v programskem letu je 15,9 %.

Pelodna analiza je dokazala, da je v večini medu slovenskega porekla še vedno večinoma dominanten oziroma vrstno značilen pelod ($\geq 45\%$) pravi kostanj (*Castanea*), kar potrjuje njegovo tipično botanično poreklo.

Vzorci slovenskega medu kažejo tako antioksidativno učinkovitost kot protimikrobno delovanje proti analiziranim vrstam bakterij. V splošnem velja, da imajo večjo antioksidativno učinkovitost temni medovi; manini medovi (gozdni in hojev med) ter kostanjev in ajdov med. Naši rezultati se skladajo s tem, saj so imeli ajdov, kostanjev in gozdni med največjo vsebnost skupnih fenolnih spojin. Imeli so tudi večjo antioksidativno učinkovitost v primerjavi s svetlejšimi medovi (cvetlični, lipov, akacijev).

Vzorci medu, ki smo jih analizirali v letošnjem programskem letu, bodo doprinesli k obstoječi zbirki podatkov, ki je bila oblikovana med leti 2017 in 2019 (Kandolf Borovšak in sod., 2019) ter nadgrajena v predhodnem programskem obdobju 2020-2022 (Kandolf Borovšak in sod., 2022) in programskem obdobju 2023-2025 (Ratajc in sod., 2025).

6.5 VIRI

Balasundram N., Sundram K., Samman S. 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99, 1: 191-203

Benzie I.F.F., Strain J.J. 1996, The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measurement of »antioxidant power«: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 1: 70-76

Beretta G., Granata P., Ferrero M., Orioli M., Maffei Facino R. 2005. Standardization of antioxidant properties of honey by combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 533, 2: 185-191

Bertoncelj, J. 2008. Identifikacija in vsebnost antioksidantov v slovenskem medu. Doktorska disertacija. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 138 str.

Bogdanov, S. 1997. Nature and origin of the antibacterial substances in Honey. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 30: 748-753

Bogdanov S., Jurendic T., Sieber R., Gallmann P. 2009. Honey for Nutrition and Health: A Review. *Journal of the American College of Nutrition*, 27, 6: 677-689

Božnar A. 2011. Med. V: Slovensko čebelarstvo v tretje tisočletje. Zdešar P. (ur.), Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 299-323

Bucekova M., Ardekova L., Juricova V., Bugarova V., Di Marco G., Gismondi A., Leonardi D., Farkasovska J., Godocikova J., Laho M., Klaudiny J., Majtan V., Canini A., Majtan J. 2019. Antibacterial activity of different blossom honeys: new findings. *Molecules*, 24 (8): 1573 doi: 10.3390/molecules24081573

Buttstedt, A., Murešan, C. I., Lilie, H., Hause, G., Ihling, C. H., Schulze, S. H., ... & Moritz, R. F. 2018. How honeybees defy gravity with royal jelly to raise queens. *Current Biology*, 28 (7): 1095-1100.

Bucekova M., Bugarova M., Godocikova J., Majtan J. 2020. Demanding new honey qualitative standard based on antibacterial activity. *Foods*, 9: 1263 doi:10.3390/foods9091263

Cushnie T. T.P., Lamb A.J. 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26, 5: 343-356

Debelak, A. 2023. Povzetek strokovne razprave o bršljanovem medu. https://www.czs.si/Admin/load.php?sif_ob=3&sif_file=objave_podrobno_czs&sif_parent=13458, julij 2024

Debelak A., Janžekovič A., Ratajc U., Samec T. 2023. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov za leto 2023. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije, 124 str.

De-Melo A. A.M., Almeida-Muradian L., Sancho M. T., Pascual Mate A. 2017. Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. *Journal of Apicultural Research*, doi:10.1080/00218839.2017.1338444: 33 str.

French, V. M., Cooper, R. A., Molan, P.C. 2005. The antibacterial activity of honey against coagulase-negative staphylococci. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 56: 228-231

Goharshenasan P., Amini S., Atria A., Abtahi H., Khorasani G. 2016. Topical application of honey on surgical wounds: a randomized clinical trial., *Complementary Medicinal Research*, 23: 15-15

Hossain M. L., Lim L. Y. Hammer K., Hettiarachchi D., Locher C. 2021. Honey-based medicinal formulations: a critical review. *Applied sciences*, 11: 5159
doi:10.3390/app11115159

Jaskiewicz, K., Szczesna, T., Jachuła, J. 2025. How Phenolic Compounds Profile and Antioxidant Activity Depend on Botanical Origin of Honey—A Case of Polish Varietal Honeys. *Molecules*, 30, 360: 1-18

Justinek D., Lilek N. 2020. Čebelji pridelki v prehrani sladkornih bolnikov. Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije: 1-7

Kandolf B. A., Lilek, N., Samec, T. Bertoneclj, J., Korošec, M. 2020. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov. Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije: 72-94

Kandolf Borovšak A., Lilek, N., Samec, T. Bertoneclj, J., Korošec, M. 2021. Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov. Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije: 65-82

Kralj Kunčič M., Jaklič D., Lapanje A., Gunde-Cimerman N. 2012. Antibacterial and antimycotic activities of Slovenia honeys. *British Journal of Biomedical Science*, 69, 4: 154-158

Kwakman P.H.S., Zaat S.A.J. 2011. Antibacterial components of honey. *International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life*, 64, 1: 45-55

Luca, L., Pauliuc, D., Ursachi, F. et al. 2025. Physicochemical parameters, microbiological quality, and antibacterial activity of honey from the Bucovina region of Romania. *Science Reports* 15, 4358: 1-21

Mărgăoan R., Topa E., Balkanska R., Yücel B., Oravecz T., Cornea-Cipcigan M., Vodnar D. C. 2021. Monofloral honeys as a potential source of natural antioxidants, minerals and medicine. *Antioxidants*, 2021, 10, 1023. doi: 10.3390/antiox10071023

Martinello M. in Mutinelli F. 2021. Antioxidants activity in bee products: a review. *Antioxidants*, 10: 71 doi:10.3390/antiox10010071

Martinotti S., Ranzato E. 2018. Honey, wound repair and regenerative medicine. *Journal of Functional Biomaterials*, 9:34 doi:10.3390/jfb90200314

Miorin, P. L., Levy Junior, N.C., Custodio, A. R., Bretz, W.A., Marcucci, M.C. 2003. Antibacterial activity on honey and propolis from *Apis mellifera* and *Tetragonisca angustula* against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Applied Microbiology*, 2003, 95: 913-920

Molan, P.C. 2001. Honey as a topical antibacterial agent for treatment of infected wound. <http://www.worldwidewounds.com/2001/november/Molan/honey-as-topical-agent.html>

Molan P., Rhodes T. 2015. Honey: a biological wound dressing. *Wounds*, 27(6): 141-151

Molyneux P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH•) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26, 2: 211-219

Mundu, M. A., Padilla-Zakour, O.I., Worobo, R. W. 2004. Growth inhibition of foodborne pathogens and food spoilage organisms by select raw honeys. *International Journal of Food Microbiology* 97: 1-8

Nagai, T., Inoue, R., Kanamori, N., Suzuki, N., Nagashima, T. 2006. Characterization of honey from different floral sources. Its functional properties and effects of honey species on storage of meat. *Food Chemistry*, 97: 256-262

Nolan, V.C., Harrison, J., Cox, A.G.C. 2019. Dissecting the antimicrobial composition of honey. *Antibiotics*. 8, 251. doi:10.3390/antibiotics8040251

Peras I. Določitev nekaterih fizikalno-kemijskih parametrov ajdovega medu. Diplomsko delo (UN), Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 23 str.

Pravilnik o medu. 2011. Uradni list Republike Slovenije, št. 4, 21.1.2011. Pridobljeno: https://www.uradni-list.si/_pdf/2011/Ur/u2011004.pdf (julij, 2022).

Rana S., Mishra M., Yadav D., Subramani S.K., Katare C., Prasad GBKS. 2018. Medicinal uses of honey: a review on its benefits to human health. *Progress in Nutrition*, 20, 1: 5-14.

Ratajc, U., Debelak, A., Golob, S., Samec, T. 2024, Poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov za leto 2024. Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije: 74-91

Ratajc, U., Debelak, A., Golob, S., Samec, T. 2025, Končno poročilo aplikativne raziskave Karakterizacija čebeljih pridelkov 2023-2025. Lukovica: Čebelarska zveza Slovenije

Rikohe I. F., Mlozi S. H., Ngondya I. B. 2023. Seasons and bee foraging plant species strongly influence honey antimicrobial activity. *Journal of Agriculture and Food Research*, 12, 100622, 7 str.

Shakoori, Z., Salaseh, E., Mehrabian, A.R., Tehrani, D.M., Dardashti, N.F. and Salmanpour, F. 2024. The amount of antioxidants in honey has a strong relationship with the plants selected by honey bees. *Scientific Reports*, 14, 1: 351.

Soler C., Gil M., Garcia-Viguera C., Tomás-Barberán f. A. 1995. Flavanoid patterns of French honeys with different floral origin. *Apidologie*, 26, 1: 53-60

Stankovič K 2016. Karakterizacija manj znanih vrst slovenskega medu. Magistrsko delo (Du2), Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 95 str.

Valachova I., Bucekova M., Majtan J. 2016. Quantification of bee-derived defensin-1 in honey by competitive enzyme-linked immunosorbent assay, a new approach in honey quality control. *Czech Journal of Food Science*, 34: 233-243

Vandamme L., Heyneman A., Hoeksema H., Verbelen J., Monstrey S. 2013. Honey in modern wound care: a systematic review. *Burns*, 39: 1514-1525

Weston, R. J. 2000a. The contribution of catalase and other natural products to the antibacterial activity of honey: a review. *Food Chemistry*, 71: 235-239

Wieczorek J., Pietrzak M., Pomianowski J., Wieczorek Z. 2014. Honey as a source of bioactive compounds. *Polish Journal of Natural Sciences*, 29, 3: 275-285

Zammit Young G.-W., Blundell R. 2023. A review on the phytochemical composition and health applications of honey. *Heliyon*, 9, e12507: 10 str.

Zainuddin, A.N.Z.; Mustakim, N.N.; Rosemanzailani, F.A.; Fadilah, N.I.M.; Maarof, M.; Fauzi, M.B. 2025. A Comprehensive Review of Honey-Containing Hydrogel for Wound Healing Applications. Gels, 11, 19: 1-37