

POROČILO O VPLIVU TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU

KONČNO POROČILO

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

Lukovica, julij 2019

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

APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU

Naslov: Poročilo o vplivu tehnologije čebelarjenja na čebelje družine in kakovost medu

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

Oznaka pogodbe : POGODBA št: 2330-17-000070

Izvajalec: Čebelarska zveza Slovenije
Brdo pri Lukovici 8
1225 Lukovica

Vodja projekta : dr. Peter Kozmus

Skrbnik pogodbe : Vlado Auguštin

Sodelavci : Vlado Auguštin (ČZS),
mag. Andreja Kandolf Borovšak(ČZS),
Nataša Lilek (ČZS),
Tomaž Samec (ČZS)
dr. Peter Kozmus (ČZS)

Avtorji poročila: Vlado Auguštin, Andreja Kandolf, Peter Kozmus, Nataša Lilek

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

Dr. Peter Kozmus
vodja projekta
Lukovica, 27.7.2019

Boštjan Noč,
predsednik ČZS

1	UVOD	9
1.1	CILJI RAZISKAVE	9
2	PREGLED OBJAV	10
2.1	VPLIV SATJA NA RAZVOJ ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU	10
2.2.	VPLIV RAZLIČNIH KONCENTRACIJ SLADKORNE RAZTOPINE OKSALNE KISLINE NA UČINKOVITOST IN TOLERANCO ČEBEL	13
3	NAČRT DELA	23
3.1	VPLIV STAROSTI SATJA NA RAZVOJ DRUŽINE IN KAKOVOST TER DONOS MEDU	23
3.2	VPLIV RAZLIČNIH KONCENTRACIJ SLADKORNE RAZTOPINE OKSALNE KISLINE NA UČINKOVITOST IN TOLERANCO ČEBEL	26
3.3	DRUGA FAZA PROJEKTA	26
4	REZULTATI IN RAZPRAVA.....	27
4.1	VPLIV STAROSTI SATJA NA RAZVOJ DRUŽINE IN KAKOVOST TER DONOS MEDU.....	27
4.1.1	Živalnost čebeljih družin	27
4.1.2	Število satov pokrite zalege	29
4.1.3	Zaloga medu v plodišču	31
4.1.4	Zaloga cvetnega prahu v plodišču	32
4.1.5	Rojivost čebeljih družin.....	34
4.1.6	Donos medu.....	35
4.1.7	Primerjava mladega in starega satja	39
4.2	VPLIV SATJA NA KAKOVOST MEDU	40
4.2.1	Določanje vsebnosti vode v medu	41
4.2.2	Določanje električne prevodnosti medu	41
4.2.3	Določanje v vodi netopnih snovi	42
4.2.4	Določanje postih kislin in pH vrednosti medu	42
4.2.5	Določanje diastazne aktivnosti medu	42
4.2.6	Določanje vsebnosti hidroksimetilfurfurala v medu (HMF)	43
4.2.7	Določanje vsebnosti sladkorjev	43
4.2.8	Pelodna analiza medu.....	43
4.2.9	Določanje kvasovk v medu.....	43
4.2.10	Spektrofotometrično merjenje barve.....	44
4.2.11	Senzorična ocena	44
4.2.12	Določanje skupnih fenolnih spojin s Folin-Ciocalteuovo (FC) metodo	44

APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU

4.2.13	Določanje ekstrahiranih fenolnih spojin s pomočjo ekstrakcije na trdni fazi SPE	45
4.2.14	Določanje antioksidativne učinkovitosti- DPPH metoda.....	46
4.2.15	Določanje antioksidativne učinkovitosti- FRAP metoda	46
4.2.16	Statistična analiza	47
4.2.17	Rezultati analiz medu	47
4.3	VPLIV RAZLIČNIH KONCENTRACIJ SLADKORNE RAZTOPINE OKSALNE KISLINE NA UČINKOVITOST IN TOLERANCO ČEBEL	59
4.3.1	Način testiranja	60
4.3.2	Odpad varoj po tretiranju s sladkorno raztopino oksalne kisline 2017	61
4.3.3	Odpad varoj po tretiranju s sladkorno raztopino oksalne kisline 2018	63
4.3.4	Ocenjevanje učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline.....	66
4.4	Učinkovitost različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline.....	67
4.4.1	Ocenjevanje tolerance čebel na različne koncentracije sladkorne raztopine oksalne kisline	70
4.5	OSTANKI KUMAFOSA V ČEBELJIH PRIDELKIH	77
4.5.1	Vzorčenje čebeljih pridelkov.....	77
4.5.2	Uporabljena analitska metoda za določanje ostankov kumafosa v čebeljih pridelkih	79
4.5.3	Vosek.....	80
4.5.4	Med in cvetni prah	84
4.5.5	Propolis.....	86
5	ZAKLJUČKI.....	88
5.1	NAVODILA ZA ČEBELARJE	90
6	LITERATURA.....	91

KAZALO SLIK

Slika 1: Oksalna kislina	14
Slika 2: Kumafos	15
Slika 3: Čebelje družine na stojišču, kjer se bo izvajalo testiranje vpliva starosti satja na razvoj družine in kakovost ter donos medu.....	23
Slika 4: Deviško satje v čebeljih družinah skupine A	24
Slika 5: Staro satje v čebeljih družinah skupine B.....	24
Slika 6: Označitev panjev v testni skupini A in B.....	24
Slika 7: Čebelji družini iz testnih skupini A in B na tehtnici.....	25
Slika 8: Dodajanje mlade matice v matičnici.....	25
Slika 9: Primerjava živalnosti čebeljih družin s starim in mladim satjem po izzimitvi	27
Slika 10: Primerjava zalege v čebeljih družinah s starim in mladim satjem.....	29
Slika 11: Primerjava zaloga medu in cvetnega prahu v čebeljih družinah s starim in mladim satjem.....	31
Slika 12: Sat s cvetnim prahom	32
Slika 13: Sat s matičnikom.....	34
Slika 14: Mlado in staro satje pred točenjem	35
Slika 15: Primerjava mladega in starega satja.....	39
Slika 16: Točenje medu.....	40
Slika 17: Barva raztopine medu po dodatku FC reagenta.....	45
Slika 18: Ekstrakcija fenolnih spojin s kolono Strata X.....	45
Slika 19: Izguba vijolične barve DPPH reagenta.....	46
Slika 20: Čebelje družine na stojišču, kjer se je izvajal vpliv različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline na učinkovitost in toleranco čebel	59
Slika 21: Kapanje sladkorne raztopine oksalne kisline Slika 22: Testni vložek in odpad varoj	61
Slika 23: Uporaba Varidola	66
Slika 24: Primerjava živalnosti čebeljih družin skupine A in B po izzimitvi	71
Slika 25: Panji, v katerih je potekal poskus	77
Slika 26: Mlad sat iz katerega smo vzorčili vosek, med in voščene pokrovčke	78
Slika 27: Topljenje voska v vodni kopeli in prečiščen vosek pripravljen za analizo..	78
Slika 28: Izkopavanje cvetnega prahu	79

KAZALO PREGLEDNIC:

Preglednica 1: Spremembe na satovju ob rasti števila (n) čebeljih generacij v družini (Bogdanov, 2012)	10
Preglednica 2: Rezultati kontrole voska Inštituta KON-CERT v letu 2014.....	18
Preglednica 3: Spremembe na satovju ob rasti števila (n) čebeljih generacij v družini	40
Preglednica 4: Povprečne vrednosti analiziranih parametrov točenja 7.6.2017	48
Preglednica 5: Povprečne vrednosti analiziranih parametrov prvega točenja (6.7.2017)	49
Preglednica 6: Povprečne vrednosti analiziranih parametrov prvega točenja (21.5.2018).....	50
Preglednica 7: Povprečne vrednosti analiziranih parametrov drugega točenja (2.7.2018)	51
Preglednica 8: Povprečne vrednosti analiziranih parametrov prvega točenja (3.6.2019)	52
Preglednica 9: Povprečne vrednosti analiziranih parametrov drugega točenja (4.7.2019).....	53
Preglednica 10: Pregled odpada varoj po tretiranju z različnimi koncentracijami sladkorne raztopine oksalne kisline po skupinah A in B.....	61
Preglednica 11: Pregled odpada varoj po tretiranju po skupinah A in B po datumih leta 2017.....	62
Preglednica 12: Pregled odpada varoj po tretiranju z različnimi koncentracijami sladkorne raztopine oksalne kisline po skupinah A in B leta 2018	64
Preglednica 13: Pregled odpada varoj po tretiranju po skupinah A in B po datumih leta 2018.....	64
Preglednica 14: Pregled učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline 2017	67
Preglednica 15: Pregled učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline po datumih leta 2017	68
Preglednica 16: Pregled učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline 2018	69
Preglednica 17: Pregled učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline po datumih leta 2018	69
Preglednica 18: Povprečne vsebnosti kumafosa (mg/kg) vosku, medu in izkopancu v letu 2017	80
Preglednica 19: Povprečne vsebnosti kumafosa (mg/kg) vosku, medu in izkopancu v letu 2018	81
Preglednica 20: Povprečne vsebnosti kumafosa (mg/kg) vosku, medu in izkopancu v letu 2019	81
Preglednica 21: Povprečne vsebnosti kumafosa (mg/kg) v propolisu.....	86

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Vsebnost kumafosa v vzorcih interne kontrole medu.....	17
Graf 2: Povprečna vsebnost kumafosa (mg/kg) v vosku (Rdeča črta prikazuje mejo 1 mg/kg, pri kateri naj bi začel kumafos iz voska prehajati v med.).....	19
Graf 3: Povprečna vsebnost kumafosa (mg/kg) v medu (Rdeča črta prikazuje najvišjo mejno vrednost kumafosa v medu po Uredbi Evropske komisije, št. 37/2010.)	20
Graf 4: Povprečna vsebnost kumafosa (mg/kg) v cvetnem prahu glede na pogostost uporabe Checkmita	21
Graf 5: Primerjava živalnosti čebeljih družin s starim in mladim satjem leta 2018...	28
Graf 6: Primerjava živalnosti čebeljih družin s starim in mladim satjem leta 2019...	28
Graf 7: Primerjava števila satov s pokrito zalogo čebeljih družin s starim in mladim satjem leta 2018.....	30
Graf 8: Primerjava števila satov s pokrito zalogo čebeljih družin s starim in mladim satjem leta 2019.....	30
Graf 9: Primerjava števila satov s zalogo medu v čebeljih družinah s starim in mladim satjem leta 2018.....	31
Graf 10: Primerjava števila satov s zalogo medu v čebeljih družinah s starim in mladim satjem leta 2019	32
Graf 11: Primerjava števila satov s cvetnim prahom v čebeljih družinah s starim in mladim satjem leta 2018	33
Graf 12: Primerjava števila satov s cvetnim prahom v čebeljih družinah s starim in mladim satjem leta 2019	33
Graf 13: Primerjava rojivosti v čebeljih družinah s starim in mladim satjem leta 2018	34
Graf 14: Primerjava rojivosti v čebeljih družinah s starim in mladim satjem leta 2019	35
Graf 15: Donos medu – 1 točenje 21. maj 2018	36
Graf 16: Donos medu – 2 točenje 2. julij 2018.....	36
Graf 17: Povprečen donos medu v letu 2018.....	37
Graf 18: Donos medu – 1 točenje 3. junij 2019	37
Graf 19: Donos medu – 2 točenje 4. julij 2019.....	38
Graf 20: Povprečen donos medu v letu 2019.....	38
Graf 21: Povprečne vrednosti z najvišjo in najvišjo vrednostjo za število kvasovk, antioksidativno učinkovitost določeni z DPPH ter FRAP metodo in barvo za med prvega (levo) in drugega (desno) točenja v letu 2017 (med parametri označeni z * znotraj prvega točenja med skupina obstajajo statistično značilne razlike ($p < 0,05$) z Duncanovim testom.....	56
Graf 22: Povprečne vrednosti z najvišjo in najvišjo vrednostjo za število kvasovk, antioksidativno učinkovitost določeni z DPPH ter FRAP metodo in barvo za med prvega (levo) in drugega (desno) točenja v letu 2018 (med parametri označeni z * znotraj prvega točenja med skupina obstajajo statistično značilne razlike ($p < 0,05$) z Duncanovim testom.....	57
Graf 23: Povprečne vrednosti z najvišjo in najvišjo vrednostjo za število kvasovk, antioksidativno učinkovitost določeni z DPPH ter FRAP metodo in barvo za med prvega (levo) in drugega (desno) točenja v letu 2019 (med parametri označeni z * znotraj prvega točenja med skupina obstajajo statistično značilne razlike ($p < 0,05$) z Duncanovim testom.....	58
Graf 24: Pregled odpada varoj skupina A Graf 25: Pregled odpada varoj skupina B	62

Graf 26: Pregled odpada varoj po dnevih skupine A in skupne B.....	62
Graf 27: Pregled odpada varoj po dnevih skupine A in skupne B po odstotkih	63
Graf 28: Pregled odpada varoj skupina A Graf 29: Pregled odpada varoj skupina B.	64
Graf 30: Pregled odpada varoj po dnevih skupine A in skupne B.....	65
Graf 31: Pregled odpada varoj po dnevih skupine A in skupne B po odstotkih	65
Graf 32: Pregled učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline	68
Graf 33: Pregled učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline	70
Graf 34: Primerjava živalnost čebeljih družin skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2018.....	71
Graf 35: Primerjava živalnost čebeljih družin skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2019.....	72
Graf 36: Primerjava zaloge medu v plodišču skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2018.....	72
Graf 37: Primerjava zaloge medu v plodišču skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2019.....	73
Graf 38: Primerjava zaloge cvetnega prahu v skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2018.....	73
Graf 39: Primerjava zaloge cvetnega prahu v skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2019.....	74
Graf 40: Primerjava satov pokrite zalege skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2018.....	74
Graf 41: Primerjava satov pokrite zalege skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2019.....	75
Graf 42: Primerjava rojilnega nagona skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) leta 2018.....	75
Graf 43: Primerjava rojilnega nagona skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) leta 2019.....	76
Graf 44: Primerjava donosa medu skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.)v letu 2018.....	76
Graf 45: Primerjava donosa medu skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2019.....	76
Graf 46: Povprečne vrednosti kumafosa v vosku starega satja med in po uporabi Checkmita	83
Graf 47: Povprečne vrednosti kumafosa v vosku mladega satja med in po uporabi Checkmita	83
Graf 48: Povprečne vrednosti kumafosa v vosku proste gradnje med in po uporabi Checkmita	84
Graf 49: Povprečne vrednosti kumafosa v medu med in po uporabi Checkmita.....	85
Graf 50: Povprečne vrednosti kumafosa v izkopancu med in po uporabi Checkmita	86
Graf 51: Povprečne vrednosti kumafosa v propolis med in po uporabi Checkmita ...	87

1 UVOD

Skrb za varne in kakovostne čebelje pridelke je dolžnost vsakega čebelarja, saj si vsak kupec zasluži, da kupi med, ki je varno in kakovostno živilo. V medu ne sme biti ničesar, kar ni njegova primarna sestavina. Ne sme biti biološko onesnažen, v njem ne sme biti fizikalnih delcev, kemične snovi, ki so mu sicer tuje (npr. akaricidi), morajo biti v mejah dovoljenih vrednosti. Med mora biti popolnoma naraven proizvod, tak, kakršnega proizvedejo čebele iz naravnih izločkov. Čebelar mu ne sme ničesar odvzeti in ničesar dodati.

Med lahko ogroža več dejavnikov tveganja:

- prehod krme za čebele v med,
- ostanki kemičnih sredstev, ki jih uporabljamo predvsem za zatiranje varoj (akaricidov),
- pojav nečistoč (fizikalnih delcev) v medu.

Čebelarjeva naloga je, da vse te dejavnike tveganja z pravilno tehnologijo čebelarjenja zmanjša na minimum. Na razpolago ima več ukrepov kot so npr:

- izvajanje apitehničnih ukrepov, saj bo na ta način zmanjšal število varoj v čebelji družini;
- uporabo sonaravnih sredstev za zatiranje varoj, in to tistih, ki v vosku ne puščajo ostankov (eterična olja, organske kisline);
- redno menjavo satja (na vsake tri leta);

Glavna čebelarjeva naloga skozi celo čebelarsko leto pa mora biti skrb za ohranitev močnih čebeljih družin in zagotovitev zdravih zimskih čebel.

1.1 CILJI RAZISKAVE

V okviru raziskave smo ugotavljali vpliv tehnologije čebelarjenja na uspešnost vzdrževanja močnih, zdravih čebeljih družin ter vplive starosti satja na razvoj čebelje družine in kakovost medu.

Cilji raziskave o vplivu tehnologije čebelarjenja na čebelje družine in kakovost medu so:

- spremljati vpliv starosti satja na razvoj družine in kakovost ter donos medu,
- spremljati vpliv različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline na učinkovitost in toleranco čebel,
- spremljati upadanje vsebnosti kumafosa v čebeljih pridelkih po njegove prenehanju uporabe
- izdelati tudi navodila čebelarjem glede vpliva satja, koncentracij sladkorne oksalne kisline na zdravljenje čebel in uporabe kumafosa.

2 PREGLED OBJAV

2.1 VPLIV SATJA NA RAZVOJ ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU

Satje je sestavni del čebeljega panja. V njem čebele gojijo zalego, hkrati pa je satje tudi posoda za skladiščenje medičine, medu in cvetnega prahu. Ne nazadnje je to tudi prostor za bivanje in prezimovanje čebel. Satje varuje čebele pred zunanjimi vplivi, zato je tudi ključni dejavnik preživetja čebelje družine. V panju uravnava toplotni režim, saj je vosek zaradi svoje velike toplotne kapacitete nekakšen akumulator toplote. Ker v satju obstaja določena mikroklima (toplota in vlažnost), sta od njegove kakovosti v veliki meri odvisna normalen razvoj čebelje družine in kakovost medu.

Zaradi stalne uporabe se satje spreminja. Ker se v njem izlegajo čebele, se sčasoma zmanjšuje njegova kakovost, tako da začne počasi ovirati vzrejo zalege, skladiščenje medu in vzdrževanje mikroklima. Vsaka žerka zapusti v svoji celici dva sloja rjavkasto obarvanih zaprednih (kokonskih) snovi, med njima pa tudi drobce iztrebkov – teh je zlasti veliko na dnu. Pokrovci, s katerimi odrasle čebele zapirajo celice z zabubljenimi žerkami, vsebujejo precejšnjo količino snovi iz celičnih robov in sten. Ko se mladice izležejo, se snovi, uporabljene za pokrovce, znova vrnejo v celične stene in robove. Po več rodovih je v celičnih stenah in robovih precej kokonskih snovi, zato je satje čedalje bolj temno rjavo, prostornina celic pa čedalje manjša.

Prav tako se spreminjajo tudi debelina, oblika in prostornina celičnih sten. **V zmanjšanih celicah je premalo prostora za normalen razvoj čebelje ličinke in bube,** zato se iz njih izležejo manjše čebele slabše kakovosti, zaradi česar je manjša tudi njihova sposobnost nabiranja cvetnega prahu in nektarja. Takšno satje imenujemo staro. Od mladega se razlikuje po temni barvi in teži. Star sat tehta toliko kot mlad sat s polovico medene rezerve.

Preglednica 1: Spremembe na satovju ob rasti števila (n) čebeljih generacij v družini (Bogdanov, 2012)

N generacij čebel	Barva satja	Prostornina celic (cm³)	Debelina satja (mm)	Premjer celic (mm)	Masa čebel (mg)	Odstotek voska
0-1	rumena	0,282	0,22	5,42	123	86-100
2-5	rjava	0,269	0,4	5,26	120	60
6-10	Temno rjava	0,255	0,73	5,24	118	49
13-15	črna	0,249	1,08	5,21	106	46

Ruski strokovnjaki so izračunali vpliv zmanjšanja prostornine celice starega satja na čebele in pridelek medu. Če je prostornina celic na novo zgrajenega satja 100 %, se ta po desetih generacijah čebel zmanjša na 83,3 %, po 15 generacijah pa na 67,1 %. Deset tisoč čebel, izleženih iz celic na novo zgrajenega satja, tehta 1 kg, iz satja rjave barve 0,838 kg, iz temnega satja pa samo še 0,671 kg. Za donos enake količine medu, kot ga čebele proizvedejo na novo zgrajenem satju, je na satju, na katerem se je izleglo deset generacij čebel, potrebnih dvakrat več čebel, na temnem satju pa petkrat več. Več let trajajoče spremljanje donosov je pokazalo, da čebele iz družin s starim temnim satjem prinesejo 40–47 % manj medu kot družine s kakovostnim satjem (Lebedev, Krivcov 2000).

V starem satju najdejo zatočišče spore mikroorganizmov, ki povzročajo različne čebelje bolezni, jajčeca voščene vešče, čebeljih uši itd. Tako na primer spore hude gnilobe čebelje zalege ostanejo v starem satju kužne tudi 35 let, spore povzročitelja noseme pa so dejavne do dve leti. Staro satje je dejavnik razvoja poapnele zalege. Spore te bolezni so zelo trdovratne, saj lahko zaradi debele ovojnice, ki jih varuje pred neugodnimi dejavniki, preživijo v naravi, medu ali celo v 40 let starem satju. Čebelje družine z večinoma starim satjem v primerjavi z družinami z novim satjem kar sedemkrat pogosteje obolevajo za poapnelo zalego.

Čebele v staro satje s plitkimi in zoženimi celicami skladiščijo veliko manjšo količino rezervne hrane, medu in cvetnega prahu kot v mlado satje. Zaradi tega je večja tudi umrljivost čebeljih družin, ki prezimujejo na starem satju.

Staro satje je vzrok velikih sprememb v mikroklimi, toploti in vlažnosti gnezda med prezimovanjem čebel. Debela in masivna struktura tega satja dobesedno izolira posamezne ulice zimskega gnezda in tako preprečuje prenos toplote med njimi, zato se v zimskem gnezdu ne vzpostavi optimalni toplotni režim, posledica tega pa sta slabo (pogosto tudi katastrofalno) prezimovanje in počasnejši spomladanski razvoj čebelje družine.

Staro satje je tudi zbiralnik škodljivih snovi, ki jih v panj занesejo čebelar in čebele same ali vanj vdrejo neposredno iz okolja. Najpogostejši onesnaževalci satja so:

- akaricidi, ki jih v panj vnesejo izključno čebelarji,
- pesticidi, ki jih v panj prinesejo čebele, in
- težke kovine iz industrijsko obremenjenega okolja.

Lipofilne, to je v olju topne nečistoče, razmeroma hitro preidejo v voščene stene celic, kopičijo pa se tudi v čebelah. Med najpogostejšimi in tudi najnevarnejšimi nečistočami v starem satju so akaricidi (kumafos, fluvalinat, amitraz), ki smo jih čebelarji med več kot 30 let trajajočim bojem proti pršici *Varroa destructor* vnašali v čebelje panje. Še posebej stabilen je kumafos, ki se kopiči v čebeljem vosku, prek nog in teles čebel pa se širi po celotnem panju in po vsej čebelji družini. Sami ga iz voska ne moremo odstraniti niti z

mehanskim čiščenjem niti s taljenjem. Kljub vezavi na vosek v satju se lahko začne ob večkratni uporabi po določenem času pojavljati tudi v medu, propolisu, cvetnem prahu in matičnem mlečku, s katerim čebele hranijo ličinke.

Ostanki kemičnih sredstev za zatiranje varoj v starih satih negativno vplivajo na razvoj čebelje družine in na vedenje čebel. Številne strokovne raziskave ugotavljajo, da na primer ostanki kumafosa, ki ga v zadnjem času uporabljamo za zatiranje varoj, zmanjšajo maso ličink, pašno dejavnost čebel, prenos hrane med delavkami in sposobnost asociativnega učenja (Bevk, 2012), prav tako pa zmanjšajo tudi telesno maso matic in maso njihovih jajčnikov (Haarmann, 2002). Rezultat vseh teh negativnih dejavnikov je tako zmanjšanje dolgoživosti čebel kot tudi vitalnosti čebeljih družin. Prav s tema pojavoma pa se v čebelarstvu spopadamo v zadnjih letih.

Zaradi vseh teh negativnih dejavnikov je treba staro satje pravočasno zamenjati. Obstaja nekaj zlatih čebelarских pravil, ki bi jih moral poznati vsak čebelar in se jih tudi držati. Eno izmed teh pravi, da je treba **vsako leto zamenjati od tretjine do četrtnine vsega satja v panju**. Ker večina slovenskih čebelarjev čebelari v AŽ-panjih z dvajsetimi sati, bi torej morali vsako leto zamenjati od pet do sedem starih satov s satnicami, po možnosti iz svojega voska, ki še ni bil izpostavljen akaricidom. Če smo za zdravljenje varoze uporabljali zdravilo Checkmite (kumafos), iz tega satja ne izdelujemo satnic.

Da bi kar najbolj zmanjšali ostanke akaricidov v čebeljih pridelkih, se moramo izogibati njihovi uporabi (vsebujejo jih zdravila kot so Checkmite, Perizin idr.), poleg tega pa moramo iz panjev odstraniti z akaricidi obremenjeno staro satje in vanje vstavljati zgolj neobremenjene satnice. To velja tako za satje v plodišču kot za tisto medišču, saj čebele prenašajo vosek po vsem panju.

Akaricide moramo čim prej odstraniti iz voska, kar lahko naredimo samo z uporabo satnic z minimalno vsebnostjo ostankov. V čebelarских trgovinah lahko kupimo ekološko pridelane satnice oziroma pri nakupu zahtevamo analizni izvid voska, svoj vosek pa lahko pred predelavo v satnice oddamo tudi v zahtevnejše čiščenje.

Pridobivanje medu iz starega satja obremenjenega z akaricidi ima velik vpliv na varnost medu, po vsej verjetnosti pa staro satje vpliva tudi na kakovost medu, ki je opredeljena z električno prevodnostjo, diastaznim številom, vsebnostjo vode, netopnih snovi, prostih kislin, HMF in sladkorjev (Pravilnik o medu, 2011; 2015). Med, ki je shranjen v starem satju, vsebuje več nečistoč, njegova barva je temnejša. Staro satje vsebuje manj voska in več proteinov (Bogdanov, 2012). Staro satje bi lahko imelo vpliv tudi na vsebnost fenolnih snovi v medu, saj jih je veliko v propolisu, staro satje pa je temnejše barve zaradi izločkov ličink, kokonov bub pa tudi zaradi ostankov propolisa (Bogdanov, 2012).

Čebelarji se moramo vedno zavedati, da je pravočasna **zamenjava starega satja z mladim temelj vzreje močnih in zdravih čebeljih družin**. Nič nam ne bo pomagalo

čebelarjenje v sodobnih panjih in tudi ne uporaba drugih sodobnih čebelarških pripomočkov v našem čebelarstvu, če ne bomo z redno menjavo satja ter z dodajanjem kakovostnih in zdravstveno neoporečnih satnic svojim čebelam zagotovili kar najboljšega osnovnega pripomočka – sata.

2.2. VPLIV RAZLIČNIH KONCENTRACIJ SLADKORNE RAZTOPINE OKSALNE KISLINE NA UČINKOVITOST IN TOLERANCO ČEBEL

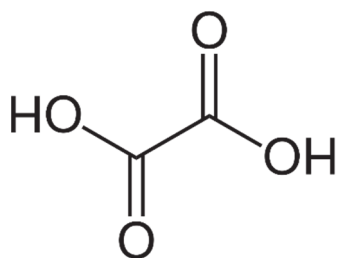
Čebele pogosto pestijo številne tegobe: bolezni, različni zajedavci in posledice zastrupitev s pesticidi. Navkljub veliki skrbi čebelarjev in rednemu tretiranju pa velja pršica *Varroa destructor* (Anderson in Trueman, 2000) za enega izmed najhujših škodljivcev v čebeljih družinah. Varoja ne povzroča samo velike izgube čebel (*Apis mellifera* C.), ampak tudi velike gospodarske izgube v čebelarstvu. Parazit varoja lahko povzroči izgubo tudi do 25 % teže čebele, hudo deformacijo kril, ter zmanjša življenjsko dobo in vitalnost čebel.

Ektoparazitsko pršico *Varroa destructor* je prvič leta 1904 na indijski čebeli (*Apis cerana*) opazil nemški trgovec in raziskovalec Edvard Jakobson. Parazitolog A.C. Quedemans jo je opisal in uvrstil v red pršic in ji dal strokovno ime *Varroa jacobsoni* Quedemans, po novem *Varroa destructor*. Na medonosni čebeli *Apis mellifera* so varojo prvič opazili leta 1958 na Japonskem, kjer pa takrat še niso bili pozorni na njo. V desetih letih se je razbohotila po vsej Japonski in tudi drugod po Aziji, ter prišla iz azijske Rusije v evropsko. Od tu je imela pršica *Varroa destructor* prosto pot v Evropo. Tako je leta 1976 iz Bolgarije prešla v tedanjo Jugoslavijo, leta 1980 pa so jo našli tudi v Sloveniji.

Varoja se prehranjuje s hemolimfo (krvjo) čebelje zalege ali čebel, odvisno od tega kje v čebelji družini se nahaja. Oplojene samičke *Varroa destructor* manjši del časa preživijo na čebelah, večinoma pa se nahajajo na čebelji zalegi v pokriti celici (Ritter, 1981). Še preden čebele pokrijejo zalego, samičke varoje sem polagajo jajčeca. Tu se parazit vali in razmnožuje. V čebelji družini, ki je napadena z zajedavcem, se porajajo slabotnejše, manjše in deformirane čebele, ki niso sposobne skrbeti zase, še manj pa za zalego. Zavržlo tega takšne čebele niso zmožne opravljati še drugih opravil v čebelji družini, ki zato ni več tako delavna in produktivna. Okužena čebelja družina postane mnogo manj odporna za razne kužne in nekužne bolezni, začne počasi hirati in na koncu odmre. Varoja je postala resen škodljivec medonosne čebele, ki uniči veliko število čebeljih družin.

Za zatiranje največjega sovražnika čebel *Varroa destructor*, čebelarji že dolga leta uporabljajo sintetične akaricide. To so zelo stabilne lipofilne substance, ki se nalagajo v vosku, nekoliko manj pa tudi v medu in drugih čebeljih proizvodih. Poleg problema nevarnih ostankov se pri uporabi sintetičnih akaricidov pojavlja tudi problem odpornosti varoj na ta sredstva (Miozes *et al.* 2000). Zaradi teh izrazito negativnih lastnosti sintetičnih akaricidov se čebelarji pri zatiranju varoj vse bolj zatekajo k naravnim sredstvom, kot so organske kisline. Med temi sredstvi se zadnje čase vse bolj uveljavljajo mravljinčna, mlečna in oksalna kislina. (Imdorf in sod., 1999).

Ker se čebelarji zelo težko soočajo s finančnimi izgubami zaradi padcev čebeljih družin, ki so posledica delovanja varoj, ter problemom odpornosti varoje na akaricide, iščejo druge nestrupene in učinkovite metode za njeno zatiranje. Eden od najpogostejših naravnih akaricidov, ki se uporabljajo proti varoji po vsej Evropi je oksalna kislina (OA). Njena učinkovitost je poznana že od sredine leta 1980, zaradi poskusov po postopkih pršenja in sublimacije, opravljenih predvsem v vzhodni-Evropi in Aziji. Oksalna kislina se je v zadnjih letih pokazala kot učinkovito sredstvo za zatiranje varoj, ki jo lahko uporabljamo na več na načinov, in sicer s kapanjem, škropljenjem in sublimacijo (Nanetti in sod., 2003, Rademacher in sod., 2006).



Slika 1: Oksalna kislina

Oksalna kislina je ena izmed tistih organskih kislin, ki jih je na podlagi seznama dovoljenih učinkovin v evropski farmakopeji tudi v Sloveniji uradno dovoljeno uporabljati za zatiranje varoj pri čebelah. V skladu z zakonskimi predpisi imajo pri uradni uporabi zdravil prednost tista, ki so že registrirana na območju EU. V skupnem evropskem prostoru delujejo trije proizvajalci registriranih zdravil, ki vsebujejo oksalno kislino, in sicer v Italiji, Švici in Španiji.

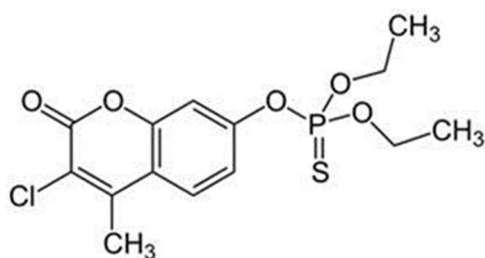
V evropskih državah je bilo objavljenih veliko število raziskav, študij in eksperimentov z različnimi koncentracijami oksalne kisline, in to od 30 g (Švica) do 60 g na liter sladkorne raztopine (Italija). Pokazalo se je, da je zelo težko ugotoviti idealno ravnovesje med učinkovitostjo oksalne kisline in toleranco čebel, saj na to vpliva veliko dejavnikov – od podnebnih razmer na kraju čebelarjenja do rase čebel, s katero čebelarimo. Tako na primer raztopini s 37 g in 45 g dihidrata oksalne kisline omogočata učinkovito zatiranje varoj, vendar pod določenimi okoliščinami čebele slabše prenašajo raztopino s 45 g dihidrata/liter. Ta vrsta raztopine upočasni spomladanski razvoj čebel in zmanjša njihovo aktivnost pri negi zalege, še posebej na območjih z dolgotrajno in mrzlo zimo. Ob povečanju koncentracije oksalne kisline na več kot 37 g pa vse do 75 g/liter raztopine se njena učinkovitost občutno ne poveča, prav tako je ta pri 30 g/liter le neznatno manjša (Charriere in sod., 2002).

2.3 OSTANKI KUMAFOSA V ČEBELJIH PRIDELKIH

Glavna sestavina voska so estri nasičenih maščobnih kislin, zato se lipofilni akaricidi, s katerimi čebelarji zatirajo varoje, vežejo nanj in tako ostajajo v vosku. Glede ostankov v vosku in ostalih čebeljih pridelkih je najbolj problematičen kumafos.

Kumafos je učinkovina v sredstvu za zatiranje varoj s trgovskim imenom CheckMite+®. To so plastični trakovi, ki vsebujejo 10 % aktivne sestavine kumafos. Čebele pridejo v stik s kumafosom preko trakov ki so v času zatiranja varoj obešeni med okvirji v sredini čebelje družine. Med čebele se kumafos porazdeli s socialnim kontaktom. Kumafos varoje zastrupi neposredno ali posredno. Na oplojene samice varoj, ki so pritrjene na čebele deluje neposredno, posredno pa preko prehranjevanja s hemolimfo (krvjo) gostitelja. Princip delovanja kumafosa je zaviranje delovanja encima acetilholinesteraze. Njegova naloga je razgrajevanje - nevtralizacija acetilholina. Kopičenje zalog acetilholina v organizmu varoje povzroči paralizo in pogin zajedavca, zato pršice odpadejo s čebel že nekaj ur po tretiranju. Jamstvo za uspešno tretiranje temelji na dejstvu, da je razmnoževalni cikel varoje v pokriti zalegi traja 12-13 dni, uporaba CheckMite+® trakov pa traja 4-6 tednov in 3-4 krat daljša od razmnoževalnega ciklusa varoje.

Že pogled na samo molekulo kumafosa pove, da je to izredno stabilna spojina: tiofosfatni ester v para poziciji glede na klor, popolnoma substituiran heterociklični obroč itd. Sama spojina je izredno stabilna in lipofilna. To potrjuje visoka vrednost Koc = 18000 ml/g, ki kaže na možnost visoke akumulacije kumafosa v organski masi oziroma v vosku.



Slika 2: Kumafos

Tako se kopiči v čebeljem vosku, ter se preko nog in teles čebel širi po celem panju in čebelji družini. Vsa notranja mesta čebeljega panja, po katerih se gibljejo čebele (okvirji, podnice, pokrovi, matične rešetke), prevlečejo s tankim slojem voska. Lipofilne substance – kumafos, ki jih najdemo prav na takšnih mestih, pa počasi iz njih prehajajo v druge čebelje pridelke, kot so med, deviški vosek in propolis. Še posebno propolis ima veliko afiniteto do lipofilnih substanc in je zato zelo dovzeten za kontaminacijo.

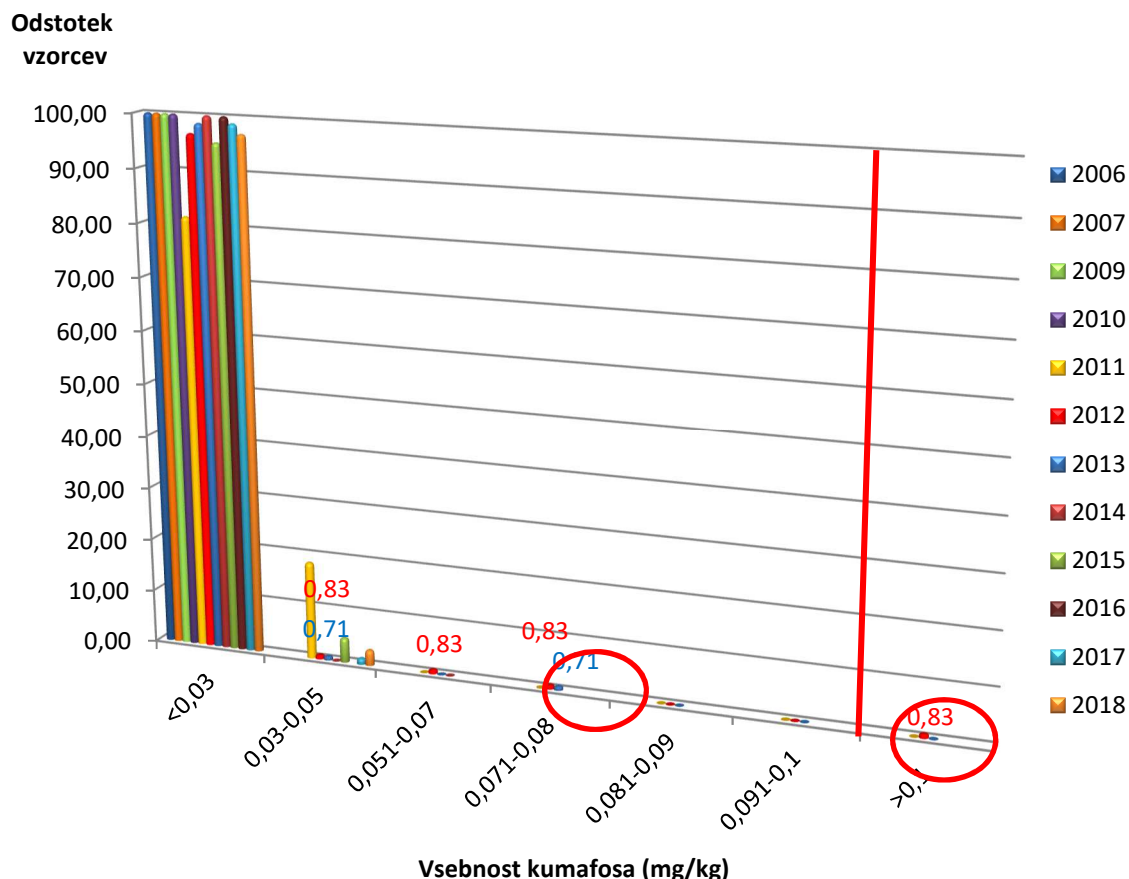
Največja negativna lastnost kumafosa je njegovo nalaganje v vosku, saj ga tudi pri predelavi v satnice ne moremo izločiti. Kumafos v vosku zaznamo tudi pri čebelarjih, ki

tega niso nikoli uporabljali za zatiranje varoj, v svoje čebelarstvo so ga vnesli z nakupom satnic ali nakupom in uporabo starih čebeljih panjev, v katerih se je v preteklosti uporabljal kumafos. Že vsebnost 1 mg/kg kumafosa v vosku lahko povzroči pojav le tega v medu (Wallner, 1992).

Za med in cvetni prah je na podlagi *Uredbe komisije (EU) št. 37/2010 z dne 22. decembra 2009* o farmakološko aktivnih snoveh in njihovi razvrstitvi glede mejnih vrednosti ostankov v živilih živalskega izvora ter *Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta (ES) 396/2005 z dne 23. februarja 2005* o mejnih vrednostih ostankov pesticidov v ali na hrani in krmi rastlinskega in živalskega izvora ter o spremembi Direktive Sveta 91/414/EGS predpisana najvišja mejna vrednost (MRL) ostankov po uporabi zdravila v veterinarski medicini, ki jo Evropska skupnost sprejme kot zakonsko dovoljeno ali priznano kot sprejemljivo v ali na živilu.

Najvišja mejna vrednost (MRL) ostankov sintetičnih akaricidov v medu in cvetnem prahu je za kumafos 0,1 mg/kg, za vosek pa najvišja mejna vrednost ni predpisana.

V Sloveniji se je vsebnost kumafosa v medu bistveno povišala v letih 2011 in 2012, to je po uporabi zdravila Checkmita. Najvišje vrednosti v medu so bile dosežene v vzorcih iz leta 2012, ko je bil kumafos zaznan v 52 % vzorcev (graf 1). Vsebnost kumafosa je v enem vzorcu dosegla mejno vrednost 0,1 mg/kg (100 µg/kg), določeno v Uredbi komisije (ES) št. 37/2010, dva vzorca, ki sta vsebovala 0,67 mg/kg in 0,73 mg/kg, pa sta se meji nevarno približala.



Graf 1: Vsebnost kumafosa v vzorcih interne kontrole medu

V vzorcih medu iz leta 2013 je bilo v enem vzorcu 0,8 mg/kg kumafosa, v enem 0,4 mg/kg, v ostalih vzorcih ga ni bilo (Kmecl, 2013), v letu 2014 pa ga je bilo največ 0,4 mg/kg, najden je bil v nekaj več kot 7 % vzorcev (Kmecl, 2014). V letu 2015 so kumafos našli v dveh od 42 vzorcev v koncentraciji od 0,03 do 0,05 mg/kg (Kmecl, 2015), v letu 2016 so ga našli v 8 od 156 vzorcev v razponu od 0,01 do 0,02 mg/kg (Kmecl, 2016), v letu 2017 pa v sedmih vzorcih v koncentraciji od 0,009 do 0,02 mg/kg, enemu v koncentraciji med 0,02 in 0,03 mg/kg in enemu več kot 0,03 mg/kg, 75 vzorcev kumafosa ni vsebovalo (Kmecl, 2017). V letu 2018 so ga našli v treh vzorcih v razponu od 0,09 do 0,03 mg/kg, v treh pa več kot 0,03 mg/kg, 94 vzorcev kumafosa ni vsebovalo (Kmecl, 2018) (graf 1).

Tudi v okviru *Kontrole medu in čebeljih pridelkov 2014 - Sklop 3: Kontrola ostankov v čebeljih pridelkih*, so pri analizi ostankov kumafosa v vosku, ugotovili, da le 13,33 % vzorcev kumafosa ni vsebovalo, v vseh ostalih vzorcih so bili prisotni ostanki kumafosa, kar je nedvoumno posledica uporabe CheckMite+® v zadnjih letih. Kar 46,67 % vzorcev je imelo vsebnost kumafosa večjo od 1 mg/kg, kar je meja ko začne kumafos iz voska prehajati v med. Najvišja vrednost kumafosa v vosku je znašala 8,76 mg/kg (Kozmus in sod., 2014). V vzorcih iz leta 2017 10 % vzorcev voska ostankov kumafosa ni vsebovalo, 40 % vzorcev voska jih je vsebovalo kumafosa pod 1 mg/kg. Najvišja vsebnost kumafosa v vzorcu voska je bila 13,30 mg/kg (Lilek in sod., 2017). V vzorcih iz leta 2018 je bila v 66,7 % analiziranih vzorcev voska izmerjena vsebnost kumafosa manjša od 1 mg/kg, 26,7 % teh vzorcev kumafosa ni vsebovalo oz. je bil pod mejo detekcije naprave (< 0,01 mg/kg), 33,3 % vzorcev voska pa je vsebovalo nad 1 mg/kg kumafosa. Najvišja vsebnost kumafosa

v vzorcu voska je bila 14,04 mg/kg, povprečna vrednost vseh analiziranih vzorcev voska (n=30) pa 2,09 mg/kg (Lilek in sod., 2018).

Inštitut KON-CERT je v letu 2014 pri ekoloških čebelarjih ugotovil, da kar 55,55 % vzorcev voska vsebuje kumafos nad mejo detekcija analitske metode (preglednica 2). Glede na določilo 44. člena *Pravilnika o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil* (Uradni list RS, št. 8/14), se pri analizi vzorcev na ostankе FFS v Sloveniji upošteva meja detekcije analitske metode. To pomeni, da čebelar, ki se odloči za prehod na ekološko čebelarjenje, ne more za svoje nadaljnje delo uporabiti čebeljih panjev, v kolikor je v njih v preteklosti za zatiranje varoj uporabil kumafos. Ta se je namreč z voskom akumuliral na stene panja, od koder bo počasi prehajal v ekološke satnice, ki so brez ostankov akaricidov.

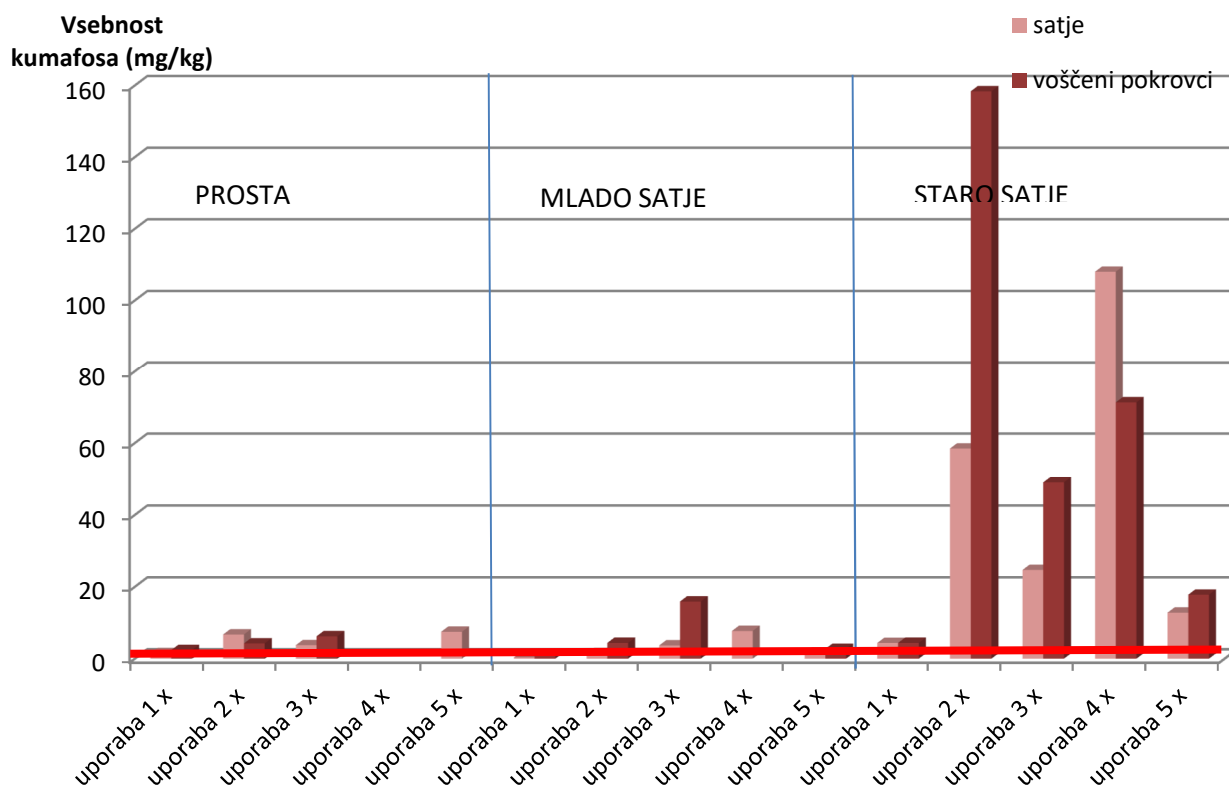
Preglednica 2: Rezultati kontrole voska Inštituta KON-CERT v letu 2014

	Številka vzorca	Kumafos (mg/kg)
1.	128/14	0,066 ± 0,029
2.	4/14	0,665 ± 0,146
3.	122/14	0,067 ± 0,029
4.	68/14	0,00
5.	67/14	0,028 ± 0,012
6.	39/14	0,092 ± 0,020
7.	72/14	0,051 ± 0,022
8.	70/14	0,00
9.	81/14	0,00
10.	2/14	0,041 ± 0,018
11.	1/14	0,083 ± 0,042
12.	157/14	0,00
13.	3/14	0,18 ± 0,04
14.	17/14	0,00
15.	114/14	0,00
16.	9/14	0,197 ± 0,217
17.	131/14	0,00
18.	32/14	0,00

Glede na vsebnost kumafosa v čebeljih pridelkih, se le ta po panju neenakomerno širi, kljub vsemu pa vsebnost narašča z uporabo, od čebeljih pridelkov ga največ vsebujeta vosek in propolis. Satje, ki je med uporabo Checkmita prisotno v panju, ga vsebuje bistveno več, kot satje, ki med uporabo Checkmita v panju ni prisotno. Prav tako je vsebnosti kumafosa bistveno več v medu, pridobljenem iz satja, ki je med uporabo Checkmita prisotno v panju. Po enkratni uporabi Checkmita ga je v starem satju v povprečju 4 mg/kg, po dvakratni v povprečju 47 mg/kg, po tri in petkratni uporabi pa 20 mg/kg. Prisoten je tudi v satju, ki ni izpostavljeno Checkmitu, saj čebele vosek prenašajo

po panju. Najmanj so ga našli 0,14 mg/kg, največ ga je bilo 10,2 mg/kg in sicer po trikratni uporabi Checkmita. Celo po enkratni uporabi je bil prisoten v vrednosti več kot 1 mg/kg (Kandolf in sod., 2016) (graf 2).

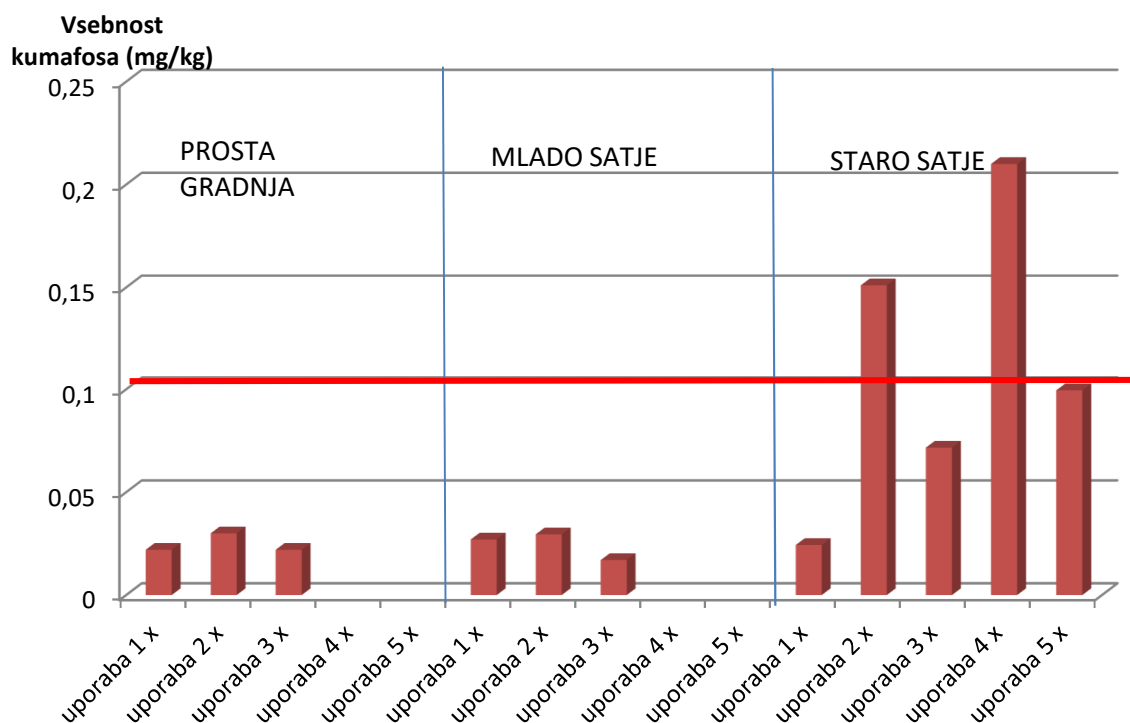
Zanimivo je dejstvo, da je kumafosa celo več v voščenih pokrovčkih kot v satju (Kandolf in sod., 2016). Iz literature je razvidno, da se vsebnost kumafosa pri topljenju satja v vosek ne zmanjšuje, ampak se prenaša v nov vosek. Celo več, v vosku iz mladega satja je več kumafosa kot v starem satju, saj staro satje vsebuje tudi nečistoče, medtem ko je vosek v mladem satju čist in je zato bolj primeren za topljenje in absorpcijo kumafosa. Literatura poroča, da dobiš od 30 do 50 % voska iz starega satja, vendar je odvisno, koliko nečistoč vsebuje satje. Nečistoče pomenijo razredčitev kumafosa (Bogdanov, 2006). V opisanem primeru, pa so bili sati v vsakem primeru stopljeni, tako da je bil analiziran čisti vosek, pa je kljub vsemu bilo kumafosa več v voščenih pokrovcih (graf 2) (Kandolf in sod., 2016).



Graf 2: Povprečna vsebnost kumafosa (mg/kg) v vosku (Rdeča črta prikazuje mejo 1 mg/kg, pri kateri naj bi začel kumafos iz voska prehajati v med.)

V medu je ne glede na pogostost uporabe v prosti gradnji in mladem satju med 0,02 in 0,03 mg/kg kumafosa, v starem satju pa vrednosti naraščajo s pogostostjo uporabe. Že po dvakratni uporabi je bila v meja 0,1 mg/kg presežena (0,21 mg/kg), v povprečju ga je bilo 0,15 mg/kg, po trikratni je bilo v povprečju 0,07 (največ 0,16 mg/kg), po štirikratni, pri čemer je bil analiziran samo en vzorec, je bilo 0,21 mg/kg, po petkratni pa v povprečju 0,1 (največ 0,14 mg/kg). V medu vsebnost kumafosa narašča (graf 3). **Če pridobivamo med**

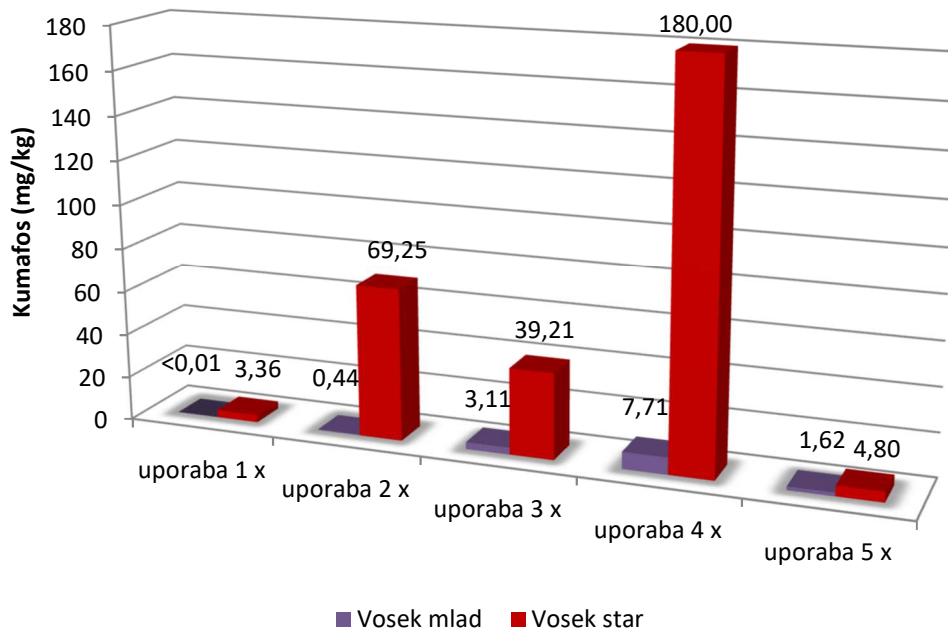
samo iz satja, ki v času uporabe Checkmita ni prisotno v panju, je uporaba Checkmita za pridelavo medu varna, v nasprotnem primeru pa je lahko problematična že po dvakratni uporabi (Kandolf in sod., 2016).



Graf 3: Povprečna vsebnost kumafosa (mg/kg) v medu (Rdeča črta prikazuje najvišjo mejno vrednost kumafosa v medu po Uredbi Evropske komisije, št. 37/2010.)

Ostanki kumafosa so prisotni v vzorcih svežega propolisa pridobljenega na namenskih mrežicah že po enkratni uporabi Checkmita v povprečju 3,61 mg/kg. Po dvakratni uporabi je bilo kumafosa v povprečju 1,07 mg/kg. Po trikratni zaporedni uporabi Checkmita so ostanki prisotni tako v svežem propolisu pridobljenem na namensko vstavljenih mrežicah (2,1 mg/kg) kot tudi v starem strganem z različnih delov panja (0,33mg/kg). Po štirikratni uporabi je bila povprečna vrednost ostankov v namensko pridobljenem propolisu 3,51 mg/kg (Kandolf in sod., 2016).

Največ kumafosa je v izkopancu iz starega satja po trikratni uporabi Checkmita (0,250 mg/kg). Tudi po enkratni uporabi so vsebnosti presegle najvišjo mejno vrednost (0,11 mg/kg) predpisano za vsebnost kumafosa v cvetnem prahu (0,1 mg/kg) (Uredba 396/2005). V izkopancu iz mladega satja, ki ni bil prisoten v panju med uporabo Checkmite, so vsebnosti kumafosa nižje (0,035; 0,010; 0,023 mg/kg) (graf 4) (Kandolf in sod., 2016).



Graf 4: Povprečna vsebnost kumafosa (mg/kg) v cvetnem prahu glede na pogostost uporabe Checkmita

Ko so v panj, v katerem ni bilo starega satja, dali satnice, ki so vsebovale različno količino ostankov kumafosa (0,09-1,57 mg/kg), in samo gradilni satnik brez satnice, v satih, ki so bili narejeni na satnicah z majhno koncentracijo kumafosa, niso našli ostankov kumafosa. V satih, ki pa so bili narejeni na satnicah z višjo koncentracijo kumafosa, pa so našli povprečno tri krat nižjo koncentracijo kumafosa, kot je bila prisotna v satnicah.

V primeru, da so v panju prisotni stari sati s koncentracijo kumafosa 5 mg/kg, vsi izgrajeni sati vsebujejo višjo koncentracijo kumafosa kot satnice. Celo sati narejeni v okvirjih brez satne osnove, vsebujejo višjo koncentracijo kumafosa kot satnice.

Nato so naredili še poskus, v katerem so ugotavljali, v kolikšnem času lahko pridelamo »čisti vosek«. Leta 2001 je vseboval vosek iz pokrovčkov 1,57 mg/kg kumafosa. Iz tega voska so naredili satnice. Po točenju je vosek iz pokrovčkov (druga generacija) vseboval 1/3 začetne vrednosti. Ta vosek so uporabili za satnice medišča. Tretja generacija pokrovčkov, ki so jih zbrali poleti 2002 ni imela ostankov (Kochansky, 2001).

Auguštin (in sod., 2016) je dokazal, da s popolnim čiščenjem in zamenjavo satja v panju lahko odstrani kumafos iz čebeljih pridelkov. CheckMite je bil uporabljen enkrat, dve leti pred začetkom poskusa, ostanki pa so bili prisotni v propolisu, vosku in medu. Še posebej problematičen je bil vosek, saj so bile v njem ugotovljene največje količine te učinkovine – tudi 6,9 mg/kg. S temeljitim čiščenjem ostankov ni več našel.

Pri čiščenju je vosek in propolis fizično z mizarskim dletom in ročno sirkovo krtačo odstranil s celotne notranjosti, nakar je panj obžgal s plinskim gorilnikom in prekuhal v 3-odstotni raztopini natrijevega hidroksida (NaOH). V vreli raztopini je panj kuhal 10 min. Po kuhanju v lugu je panj spral parnim čistilnikom in ga na soncu osušil do suhega.

Omenjena metoda je učinkovita, vendar ne vedno mogoča, saj je potreben radikalen poseg v čebeljo družino (odstraniti je potrebno vso zalego in v nove panje naseliti samo suhe čebele). Postavlja se vprašanje, kako uspešni smo v zmanjševanju ostankov kumafosa v čebeljih pridelkih, če satje zamenjujemo z ekološkimi satnicami in uporabljamo sonaravna zdravila.

3 NAČRT DELA

3.1 VPLIV STAROSTI SATJA NA RAZVOJ DRUŽINE IN KAKOVOST TER DONOS MEDU

V prvi fazi projekta, imenovani priprava čebeljih družin za testiranje, ki se je izvajal od meseca aprila do konca junija leta 2017, smo pri čebelarju pridobili 12 čebeljih družin. Dobljene čebelje družine smo razdelili v **dve testni skupini A in B**. Vsaka testna skupina je imela po 6 čebeljih družin.



Slika 3: Čebelje družine na stojišču, kjer se bo izvajalo testiranje vpliva starosti satja na razvoj družine in kakovost ter donos medu.

V testni skupini A smo čebelje družine naselili v panje, v katerih je bilo deviško satje, tako v plodišču in medišču. Med izvajanja raziskovane naloge smo skrbeli, da v teh panjih v plodiščih ni bilo starejšega satja od enega leta, v medišču pa je bilo stalno prisotno deviško satje.

V testni skupini B smo čebelje družine naselili v panje, v katerih je bilo satje starejše kot dve leti, se pravi da se je v njem poleglo več kot 12 generacij čebel. Staro satje je bilo v panju prisotno tako v plodišču, kakor tudi v medišču. Za tehnološki ukrep preprečevanja rojenja v te panje nismo dodajali satnic, ampak prazne sate starosti več kot tri leta.



Slika 4: Deviško satje v čebeljih družinah skupine A



Slika 5: Staro satje v čebeljih družinah skupine B



Slika 6: Označitev panjev v testni skupini A in B



Slika 7: Čebelji družini iz testnih skupini A in B na tehtnici

Čebelji družini iz testnih skupine A (deviško satje) in B (staro satje) smo namestili na elektronski tehtnici, ter tako omogočili dnevno spremljanje porabe hrane oziroma donosov medu (slika 7).

V čebeljih družinah smo v mesecu juniju, zaradi lažjega in bolj objektivnega spremljanja kakovostnih parametrov čebelje družine, zamenjali matice z mladimi maticami istega vzrejevalca matic in izenačili moč čebeljih družin. Iz vsake testne skupine smo po en panj namestili na tehtnico in tako spremljali vpliv starosti satja na donos medu. S pripravo čebeljih družin za testiranje smo končali prvo fazo projekta.



Slika 8: Dodajanje mlade matice v maticnici

3.2 VPLIV RAZLIČNIH KONCENTRACIJ SLADKORNE RAZTOPINE OKSALNE KISLINE NA UČINKOVITOST IN TOLERANCO ČEBEL

V prvi fazi projekta smo pripravili tudi 12 čebeljih družin, katere smo tretirali z različnimi koncentracijami sladkorne raztopine oksalne kisline, ko v čebelji družini ni bilo zalege. Pripravljene čebelje družine smo razdelili v dve testni skupini A in B. Vsaka testna skupina je imela po 6 čebeljih družin.

V testni skupini A smo čebelje družine kapali s 35 g oksaldihidrata raztopljenega v 1 litru sladkorne raztopine to je z 2,0 % koncentracijo raztopine oksalne kisline.

V testni skupini B smo čebelje družine kapali s 70 g oksaldihidrata raztopljenega v 1 litru sladkorne raztopine to je s 4,0 % koncentracijo raztopine oksalne kisline.

Raztopino smo dozirali enakomerno, tako da smo čebele neposredno pokapali z največ 5 ml raztopine na polno zasedeno ulico. Za zatiranje varoj v čebelji družini potrebujemo od 20 do 40 ml raztopine, odvisno od njene moči. Po koncu uporabe raztopine oksalne kisline smo spremljali vpliv različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline na učinkovitost in toleranco čebel.

3.3 DRUGA FAZA PROJEKTA

V drugi fazi projekta imenovani testiranje čebeljih družin, ki se je izvajala od meseca julija 2017 pa do konca raziskovalne naloge, smo vse čebelje družine oskrbovali po smernicah dobre čebelarske prakse in spremljali vpliv starosti satja na razvoj čebelje družine in kakovost ter donos medu, ter vpliv različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline na učinkovitost in toleranco čebel.

Dvakrat mesečno smo v aktivni čebelarski sezoni v vseh čebeljih družinah spremljali:

- živalnost
- rojivost
- zalogo medu v plodišču
- zalogo cvetnega prahu v plodišču
- število satov pokrite zalege
- donos medu, oziroma poraba hrane

Pri družinah, kjer smo testirali vpliv različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline na učinkovitost in toleranco čebel, smo spremljali tudi odpad varoj po uporabi raztopine oksalne kisline.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 VPLIV STAROSTI SATJA NA RAZVOJ DRUŽINE IN KAKOVOST TER DONOS MEDU

V čebelarstvu ni visokih donosov brez močnih čebeljih družin, ne glede na tehnologijo, ki jo uporabljamo v naših čebelnjakih. Čeprav na razvoj in rast čebeljih družin vplivajo številni dejavniki, tako zunanji (klimatski, vegetacijski) kot notranji (biološka sestava čebelje družine, fiziološka sestava čebel, itd.) med osnovne in najpomembnejše dejavnike uspešnega čebelarstva uvrščamo naslednje: **mlado kvalitetno matica v čebelji družini, neoporečno satje v čebeljem panju in veliko kvalitetne hrane v panju preko celega leta, zato** smo v času aktivne čebelarke sezone dvakrat mesečno v vseh čebeljih družinah spremljali:

- živalnost čebeljih družin
- število satov pokrite zalege
- zalogo medu v plodišču
- zalogo cvetnega prahu v plodišču
- rojivost čebeljih družin
- donos medu, oziroma poraba hrane

Spremljali smo tudi spremembe na satju ob rasti števila čebeljih generacij v družini in vpliv tega dejavnika na maso čebel.

4.1.1 Živalnost čebeljih družin

Staro satje

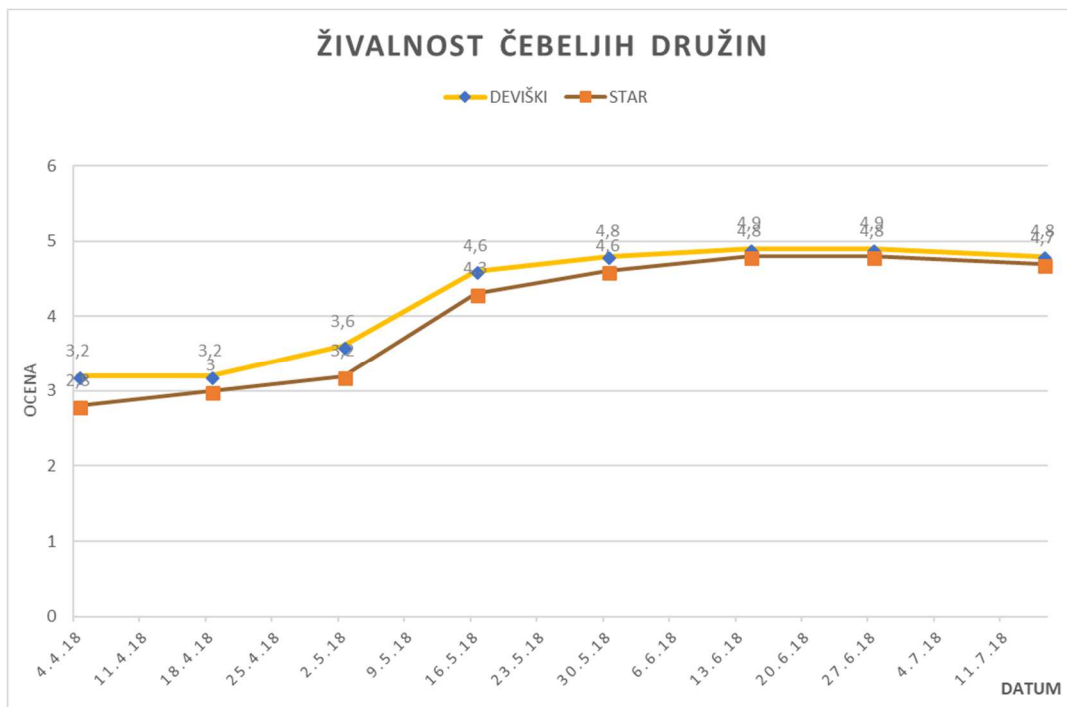


Mlado satje

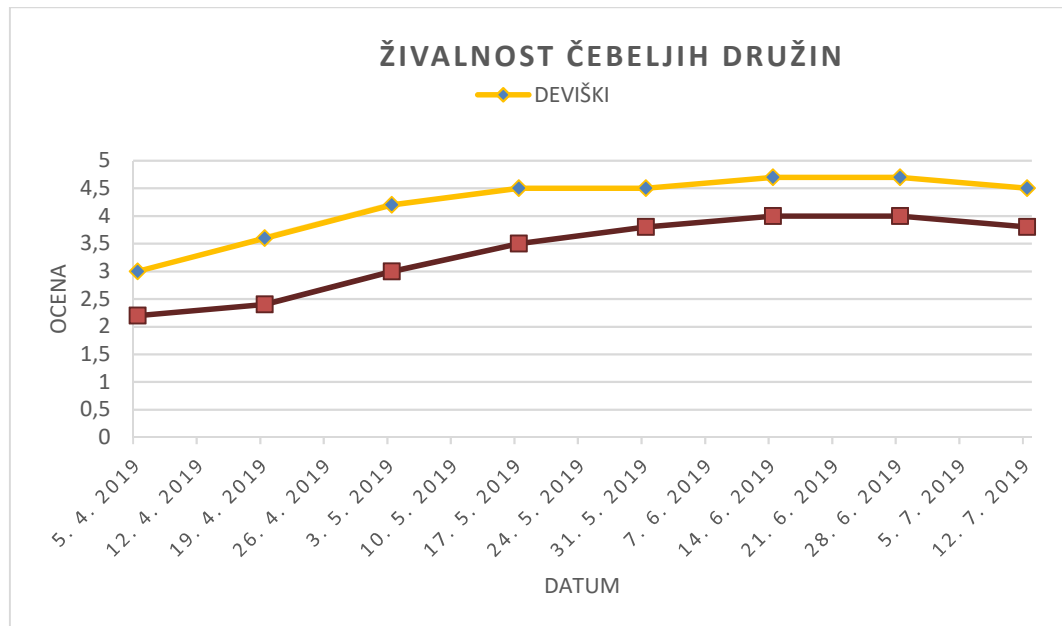


Slika 9: Primerjava živalnosti čebeljih družin s starim in mladim satjem po izzimitvi

APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU



Graf 5: Primerjava živalnosti čebeljih družin s starim in mladim satjem leta 2018



Graf 6: Primerjava živalnosti čebeljih družin s starim in mladim satjem leta 2019

Živalnost čebelje družine izrazimo s številom ulic, ki jih čebele zasedajo. Ocena živalnosti družin in intenzivnosti zaleganja matice je tudi eden od kriterijev odbire plemenske družine. Količina zalege, to je kasneje čebel, ni odvisna le od rodovitnosti matice, temveč

tu od živalnosti družine, zadostne količine medu in cvetnega prahu, kakovosti satja in zadosti velikega plodišča. Živalnost čebeljih družin smo v testu ocenjevali od 1 do 5.

Dobro prezimljena čebelja družina mora ob temeljitem spomladanskem pregledu zasedati od štiri do pet s čebelami strnjeno zasedenih ulic med sati na sredini panja. Pri primerjavi družin z mladim in starim satjem, smo ugotovili, da so bolj številčno prezimile družine na mladem satju, trend večje živalnosti družin na mladem satju, pa se je nadaljeval skozi celo čebelarstvo leto. Prav tako so bile čebelje družine na mladem satju bolj vitalne, imele več zalege, zaloge medu in cvetnega prahu in nabrale več medu.

Čebelje družine, ki vzrejuje največ zalege, hkrati gradijo največ satja in nabirajo največ nektarja in cvetnega prahu. Na splošno takšne družine v vsakem pogledu optimalno opravljajo vse biološke funkcije čebeljih družin, in kar je najbolj pomembno za nas, so najbolj produktivne. To dokazuje, da so njihove biološke funkcije in fiziološki procesi njihovega organizma v medsebojni odvisnosti in da so skladno povezani v enotno harmonično celoto.

4.1.2 Število satov pokrite zalege

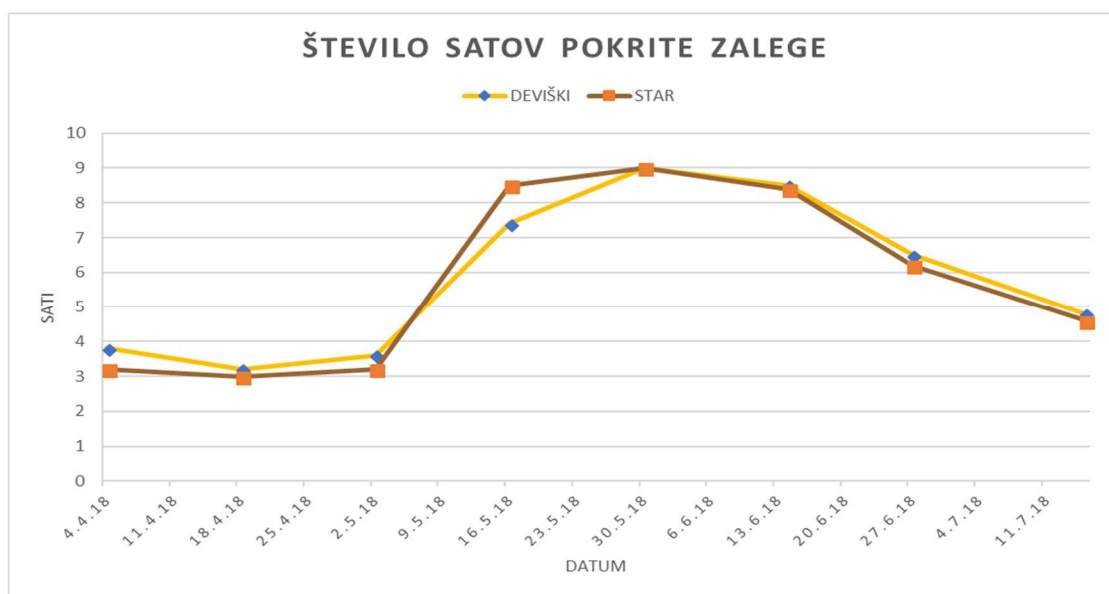
Staro satje



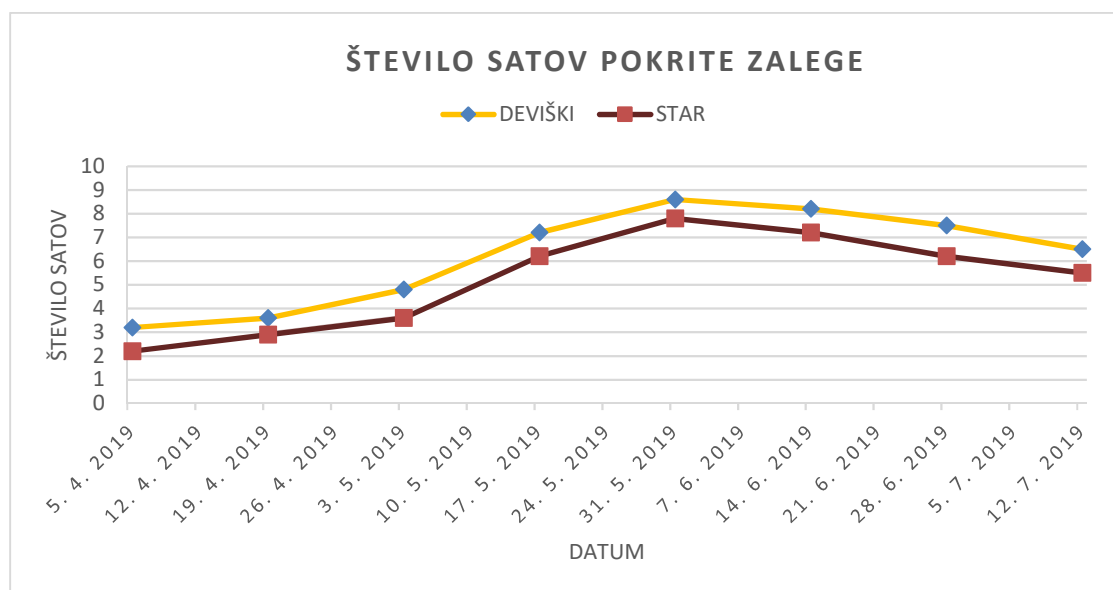
Mlado satje



Slika 10: Primerjava zalege v čebeljih družinah s starim in mladim satjem



Graf 7: Primerjava števila satov s pokrito zalego čebeljih družin s starim in mladim satjem leta 2018



Graf 8: Primerjava števila satov s pokrito zalego čebeljih družin s starim in mladim satjem leta 2019

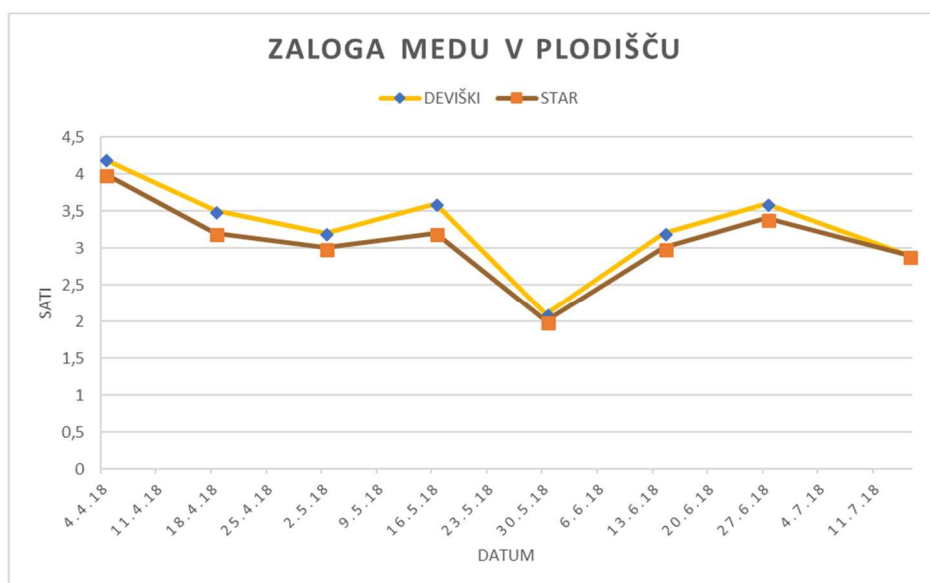
Količino in kakovost zalege smo ugotavljali na podlagi površine pokrite in odkrite zalege na satih, zasedenih s čebelami. Če je v panju veliko zalege, ki je strnjena in ustrezne oblike, in če so celice nepokritega satja zaležene z jajčeci, je to dober znak, da je z družino vse v najlepšem redu. Ti seveda niso zaleženi prav do robov kot pozneje v maju, ko so družine na vrhuncu razvoja, temveč je – kot tudi mora biti – nad zalego in za njo venec cvetnega prahu in medu. Količina zalege je neposredno odvisna od količine cvetnega prahu v zalogi in dotoka peloda iz narave.

Pri primerjavi družin z mladim in starim satjem, ugotavljamo, da je bilo število satov pokrite zalege večje pri družinah z mladim satjem, v mesecu maju pa je bilo več pokrite zalege v družinah s starim satjem. Vzrok zato lahko najdemo v dejstvu, da so čebele iz družin z mladim satjem v času paše, raje skladiščile med v plodišču, kot v medišču, kjer je bilo deviško satje, zato so v plodišču imele manj satov pokrite zalege (grafa 7 in 8).

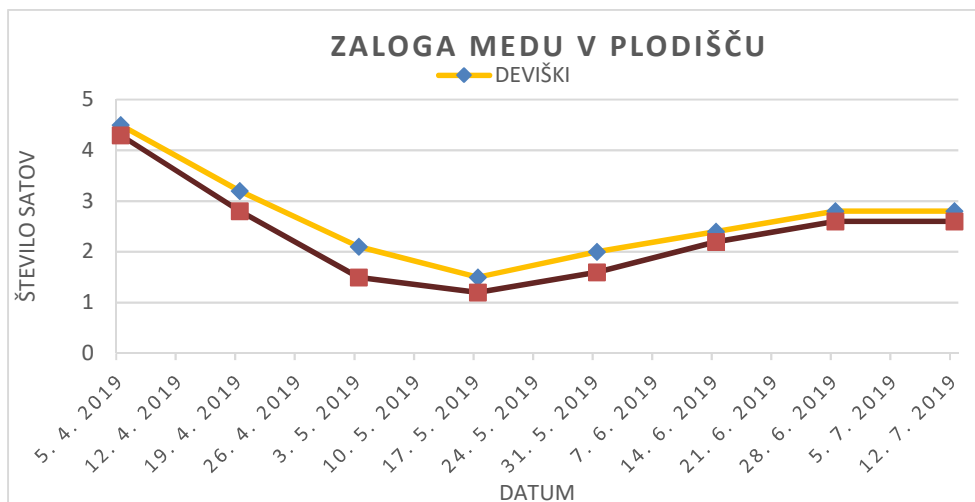
4.1.3 Zaloga medu v plodišču



Slika 11: Primerjava zalog medu in cvetnega prahu v čebeljih družinah s starim in mladim satjem



Graf 9: Primerjava števila satov s zalogo medu v čebeljih družinah s starim in mladim satjem leta 2018



Graf 10: Primerjava števila satov s zalogo medu v čebeljih družinah s starim in mladim satjem leta 2019

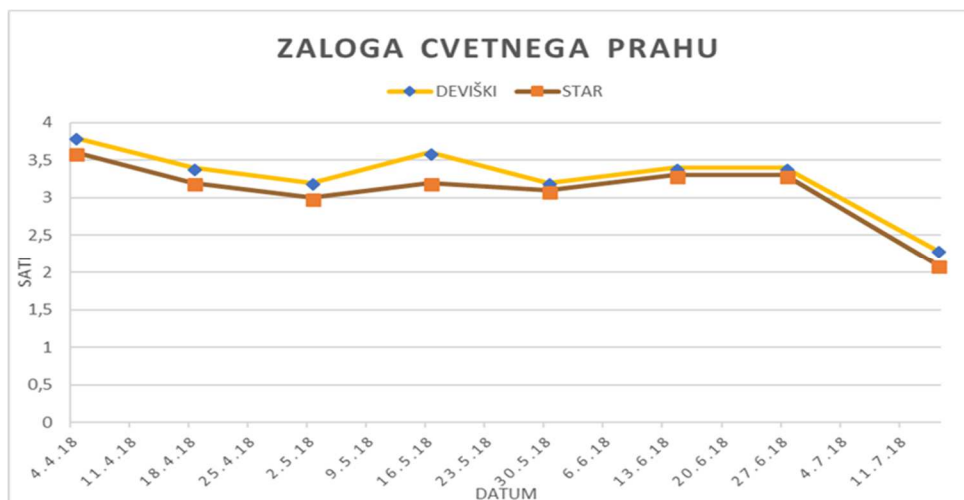
Hrana je pogoj za preživetje čebel in obstoj vseh živih bitij. Brez zadostnih zalog visoko kakovostne hrane v čebelji družini niti vrhunska matica ne more razviti močne čebelje družine. Čebelja družina mora imeti spomladi vsaj 7 kg kakovostne zaloge hrane v obliki medu in cvetnega prahu. Obilje naravne hrane je nujno za rojevanje dolgoživih mladic.

Pri primerjavi družin z mladim in starim satjem smo ugotovili, da je bilo število satov z zalogo medu skozi celo testiranje večje pri družinah z mladim satjem (grafa 9 in 10).

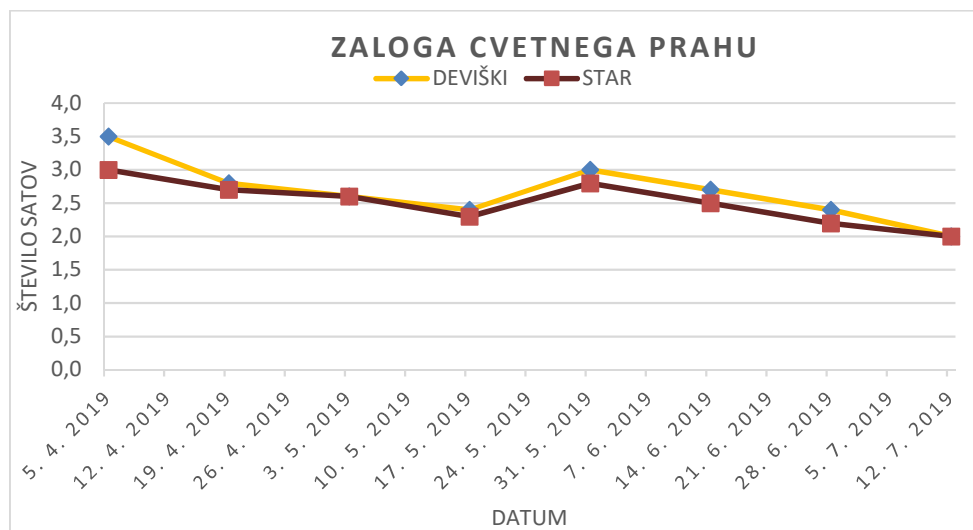
4.1.4 Zaloga cvetnega prahu v plodišču



Slika 12: Sat s cvetnim prahom



Graf 11: Primerjava števila satov s cvetnim prahom v čebeljih družinah s starim in mladim satjem leta 2018



Graf 12: Primerjava števila satov s cvetnim prahom v čebeljih družinah s starim in mladim satjem leta 2019

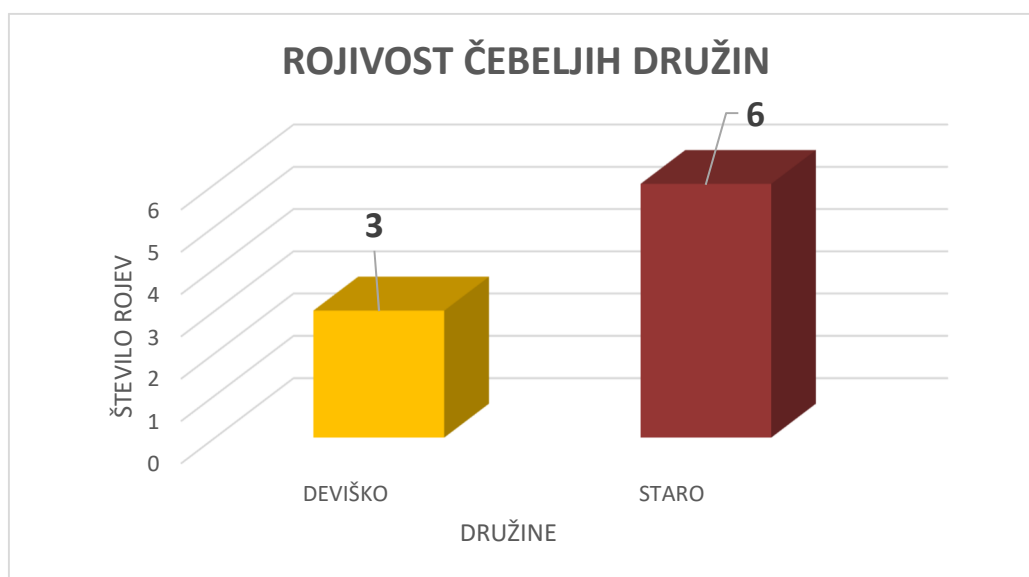
Cvetni prah je bistvenega pomena v čebelji družini. Vsebuje vse sestavine, ki jih čebele potrebujejo za svoj normalen razvoj: beljakovine, sladkorje, masti, minerale, aminokisline, hormone, vitamine in več kot 50 encimov. Posledica pomanjkanja cvetnega prahu v začetku pomladi je slabši razvoj, to pa je tudi vzrok za nenehno slabljenje družin v tem obdobju. Čebelja družina, ki v panj ne prinaša cvetnega prahu oziroma je ostala brez zalog peloda, je obsojena na propad, saj pomanjkanje beljakovin povzroči izgubo telesne teže čebel in njihovo hitro odmrtnje.

Pri primerjavi družin z mladim in starim satjem, ugotavljamo da je bilo število satov z zalogo cvetnega prahu skozi celo testiranje večje pri družinah z mladim satjem (grafa 11 in 12).

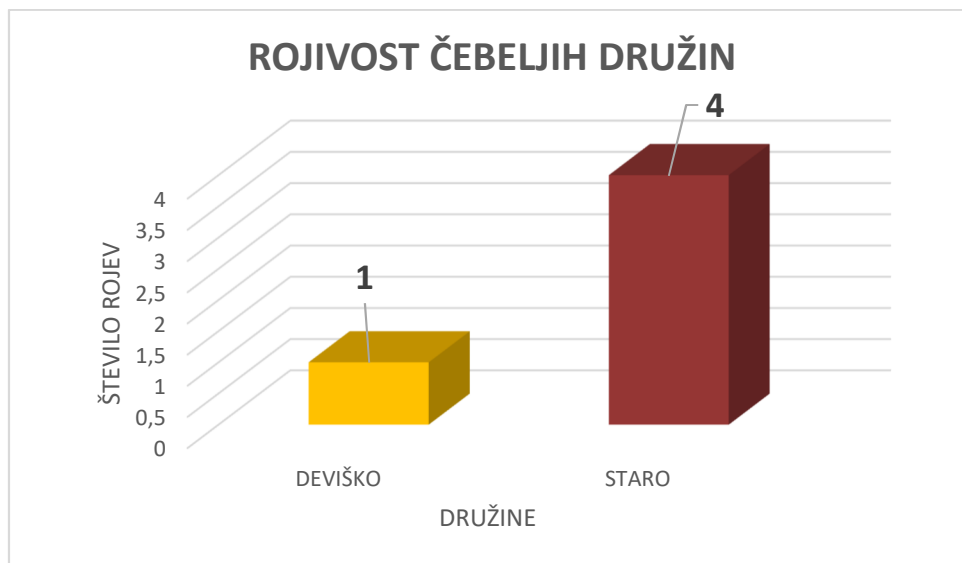
4.1.5 Rojivost čebeljih družin



Slika 13: Sat z matičnikom



Graf 13: Primerjava rojivosti v čebeljih družinah s starim in mladim satjem leta 2018



Graf 14: Primerjava rojivosti v čebeljih družinah s starim in mladim satjem leta 2019

Rojilno razpóloženje družine se začne spomladi v času obilnega donosa cvetnega prahu in nektarja. Čebelja družina se hitro razvija, narašča število čebel, povečuje se obseg pokrite zalege v primerjavi z obsegom odkrite zalege. Vse več mladih čebel z razvitimi krmilnimi žlezami je brezposelnih in ob siromašnejši paši ostajajo v panju. Ker je upočasnjeno širjenje matičnega feromona znotraj družine, čebele zgrade matične nastavke, ki jih matica zaleže. Z razvojem mlade matice preide čebelja družina v rojilno razpóloženje. Najizrazitejše rojilno razpóloženje je v maju in juniju.

Pri primerjavi družin z mladim in starim satjem leta 2018, ugotavljamo, da se je pri starem satju rojilno razpóloženje pojavilo pri vseh čebeljih družinah, pri mladem satju pa smo ta pojav zaznali pri 50 odstotkih čebeljih družin. Pri tem je potrebno poudariti, da smo pri obeh testiranih skupinah uporabljali iste tehnološke ukrepe za preprečevanje rojenja, to je uporaba gradilnih satnikov in dodajanje satnic oziroma praznih starih satov. V letu 2019 je bilo rojilno razpóloženje manjše, kar lahko pripišemo slabim pogojem za razvoj čebeljih družin (hladno in deževno vreme v mesecu aprilu in maju (grafa 13 in 14).

4.1.6 Donos medu



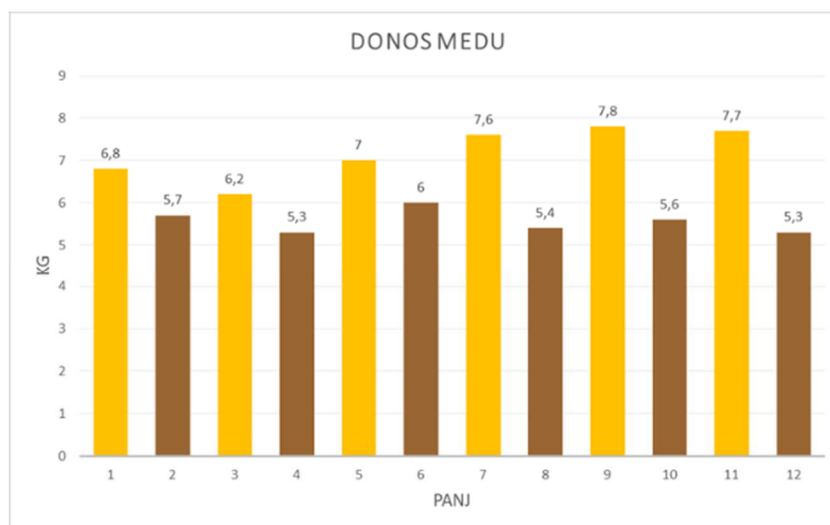
Mlado satje



Staro satje

Slika 14: Mlado in staro satje pred točenjem

APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU

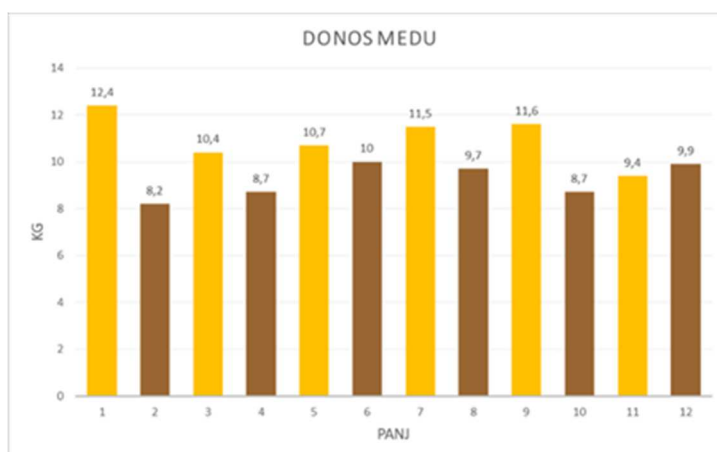


Graf 15: Donos medu – 1 točenje 21. maj 2018

Povprečen donos medu – 1 točenje 2018

Mlado satje **7,18 kg**

Staro satje – **5,55 kg**



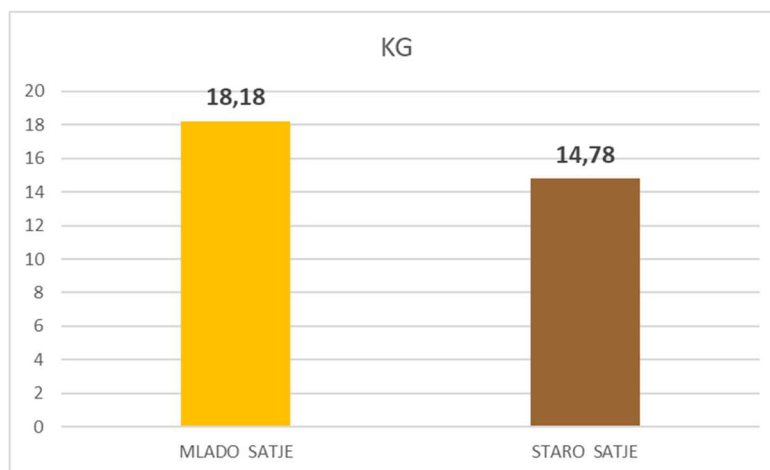
Graf 16: Donos medu – 2 točenje 2. julij 2018

Povprečen donos medu – 2 točenje 2018

Mlado satje **11,00 kg**

Staro satje – **9,23 kg**

APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU

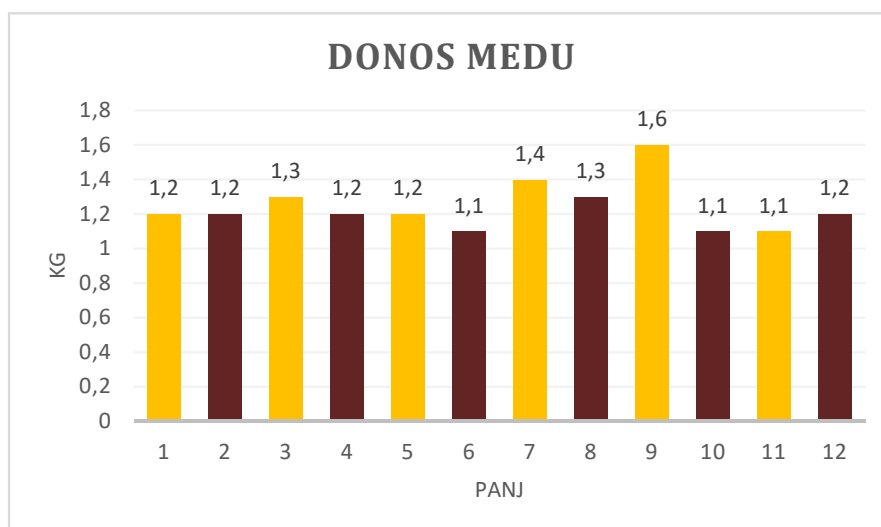


Graf 17: Povprečen donos medu v letu 2018

Povprečen donos medu 2018

Mlado satje **18,18 kg**

Staro satje – **14,78 kg**



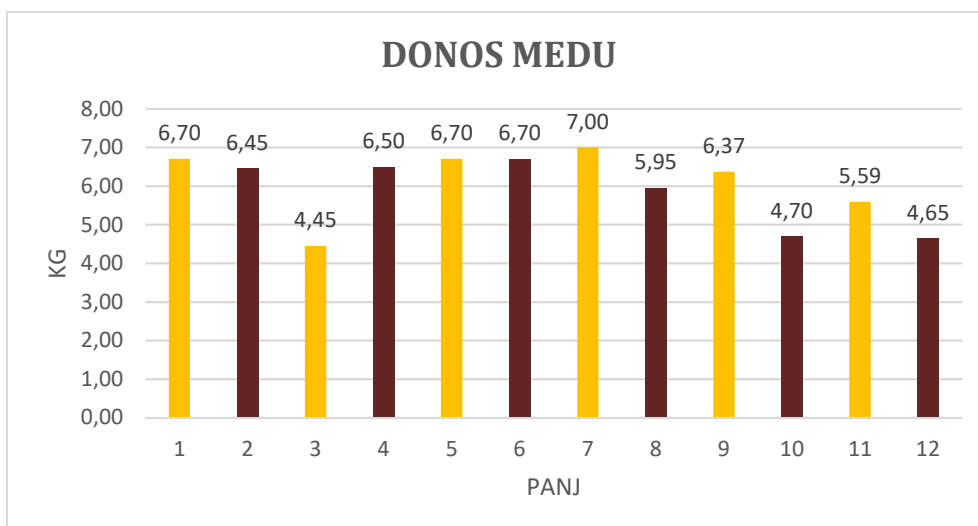
Graf 18: Donos medu – 1 točenje 3. junij 2019

Povprečen donos medu – 1 točenje 2019

Mlado satje **1,30 kg**

Staro satje – **1,18 kg**

APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU

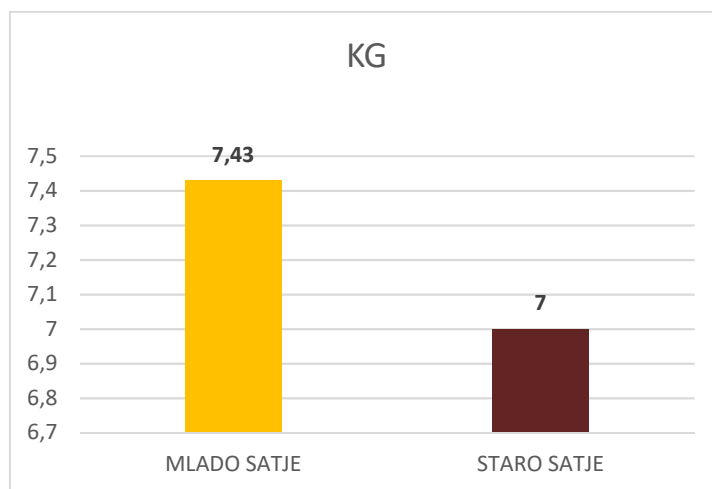


Graf 19: Donos medu – 2 točenje 4. julij 2019

Povprečen donos medu – 2 točenje 2019

Mlado satje **6,13 kg**

Staro satje – **5,82 kg**



Graf 20: Povprečen donos medu v letu 2019

Povprečen donos medu 2019

Mlado satje **7,43 kg**

Staro satje – **7,00 kg**

Naravna prehrana čebel je ključna za njihov razvoj in življenje. Ker neugodne vremenske razmere v naravi, izpad medenja in cvetnega prahu, vplivajo na zmanjšano živalnost in vitalnosti čebelje družine, je zelo pomembno da imajo čebele stalne donose medu.

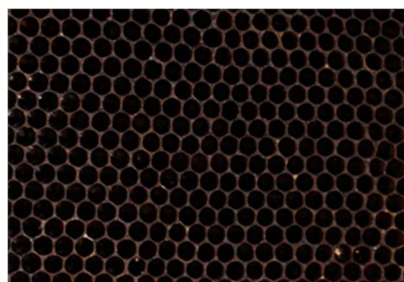
Pri primerjavi družin z mladim in starim satjem, ugotavljamo, da so imele družine leta 2018 na mladem satju povprečen donos 18,18 kg/ panju, družine na starem satju pa 14,78 kg/ panju. Družine na mladem satju so imele **za 23 % večji donos medu**, kot pa družine, ki so bile na starem satju (grafi 15, 16 in 17).

Pri primerjavi družin z mladim in starim satjem, ugotavljamo, da so imele družine leta 2019 na mladem satju povprečen donos 7,43 kg/ panju, družine na starem satju pa 7,00 kg/ panju. Družine na mladem satju so imele **za 6 % večji donos medu**, kot pa družine, ki so bile na starem satju (grafi 18, 19 in 20).

4.1.7 Primerjava mladega in starega satja



Mlado satje



Staro satje

Slika 15: Primerjava mladega in starega satja

Zaradi stalne uporabe se satje spreminja. Ker se v njem izlegajo čebele, se sčasoma zmanjšuje njegova kakovost, tako da začne počasi ovirati vzrejo zalege, skladiščenje medu in vzdrževanje mikroklima. Vsaka žerka zapusti v svoji celici dva sloja rjavkasto obarvanih zaprednih (kokonskih) snovi, med njima pa tudi drobce iztrebkov – teh je zlasti veliko na dnu. Pokrovci, s katerimi odrasle čebele zapirajo celice z zabubljenimi žerkami, vsebujejo precejšnjo količino snovi iz celičnih robov in sten. Ko se mladice izležejo, se snovi, uporabljene za pokrovce, znova vrnejo v celične stene in robove. Po več rodovih je v celičnih stenah in robovih precej kokonskih snovi, zato je satje čedalje bolj temno rjavo, prostornina celic pa čedalje manjša.

Spreminjajo se tudi debelina, oblika in prostornina celičnih sten. V zmanjšanih celicah je premalo prostora za normalen razvoj čebelje ličinke in bube, zato se iz njih izležejo manjše čebele slabše kakovosti, zaradi česar je manjša tudi njihova sposobnost nabiranja cvetnega prahu in nektarja. Takšno satje imenujemo staro. Od mladega se razlikuje po temni barvi in masi. Pri primerjavi mladega in starega satja smo ugotovili da **je staro satje**

za 30 % težje od mladega. Iz starega satja se v povprečju polegajo za 13 % manjše čebele kot iz mladega satja.

Preglednica 3: Spremembe na satovju ob rasti števila (n) čebeljih generacij v družini

N generacij čebel	Barva satja	Debelina satja (mm)	Premjer celic (mm)	Globina celic (mm)	Masa čebel (mg)
0-1	rumena	0,22	5,2	10,19	103
20	črna	1,56	4,8	10,10	95,6
nad 30	črna	1,78	4,6	10,05	89,3

4.2 VPLIV SATJA NA KAKOVOST MEDU

Pravilnik o medu določa kakovostne parametre medu: električna prevodnost, diastazno število, vsebnost vode, netopnih snovi, prostih kislin, HMF in sladkorjev. Za namene ugotavljanje vpliva starega satja na kakovost medu smo ločeno analizirali med pridobljen iz testne skupine A in B. Iz vsakega panja smo med točili posebej, tako da smo za reprezentativni vzorec dobili v vsaki skupini po 6 vzorcev.

Analize smo opravljali v skladu s harmoniziranimi metodami (Bogdanov in sod., 1997). Med smo tudi senzorično ocenili, spektrofotometrično izmerili barvo medu, prešteli količino peloda (von der Ohe, 2004) ter kvasovk v medu, vpeljali pa smo tudi metode za določanje fenolnih spojin v medu v medu, s katerimi smo poskusili ugotoviti, vpliv starega satja na prisotnost propolisa v medu. Metode smo poiskali po literaturi in jih glede na različne viri nekoliko prilagodili.



Slika 16: Točenje medu

4.2.1 Določanje vsebnosti vode v medu

Nektar, ki ga prinesejo čebele v panj vsebuje do 70 % vode, tega potem zgostijo, tako da zmanjšajo vsebnost vode v njem na manj kot 20 %.

Določanje vsebnosti vode v medu je ena izmed najpomembnejših meritev pri analizi medu. Če je vsebnost vode nad 20 %, je med podvržen fermentaciji, ki jo povzročajo osmofilne kvasovke, ki pretvarjajo glukozo in fruktozo v etilni sladkor in ogljikov dioksid. Alkohol lahko v prisotnosti kisika razpade na ocatno kislino in vodo, zato ima fermentiran med kiselkast okus.

Po Pravilniku o medu naj bi med vseboval največ 20 % vode, med iz rese in pekovski med največ 23 %, pekovski med iz rese pa 25 % (Pravilnik o medu, 2011; 2015).

Vsebnosti vode v medu smo določili z merjenjem lomnega količnika z refraktometrom. Merimo vedno pri 20°C, v nasprotnem primeru moramo pri odčitavanju vrednosti prišteti ali odšteti korekcijski faktor.

4.2.2 Določanje električne prevodnosti medu

Električna prevodnost vodne raztopine je odvisna od števila, oblike in naboja ionov ter od lastnosti topila, predvsem njegove viskoznosti. Odvisna je od koncentracije mineralnih snovi, organskih kislin, proteinov in verjetno tudi od koncentracije sladkorjev.

Definirana je kot prevodnost 20 % (m/m) vodne raztopine medu pri 20 °C, pri čemer se 20 % nanaša na suho snov medu. 20 do 30 % raztopine medu imajo maksimalno električno prevodnost, kar pomeni, da je gibljivost ionov v taki raztopini optimalna. Rezultati so izraženi v milisiemensih na centimeter (mS/cm).

Električno prevodnost raztopine medu izmerimo s pomočjo celice za merjenje električne prevodnosti. Osnova za določitev električne prevodnosti je merjenje specifične električne upornosti, katere obratna vrednost je električna prevodnost.

Električna prevodnost gozdnega, kostanjevega in mešanice obeh medu mora biti večja od 0,8 mS/cm, ostalega medu pa manjša od 0,8 mS/cm, razen izjem: kot so medovi iz spomladanske rese, evkaliptusa, lipe, jesenske rese, čajevca in manuke- zanje električna prevodnost ni predpisana (Pravilnik o medu, 2011; 2015).

Električna prevodnost se je izkazala za najbolj uporabno metodo pri določanju sortnosti medu in je pokazatelj izvora medu.

Merili smo jo s pomočjo konduktometra Eutech Instruments Con 510.

4.2.3 Določanje v vodi netopnih snovi

V vodi netopne snovi v medu določamo, tako da vzorec medu raztopimo v destilirani vodi pri 80 °C ter dobro premešamo. Vzorec nato prefiltriramo, ostanek izperemo z vodo, posušimo in stehtamo.

Med naj bi vseboval največ 0,1 g netopnih snovi na 100 g meda, prešan pa največ 0,5 g/100 g (Pravilnik o medu, 2011; 2015). V vodi netopne snovi so pokazatelj nečistoč v medu, zato pričakujemo, da bo med iz deviškega satja vseboval manj nečistoč.

4.2.4 Določanje prostih kislin in pH vrednosti medu

Proste kisline v medu ugotavljamo s titracijo z raztopino NaOH do ekvivalentne točke pH 8,3.

Po Pravilniku o medu (2011; 2015) je dovoljenih največ 50 miliekvivalentov prostih kislin na kg medu.

Proste kisline so pokazatelj bodisi fermentiranosti medu ali neustrezne uporabe kislin pri zatiranju varoj.

4.2.5 Določanje diastazne aktivnosti medu

Pod imenom diastaza se nahajata dva encima: α -amilaza in β -amilaza, ki razgrajujeta škrob. Hidrolizirata α -1,4 glikozidne vezi.

Diastaza izvira večinoma iz čebeljih žlez, delno pa tudi iz cvetnega prahu in nektarja. Encim je občutljiv na povišano temperaturo, pri segrevanju se diastazna aktivnost manjša. Zaradi občutljivosti encima na segrevanje se diastazna aktivnost uporablja kot kriterij kakovosti medu.

Aktivnost diastaze izražamo z diastaznim številom, ki pomeni volumen 1 % raztopine škroba, ki ga hidrolizira encim iz 1 g medu v eni uri pri temperaturi 40 °C.

Diastazna aktivnost v pravilno hranjenem medu lahko zelo niha, navadno so vrednosti v območju med 16 in 24. Med skladiščenjem se počasi zmanjšuje. Diastazno število pregretega medu je pod 8. Tudi po Pravilniku o medu (2011; 2015) ne sme diastazno število znašati manj od 8.

Diastazno število določamo z enourno hidrolizo 1 % raztopine škroba z encimom iz 1 g

medu pri 40 °C. Metoda temelji na spektrofotometriji.

4.2.6 Določanje vsebnosti hidroksimetilfurfurala v medu (HMF)

HMF nastaja pri razgradnji fruktoze v kislem okolju. Njegov nastanek pospešuje povišana temperatura. Svež med vsebuje zelo malo HMF, vsebnost pa se poveča med skladiščenjem in segrevanjem pri temperaturi nad 55 °C.

Po Pravilniku lahko med vsebuje največ 40 mg HMF na kg medu (Pravilnik o medu, 2011; 2015).

Vsebnost HMF smo določali z uporabo HPLC naprave v UV spektru.

4.2.7 Določanje vsebnosti sladkorjev

Sladkorji, ki jih vsebuje med, spadajo med enostavno zgrajene ogljikove hidrate. Med vsebuje od 33 do 42 % fruktoze, od 27 do 36 % glukoze in manj kot 10 % saharoze. Njihovo razmerje pa je odvisno od sorte medu in od učinkovitosti encima invertaze (saharaze), ki saharozo cepi v ustrezno količinsko izenačeno mešanico glukoze in fruktoze. Invertaza pride v med delno z medicino samo, večinoma pa iz čebeljih žlez.

Od razmerja med glukozo in fruktozo je odvisna tudi kristalizacija medu. Čim nižje je razmerje med fruktozo/glukozo, tem hitrejša je kristalizacija. Če med vsebuje manj kot 30 % glukoze, se kristalizacija popolnoma ustavi.

Vsebnost saharoze v medu je parameter, ki kaže na potvorjenost medu, so pa sladkorji tudi pokazatelj izvora medu.

Koncentracijo sladkorjev v medu smo določali z uporabo visokotlačne tekočinske kromatografije – HPLC.

4.2.8 Pelodna analiza medu

S pomočjo metode **Harmonized methods of melissopalynology**, *Apidologie* 35 (2004) S18-S25, (Von Der Ohe, 2004) smo izvedli kvantitativno pelodno analizo medu. Z mikroskopskim pregledom preparata sedimenta smo po filtraciji medu prešteli število zrn peloda v 10 g medu.

4.2.9 Določanje kvasovk v medu

V sedimentu medu smo z mikroskopom s pomočjo hemocitometra prešteli število kvasovk v medu.

4.2.10 Spektrofotometrično merjenje barve

Absorbanca vodne raztopine medu se pri različnih valovnih dolžinah razlikuje glede na prisotnost barvil v medu (Beretta in sod., 2005)

Pripravili smo 50-odstotno raztopino medu (w/v), jo pet minut centrifugirali nato smo supernatantu zmerili absorbanco pri 450 in 720 nm valovne dolžine. Vrednosti izračunanih razlik absorbance smo množili s tisoč (Beretta in sod., 2005).

4.2.11 Senzorična ocena

S človeškimi čutili se ocenijo barva, okus, vonj ter aroma medu ter po njih določi vrsta medu.

Dva preskuševalcamedu sta ugotavljala videz, vonj, okus in aromo posameznega vzorca medu. Preskuševalec ima izdelan tipičen vzorec za posamezni vrsto medu in dejanskemu vzorcu glede na svoje izkušnje za posamezen parameter odbija točke glede na odmik od tipičnega predstavnika. Točke podeli za barvo (1-4), bistrost (1-3), vonj (1-5), okus (1-5), vrstna značilnost (1-6), obstojnost arome (1-4).

4.2.12 Določanje skupnih fenolnih spojin s Folin-Ciocalteujevo (FC) metodo

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 ksiline, ki se uporablja kot standardna referenčna raztopina za določanje skupnih fenolnih spojin (Beretta in sod., 2005).

V stekleno čašo smo odtehtali 5,0 g vzorca, ga raztopili v približno 20 ml destilirane vode, nakar smo vzorec prelili v 50 ml bučko in jo dopolnili do oznake ter raztopili na ultrazvočni kopeli.

Za analizo smo odpipetirali 200 µl vzorcu, dodali smo 1 ml FC. Za slepi vzorec smo raztopini medu dodali 1 ml vode.

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



Slika 17: Barva raztopine medu po dodatku FC reagenta

4.2.13 Določanje ekstrahiranih fenolnih spojin s pomočjo ekstrakcije na trdni fazi SPE

Na trdno fazo v koloni Strata X se vežejo fenolne spojine, medtem ko se druge komponente ne. Fenolne komponente smo eluirali z mešanico metanol/acetonitril in eluatu izmerili absorbanco. Količino ekstrahiranih fenolnih snovi smo določili s pomočjo umeritvene krivulje. Rezultat smo podali v mg galne kisline na kilogram medu.

Zatehtali smo 10 g medu in ga raztopili v 15 ml vode s pH=2 (dodatek HCl). Ekstrakcijsko kolono smo najprej spirali z metanolom in bidestilirano vodo.

Neželenne komponente (ogljikove hidrate, kisline, morebitne nečistoče) smo spirali z vodo z dodatkom HCl, bidestilirano vodo, nakar smo tri minute spuščali zrak, da smo vezane fenolne raztopine osušili. Fenolne spojine smo spirali z mešanico metanola in acetonitrila. Eluatu smo dodali FC reagenta, slepemu vzorcu smo dodali 1 ml bidestilirane vode. Po 20 minutah smo izmerili absorbanco pri 750 nm in s pomočjo umeritvene krivulje izračunali ekvivalente galne kisline.



Slika 18: Ekstrakcija fenolnih spojin s kolono Strata X

4.2.14 Določanje antioksidativne učinkovitosti- DPPH metoda

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 antiosidantaa prehaja v rumeno. Spremembo absorbance spremljamo spektrofotometrično pri 517 nm.

15 g medu smo raztopili v 25 ml vode in iz nje z razredčevanjem dobili 5 raztopin z masnimi deleži od 30 do 600 mg/ml.

Odpipetiral 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.

Vse skupaj smo dali v temo za 90 minut, nakar smo odčitali absorbanco pri 517 nm in iz umeritvene krivulje za posamezni vzorec izračunali učinkovitost DPPH. Rezultat smo podali kot koncentracijo učinkovitosti (IC_{50}), ki je definirana kot koncentracija antioksidanta, ki je potrebna za redukcijo absorbance radikala DPPH* oz. podaja koncentracijo substrata, ki vodi do 50 % zmanjšanja absorbance DPPH* in se kaže kot izguba intenzivnosti vijolične barve (Molyneux, 2004). Več fenolnih spojih kot med vsebuje, nižja je IC_{50} vrednost.



Slika 19: Izguba vijolične barve DPPH reagenta

4.2.15 Določanje antioksidativne učinkovitosti- FRAP metoda

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 Strainm, 1996).

Pripravili smo standardne raztopine železovega sulfata s koncentracijami od 0,1 do 1mM.

Odpipetirali smo 200 µl posamezne standardne raztopine, dodali 1,8 ml FRAP reagenta, dobro premešali in inkubirali 10 min pri 37 °C. Pri valovni dolžini 593 nm smo izmerili absorbanco proti slepemu vzorcu. Za slepi vzorec smo standardni raztopini dodali 1,8 ml vode.

V stekleno čašo smo odtehtali 5 g vzorca medu in ga raztopili v 20 ml vode, nato smo ga prestavili v 50 ml bučko in dopolnili do oznake.

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.

4.2.16 Statistična analiza

Statistično analizo smo izvedli s programom SPSS, različica 21.0 (IBM). Izračunali smo osnovno opisno statistiko, izvedli smo metodo analize variance, uporabili smo Duncanov post hoc test.

4.2.17 Rezultati analiz medu

V letu 2017 smo med točili 7. junij ter 6. julija, v letu 2018 21. maja ter 2. julija v letu 2019 3. junija ter 4. julija.

Pri izvajanju senzoričnih analiz opazamo, da je akacijev med pridobljen v deviškem satju svetlejše barve, ima manj intenzivno aromo in na senzoričnih ocenjevanjih dosega višje ocene, zato se postavlja vprašanje ali staro satje vpliva tudi na kakovostne parametre medu.

Čebele satje prevlečejo s propolisom zato postane temnejše barve. Starejše kot je satje, temnejše je. Če je temna barva satja, predvsem posledica nanosa propolisa, bi med iz starega satja vseboval več fenolnih snovi, ki jih veliko vsebuje propolis, in bi zato imel višjo antioksidativno učinkovitost. Z različnimi metodami smo zato izmerili vsebnost fenolnih snovi v medu in njegovo antioksidativno učinkovitost.

Pričakovali smo, da bo med iz mlajšega satja svetlejši, imel manj netopnih snovi, ki so pokazatelj nečistoč ter več fenolnih spojin in s tem višjo antioksidativno učinkovitost.

Povprečne rezultate analiz prikazujejo preglednice 4 in 5, 6, 7, 8 in 9 pri čemer številka ena (1) pomeni, da je bil med pridobljen iz deviških satov, številka dva (2) pa iz večkrat zaleženih starih satov.

**APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN
KAKOVOST MEDU**

Preglednica 4: Povprečne vrednosti analiziranih parametrov točenja 7.6.2017

Parameter	Skupina	Št. vzorcev	Povprečje	St. dev	Min	Maks
senzorična ocena (28 točk)	1	6	22,21	0,83	21,50	23,75
	2	6	22,54	0,78	21,75	24,00
število peloda/ 10 g medu	1	6	1,8* 10 ³	658,90	0,9 *10 ³	2,5*10 ³
	2	6	4,9*10 ³	5665,75	0,9 *10 ³	16*10 ³
število kvasovk/* 10 g medu	1	6	78.445,73	34.273,57	22.095,96	122.549,02
	2	6	162.525,70	45.742,15	95.016,89	215.669,01
vsebnost vode (%)	1	6	16,62	0,61	15,90	17,30
	2	6	17,35	0,87	16,20	18,20
električna prevodnost (mS/cm)	1	6	1,35	0,15	1,19	1,59
	2	6	1,48	0,09	1,36	1,62
diastazno število	1	6	34,68	7,31	26,99	47,24
	2	6	27,03	6,54	20,00	35,57
barva (nm)	1	6	367,83	29,12	343,00	422,00
	2	6	383,08	42,05	333,00	434,00
HMF (mg/kg)	1	6	0,41	0,14	0,25	0,61
	2	6	0,62	0,37	0,22	1,29
vsebnost netopnih	1	6	0,04	0,03	0,02	0,10
snovi (g/100 g)	2	6	0,02	0,01	0,01	0,03
vsebnost prostih kislin (mmol/kg)	1	6	33,53	0,94	31,93	34,84
	2	6	34,37	4,08	27,34	38,83
pH vrednost	1	6	4,55	0,12	4,42	4,70
	2	6	4,63	0,06	4,53	4,70
vsebnost fruktoze (g/100 g)	1	6	34,96	1,26	32,55	35,91
	2	6	28,84	0,99	26,92	29,77
vsebnost glukoze (g/100 g)*	1	6	33,84	1,55	31,56	35,76
	2	6	28,22	1,17	26,17	29,27
vsebnost fruktoze in glukoze (g/100 g)	1	6	63,80	2,21	59,47	65,68
	2	6	62,05	2,55	58,82	64,60
FRAP (μM Fe(II))	1	6	265,58	55,40	207,00	341,00
	2	6	331,25	64,92	286,50	455,50
DPPH-IC ₅₀ (mg/ml)	1	6	12,00	1,41	10,00	14,00
	2	6	11,17	0,75	10,00	12,00
Celokupni flavonoidi (mg _{GA} /kg medu)	1	6	326,67	73,94	270,00	470,00
	2	6	290,00	87,41	130,00	370,00
Ekstrahirani flavonoidi (mg _{GA} /kg medu)	1	6	146,67	27,33	110,00	190,00
	2	6	129,17	36,93	65,00	160,00

*z odebeljeno pisavo in * so označeni parametri pri katerih smo med skupinami zaznali statistično značilne razlike

**APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN
KAKOVOST MEDU**

Preglednica 5: Povprečne vrednosti analiziranih parametrov prvega točenja (6.7.2017)

Parameter	Skupina	Št. vzorcev	Povprečje	St. dev	Min	Maks
senzorična ocena (28 točk)	1	6	22,42	0,38	22,00	22,75
	2	6	22,50	0,63	21,75	23,25
število peloda/ 10 g medu	1	6	11 *10 ³	4483,49	4,8*10 ³	17,8*10 ³
	2	6	11*10 ³	2132,68	7,8*10 ³	14,2*10 ³
število kvasovk/ 10 g medu	1	6	178.758	79.943	20.052	430.126
	2	6	225.597	92.100	18.346	588.897
vsebnost vode (%)	1	6	15,73	0,17	15,55	15,95
	2	6	16,05	0,51	15,35	16,55
električna prevodnost (mS/cm)	1	6	1,85	0,19	1,71	2,16
	2	6	1,82	0,11	1,75	2,04
diastazno število	1	6	30,17	2,32	27,00	33,00
	2	6	29,50	4,18	23,00	35,00
barva (nm)	1	6	420,58	22,75	391,50	460,00
	2	6	428,17	65,34	358,00	503,50
HMF (mg/kg)	1	6	0,20	0,08	0,10	0,27
	2	6	0,25	0,32	0,10	0,90
vsebnost netopnih snovi (g/100 g)	1	6	0,02	0,01	0,01	0,02
	2	6	0,03	0,01	0,02	0,04
vsebnost prostih kislin (mmol/kg)	1	6	27,80	2,12	26,00	31,64
	2	6	25,79	2,68	23,33	29,14
pH vrednost	1	6	4,69	0,04	4,62	4,72
	2	6	4,74	0,05	4,67	4,82
vsebnost fruktoze (g/100 g)	1	6	39,21	2,74	34,51	41,99
	2	6	41,37	5,38	35,00	51,00
Vsebnost glukoze (g/100 g)	1	6	27,26	2,12	25,00	29,40
	2	6	27,86	3,33	24,88	33,65
vsebnost fruktoze in glukoze (g/100 g)	1	6	66,47	4,67	59,51	70,85
	2	6	69,22	8,65	59,88	84,65
FRAP	1	6	260,25	50,37	183,50	325,00
(μM Fe(II))	2	6	317,25	100,86	219,00	511,00
DPPH-IC ₅₀ (mg/ml)	1	6	21,83	5,74	18,00	33,00
	2	6	20,17	4,36	15,00	28,00
celokupni flavonoidi (mg _{GA} /kg medu)	1	6	320,00	61,32	210,00	380,00
	2	6	328,33	47,92	260,00	390,00
ekstrarahirani flavonoidi (mg _{GA} /kg medu)	1	6	126,67	73,67	50,00	230,00
	2	6	100,00	66,03	10,00	180,00

**APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN
KAKOVOST MEDU**

Preglednica 6: Povprečne vrednosti analiziranih parametrov prvega točenja (21.5.2018)

Parameter	Skupina	Št. vzorcev	Povprečje	St. dev	Min	Maks
senzorična ocena (28 točk)	1	6	26,83	0,13	26,75	27,00
	2	6	26,88	0,14	26,75	27,00
število peloda/ 10 g medu	1	6	2,4* 10 ³	2032,21	281,79	5,6*10 ³
	2	6	1,8*10 ³	673,97	1 *10 ³	3*10 ³
število kvasovk/* 10 g medu	1	6	61.898,28	42.935,48	31.136,78	141.88,15
	2	6	368.458,11	512.997,36	115.342,0	1.413.316,5
vsebnost vode (%)	1	6	16,72	1,04	15,30	18,50
	2	6	16,65	0,70	16,00	17,90
električna prevodnost (mS/cm)	1	6	0,54	0,08	0,44	0,66
	2	6	0,56	0,07	0,50	0,69
diastazno število	1	6	28,83	1,83	26,00	31,00
	2	6	32,00	4,47	24,00	36,00
barva (nm)	1	6	404,50	52,08	326,50	462,50
	2	6	444,50	91,41	339,50	572,00
HMF (mg/kg)	1	6	0,18	0,11	0,00	0,26
	2	6	0,31	0,04	0,24	0,35
vsebnost netopnih snovi (g/100 g)	1	6	0,14	0,02	0,11	0,16
	2	6	0,16	0,06	0,07	0,22
Vsebnost prostih kislin (mmol/kg)	1	6	18,24	1,33	16,24	19,82
	2	6	19,86	0,85	18,97	21,34
pH vrednost	1	6	4,59	0,15	4,40	4,78
	2	6	4,52	0,09	4,39	4,66
vsebnost fruktoze (g/100 g)	1	6	38,97	3,32	33,69	43,20
	2	6	42,56	1,96	40,12	45,88
Vsebnost glukoze (g/100 g)	1	6	30,07	1,90	28,54	33,38
	2	6	31,54	1,44	28,99	33,04
Vsebnost fruktoze in glukoze (g/100 g)	1	6	69,05	5,00	62,24	76,58
	2	6	74,10	2,99	70,29	78,67
FRAP (μM Fe(II))	1	6	79,68	10,17	68,52	90,18
	2	6	78,60	9,20	62,52	90,85
DPPH-IC ₅₀ (mg/ml)	1	6	10,67	4,23	7,00	19,00
	2	6	9,50	1,38	8,00	11,00
celokupni flavonoidi (mg _{GA} /kg medu)	1	6	241,00	34,89	185,00	279,00
	2	6	238,83	75,96	141,00	337,00
Ekstrahirani flavonoidi (mg _{GA} /kg medu)	1	6	116,67	19,66	80,00	130,00
	2	6	125,00	16,43	100,00	140,00

*z odebeljeno pisavo in * so označeni parametri pri katerih smo med skupinami zaznali statistično značilne razlike

**APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN
KAKOVOST MEDU**

Preglednica 7: Povprečne vrednosti analiziranih parametrov drugega točenja (2.7.2018)

Parameter	Skupina	Št. vzorcev	Povprečje	St. dev	Min	Maks
senzorična ocena (28 točk)	1	6	25,79	0,46	25,25	26,25
	2	6	24,88	1,08	23,25	26,00
število peloda/ 10 g medu	1	6	5,3 * 10 ³	1294,47	3,8 * 10 ³	7,5 * 10 ³
	2	6	5,8 * 10 ³	3918,21	1,3 * 10 ³	12,8 * 10 ³
število kvasovk/* 10 g medu	1	6	401.424,92	211.933,25	84.933,13	741.616,51
	2	6	2.059.209,6	1.152.560,3	610.458,7	4.101.388,8
vsebnost vode (%)	1	6	15,87	0,60	15,00	16,60
	2	6	15,98	0,39	15,40	16,30
električna prevodnost (mS/cm)	1	6	0,97	0,02	0,95	0,99
	2	6	1,03	0,08	0,95	1,17
diastazno število	1	6	25,83	9,95	20,00	46,00
	2	6	28,17	4,71	23,00	34,00
barva (nm)	1	6	222,92	25,28	180,00	246,50
	2	6	241,08	18,88	212,00	265,50
HMF (mg/kg)	1	6	0,19	0,20	0,00	0,39
	2	6	0,42	0,23	0,00	0,67
vsebnost netopnih snovi (g/100 g)	1	6	0,14	0,04	0,10	0,19
	2	6	0,12	0,03	0,06	0,16
Vsebnost prostih kislin (mmol/kg)	1	6	31,53	4,73	26,26	40,30
	2	6	28,28	8,93	11,61	36,53
pH vrednost	1	6	4,81	0,13	4,65	4,99
	2	6	4,71	0,07	4,64	4,84
vsebnost fruktoze (g/100 g)	1	6	36,22	1,05	34,85	37,80
	2	6	36,89	1,33	35,85	39,53
vsebnost glukoze (g/100 g)	1	6	30,34	1,00	28,70	31,38
	2	6	30,43	0,79	29,49	31,48
Vsebnost fruktoze in glukoze (g/100 g)	1	6	66,55	1,68	64,16	69,18
	2	6	67,32	1,16	65,61	69,03
FRAP (μM Fe(II))	1	6	80,62	14,15	64,82	104,32
	2	6	84,34	10,93	69,48	96,48
DPPH-IC ₅₀ (mg/ml)	1	6	33,67	10,84	17,00	51,00
	2	6	29,33	3,39	26,00	35,00
Celokupni flavonoidi (mg _{GA} /kg medu)	1	6	195,50	23,91	162,00	233,00
	2	6	181,33	11,99	162,00	197,00
Ekstrahirani flavonoidi (mg _{GA} /kg medu)	1	6	115,00	55,05	60,00	220,00
	2	6	103,33	30,11	70,00	140,00

*z odebeljeno pisavo in * so označeni parametri pri katerih smo med skupinami zaznali statistično značilne razlike

**APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN
KAKOVOST MEDU**

Preglednica 8: Povprečne vrednosti analiziranih parametrov prvega točenja (3.6.2019)

Parameter	Skupina	Št. vzorcev	Povprečje	St. dev	Min	Maks
število peloda/ 10 g medu	1	6	1,7* 10 ³	1046,91	584	3,4* 10 ³
	2	6	2,5*10 ³	1589,34	268	4,5* 10 ³
število kvasovk/ 10 g medu	1	6	87.873	24.252	59.312	124.692
	2	6	130.9571	73.986	38.485,	197.606
vsebnost vode (%)*	1	6	22,6	0,91	21,2	23,2
	2	6	21,6	0,63	20,7	22,4
električna prevodnost (mS/cm)	1	6	0,25	0,03	0,21	0,27
	2	6	0,27	0,02	0,24	0,28
diastazno število	1	6	14	1,41	12	16
	2	6	16	3,66	12	21
barva (nm)*	1	6	119	17,66	95	144
	2	6	155	27,98	130	200
HMF (mg/kg)	1	6				
	2	6				
vsebnost netopnih snovi (g/100 g)	1	6	0,04	0,04	0,00	0,10
	2	6	0,01	0,01	0,00	0,02
vsebnost	1	6	15,78	1,84	12,53	17,86
prostih kislin (mmol/kg)	2	6	17,02	2,51	13,32	19,61
pH vrednost*	1	6	3,79	0,03	3,75	3,84
	2	6	3,88	0,07	3,80	3,95
vsebnost fruktoze (g/100 g)	1	6	31,46	3,86	24,3	34,55
	2	6	33,72	1,68	31,56	36,03
Vsebnost glukoze (g/100 g)	1	6	27,07	2,99	21,38	29,50
	2	6	29,97	2,69	27,58	35,10
vsebnost fruktoze in glukoze (g/100 g)	1	6	58,53	6,81	45,68	63,88
	2	6	63,69	3,94	60,13	71,13
FRAP* (μM Fe(II))	1	6	3,98	1,8	2,25	6,73
	2	6	3,55	2,6	0,23	7,93
DPPH-IC₅₀ (mg/ml)*	1	6	61	1,79	58	63
	2	6	65	2,64	62	69
celokupni flavonoidi (mg _{GA} /kg medu)	1	6	129	19,83	105	158
	2	6	95	15,94	74	117
ekstrarahirani flavonoidi (mg _{GA} /kg medu)	1	6	73	14,6	56	94
	2	6	85	11,4	70	101

*z odebeljeno pisavo in * so označeni parametri pri katerih smo med skupinami zaznali statistično značilne razlike

**APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN
KAKOVOST MEDU**

Preglednica 9: Povprečne vrednosti analiziranih parametrov drugega točenja (4.7.2019)

Parameter	Skupina	Št. vzorcev	Povprečje	St. dev	Min	Maks
Senzorična ocena (28 točk)	1	6	24,58	0,47	24	25,25
	2	6	24,25	0,35	23,75	24,75
število peloda/ 10 g medu	1	6	5,9 10 ³	3075	22,9 10 ³	11 10 ³
	2	6	5,6 10 ³	1703	2,9 10 ³	8 10 ³
število kvasovk/ 10 g medu	1	6	73.246	27.477	41.286	117.643
	2	6	97.022	47.757	43.446	150.333
Vsebnost vode (%)*	1	6	16,3	0,4	15,6	16,8
	2	6	15,7	0,4	15,2	16,3
električna prevodnost (mS/cm)	1	6	1,13	0,02	1,11	1,16
	2	6	1,12	0,07	0,99	1,17
diastazno število	1	6	25	2	23	28
	2	6	26	3	21	29
barva (nm)	1	6	152	18	128	168
	2	6	178	51	141	276
HMF (mg/kg)	1	6	0,83	0,58	< 0,3	1,72
	2	6	0,73	0,72	< 0,3	1,66
vsebnost netopnih	1	6	0,092	0,01	0,08	0,1
snovi (g/100 g)	2	6	0,083	0,014	0,07	0,1
Vsebnost	1	6	21,45	1,5	19,39	23,39
prostih kislin (mmol/kg)	2	6	20,45	0,78	19,72	21,92
pH vrednost	1	6	1,13	0,02	1,11	1,16
	2	6	1,12	0,07	0,99	1,17
vsebnost	1	6	4,64	0,07	4,57	4,77
fruktoze (g/100 g)	2	6	4,61	0,07	4,53	4,72
Vsebnost	1	6	33,68	3,27	27,44	36,53
glukoze (g/100 g)	2	6	35,64	4,48	32,2	44,11
Vsebnost fruktoze in glukoze (g/100 g)	1	6	28,43	1,89	24,57	29,35
	2	6	30,05	3,31	25,98	35,46
FRAP	1	6	214	21	194	245
(μM Fe(II))	2	6	237	17	204	247
DPPH-IC ₅₀ (mg/ml)	1	6	30	7	24	42
	2	6	28	6	21	38
Celokupni flavonoidi (mg _{GA} /kg medu)	1	6	152	12	137	167
	2	6	153	10	141	170
Ekstrarahirani flavonoidi (mg _{GA} /kg medu)	1	6	142	25	110	180
	2	6	128	24	90	160

V vseh letih izvajanja aplikativne naloge smo točili dvakrat, v letu 2019 smo pri prvem točenju točili predelano sladkorno raztopino, saj smo pred tem zaradi slabe pašne sezone, morali čebelje družine krmiti. V letu 2017 je pet od šestih vzorcev medu iz deviškega satja bilo gozdni med z močno izraženo aromo lipovega medu, vzorci iz starega satja pa so razen enega vzorca bili gozdni, en vzorec pa prav tako gozdni s prisotnostjo lipe. Raznovrstnost med vzorci je tudi razlog v tem letu za statistično značilno različno

vsebnost glukoze med vzorci deviškega in starega satja. V primeru drugega točenja so bili vsi vzorci razen enega iz deviškega satja, ki je bil gozdni, kostanjev med. V letu 2018 so bili vzorci prvega točenja po izvoru cvetlični, drugega pa lipov med. V letu 2019 so bile v času pridobivanja medu prvega točenja, pašne razmere v naravi zelo slabe, zato smo morali čebelje družin v tem času obilno krmiti in med, ki smo ga pridobili ni med, temveč predelana sladkorna raztopina, kar smo ugotovili že s samo senzorično analizo. Posledica krmljenja čebel se kaže tudi v nizki električni prevodnosti, distazni aktivnosti in vsebnosti fenolnih spojih ter antioksidativni aktivnosti, ki jih v med poleg čebel prispevajo tudi rastline, kot pašni viri. Večina vzorcev (10) drugega točenja je bilo gozdni med (čuti se tudi prisotnost lipe in kostanja), dva pa lipov.

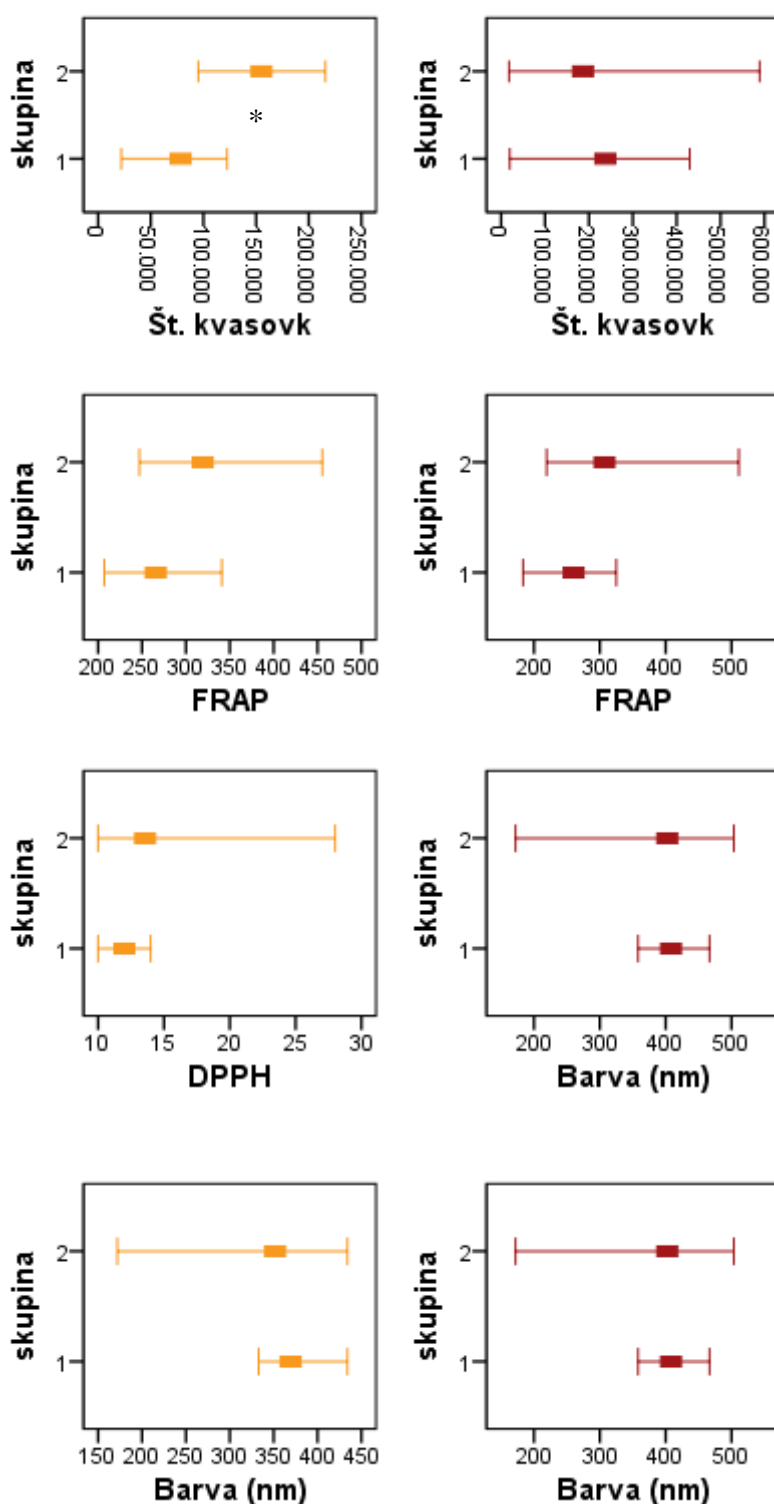
V vzorcih iz leta 2017 in 2018 smo statistično značilne razlike ugotovili v primeru količine kvasovk v medu, med iz deviškega satja jih je imel bistveno manj (graf 21 in 22). Kvasovke bi lahko v primeru višje vsebnosti vode povzročile kvar medu-fermentacijo, ki ima za posledico skisanje. Ob prisotnosti kisika se alkohol pretvori v ocetno kislino in vodo, zato ima skisan med kisel okus (Snowdon in Cliver, 1996). Vzrok za pojav višje vsebnosti kvasovk je lahko staro satje, v katerem so se nahajale kvasovke. V starem satju najdejo zatočišče spore mikroorganizmov, ki povzročajo različne čebelje bolezni (Bogdanov, 2012). Tudi v letu 2019 je bilo kvasovk v starem satju več, vendar ne statistično značilno.

Pričakovali smo, da bo imel med iz starega satja več fenolnih spojin in tako višjo antioksidativno učinkovitost, vendar z nobeno od štirih metod za med tega nimo dokazali, so pa imeli večjo antioksidativno učinkovitost imeli vzroci predelane sladkorne raztopine iz starega satja v letu 2019 (grafi 21, 22, 23). Višje vrednosti so posledica fenolnih spojih, ki jih vsebuje propolis, s katerim je staro satje prevlečeno. Antioksidativna učinkovitost propolisa je večja od medu. Glede na naše rezultate ugotavljamo, da pašni viri bolj prispeva k antioksidativni učinkovitosti medu kot propolis iz satja, saj smo razlike ugotovili le tokrat, ko med ni bil med, temveč predelan sladkor. Tudi Bertonceľ (2008) ugotavlja, da nekaj antioksidativne učinkovitosti v medu izvira iz propolisa v medu. V vzorcih drugega točenja, kot tudi v preteklih letih med iz nedeviskega satja ni imel višje antioksidativne učinkovitosti, tako da ni razloga za nezamenjavo satja z namenom, da bi med vseboval več fenolnih spojin, saj jih vsebuje že naravni vir, vpliv propolisa se je pokazal samo v primeru, ko jih v naravnem viru ni bilo nič.

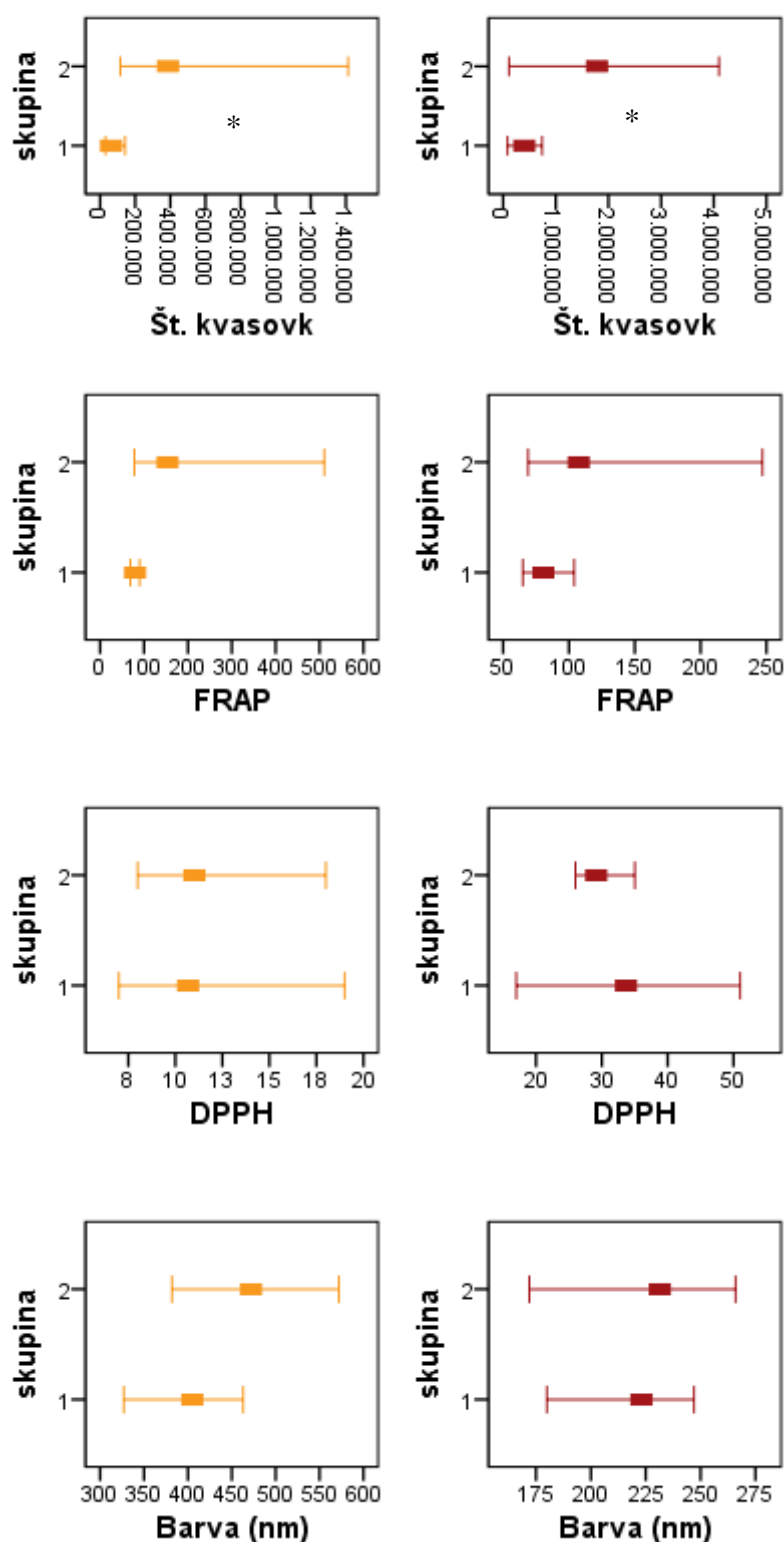
Predvidevali smo tudi, da bo med iz starega satja temnejši. V večini primerov, smo točili manin med, ki je že po svojih senzoričnih lastnosti temnejši, tako da so rezultati brez razlik razumljivi (grafi 21, 22, 23). Razlike so v vzorcih prvega točenja iz leta 2019, ko smo točili predelan sladkor in ne med, tako da te ugotovitve potrjujejo trditev, da barvo medu poleg pašnega vira, daje tudi barva satja, v katerem je med pridelan. To zelo dobro opazamo pri akacijevem medu in tokrat tudi v našem primeru, saj smo točili sladkorno raztopino, ki nima tako intenzivne barve kot med, in je tako barva tega pridelka, bila posledica propolisa in nečistoč v nedeviskem satju.

Pričakovali smo tudi, da bo med iz starega satja imel več netopnih snovi, kar pa se ni pokazalo.

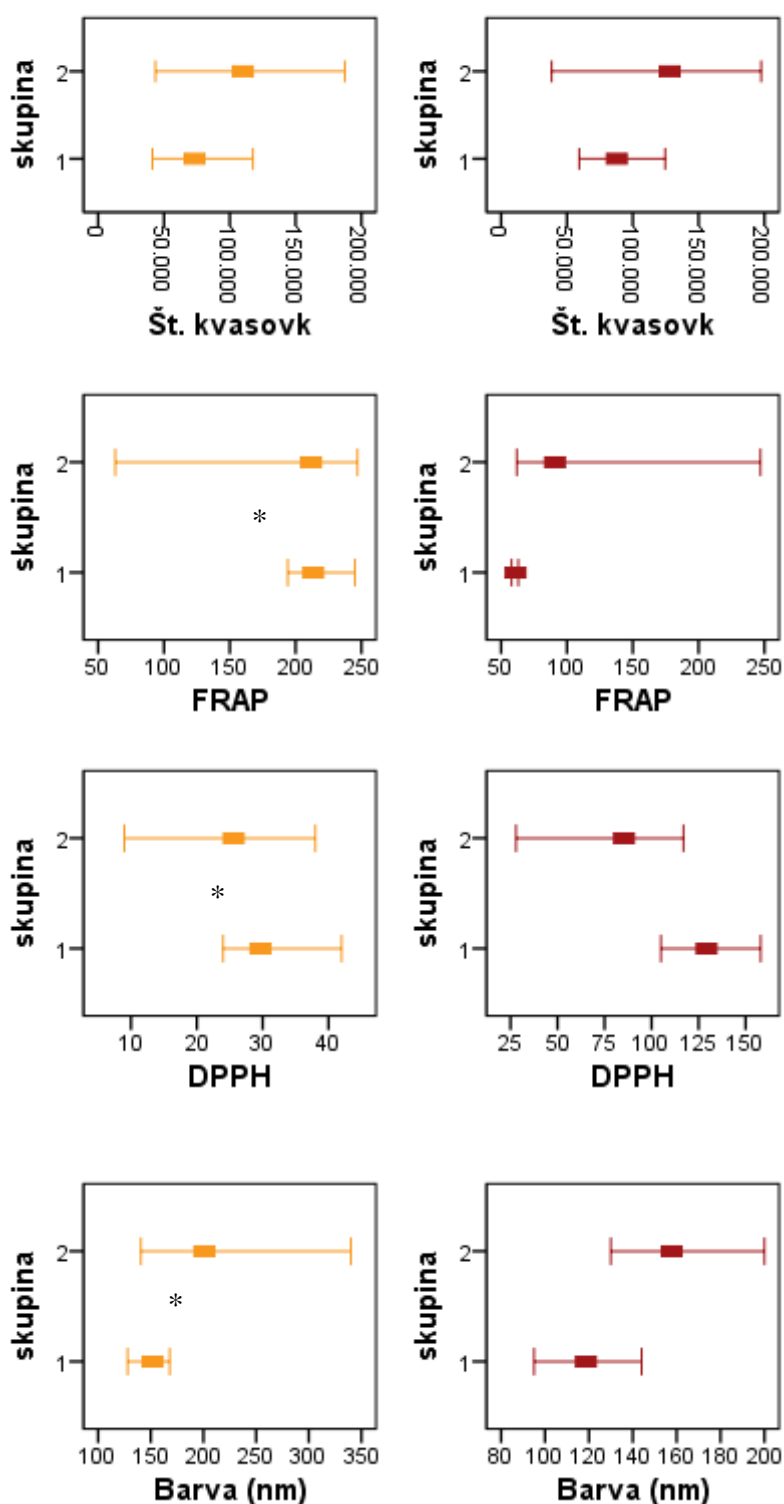
Statistično značilne razlike smo v vzorcih prvega točenja iz leta 2018 našli v vsebnosti HMF ter prostih kislin. Višje vrednosti prostih kislin v medu iz starega satja bi bile lahko tako pokazatelj nastanka kislin zaradi fermentacije, zaradi višjega števila kvasovk, razlikuje pa se lahko tudi zaradi različnega vira nektarja. Razlike v vsebnosti HMF težko razložimo. Tako v vzorcih prvega kot drugega točenja je bilo v letu 2019 vode statistično značilno več v vzorcih iz deviškega satja. Glede na to, da se to pojavlja pri obeh točenjih, bi bile lahko posledica živalnosti družin in višjega donosa medu. Vsebnost vode v vzorcih prvega točenja je bila zelo visoka in ne ustreza Pravilniku o medu.



Graf 21: Povprečne vrednosti z najvišjo in najnižjo vrednostjo za število kvasovk, antioksidativno učinkovitost določeni z DPPH ter FRAP metodo in barvo za med prvega (levo) in drugega (desno) točenja v letu 2017 (med parametri označeni z * znotraj prvega točenja med skupina obstajajo statistično značilne razlike ($p < 0,05$) z Duncanovim testom)



Graf 22: Povprečne vrednosti z najvišjo in najvišjo vrednostjo za število kvasovk, antioksidativno učinkovitost določeni z DPPH ter FRAP metodo in barvo za med prvega (levo) in drugega (desno) točenja v letu 2018 (med parametri označeni z * znotraj prvega točenja med skupina obstajajo statistično značilne razlike ($p < 0,05$) z Duncanovim testom)



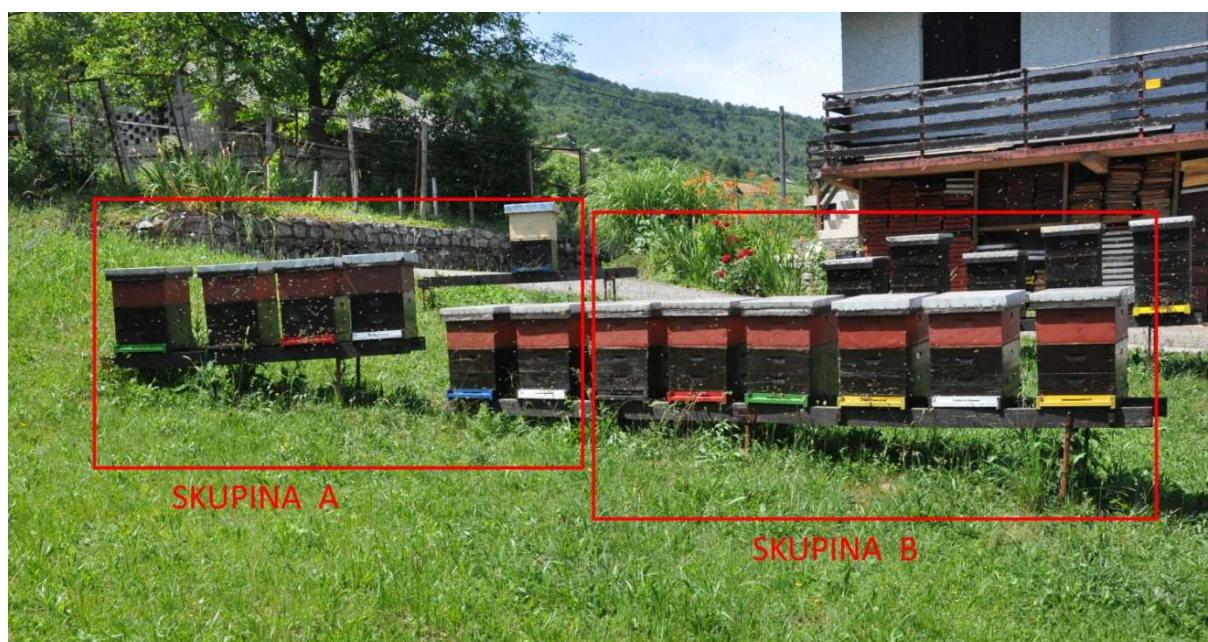
Graf 23: Povprečne vrednosti z najvišjo in najvišjo vrednostjo za število kvasovk, antioksidativno učinkovitost določeni z DPPH ter FRAP metodo in barvo za med prvega (levo) in drugega (desno) točenja v letu 2019 (med parametri označeni z * znotraj prvega točenja med skupina obstajajo statistično značilne razlike ($p < 0,05$) z Duncanovim testom)

4.3 VPLIV RAZLIČNIH KONCENTRACIJ SLADKORNE RAZTOPINE OKSALNE KISLINE NA UČINKOVITOST IN TOLERANCO ČEBEL

V mesecu maju 2017 smo naredili 12 čebeljih družin v nakladnih panjih, ki smo jih locirali v poskusnem čebelnjaku oziroma na stojišču SI 166689 (slika 20). Tu se je izvajal test, kjer bomo kontrolirali vpliv različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline na učinkovitost in toleranco čebel pri zatiranju varoj. Čebelje družine smo razdelili v **dve testni skupini A in B**. V vsako testno skupino smo uvrstili po 6 čebeljih družin.

V testni skupini A smo uporabili 2 % koncentracijo sladkorne raztopine oksalne kisline po metodi kapanja.

V testni skupini B smo uporabili 3,8 % koncentracijo sladkorne raztopine oksalne kisline po metodi kapanja.



Slika 20: Čebelje družine na stojišču, kjer se je izvajal vpliv različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline na učinkovitost in toleranco čebel

Pri uporabi raztopine oksalne kisline se moramo držati treh osnovnih pogojev:

1. v panjih ne sme biti zalege
2. ne smemo prekoračiti priporočenega odmerka oksalne kisline
3. zatiranje varoj z raztopino oksalne kisline lahko izvedemo le enkrat na generacijo čebel.

Napravili smo dve različni koncentraciji sladkorne raztopine oksalne kisline:

Raztopina A:

v 1 litru tople sladkorne raztopine (1 del destilirane vode + 1 del sladkorja) smo raztopili 35 g dihidrata oksalne kisline – **2 % koncentracija**

Raztopina B:

v 1 litru tople sladkorne raztopine (1 del destilirane vode + 1 del sladkorja) smo raztopili 70 g dihidrata oksalne kisline – **3,8 % koncentracija**

Ker je surovina dihidrat oksalne kisline, moramo vedeti za utežni delež oksalne kisline v dihidratu oksalne kisline: $C_2H_2O_4 \times 2H_2O$ oksalna kislina dihidrat (molska masa = 126,07g/mol $C_2H_2O_4$ je oksalna kislina (molska masa = 90,07g/mol). Vsebnost oksalne kisline v dihidratu = $(90,07 \text{ g/mol}) : (126,07 \text{ g/mol}) = 0,7144$ oziroma 71,44 utežnega odstotka (op.: v 100g dihidrata oksalne kisline je 71,44 g oksalne kisline).

$$0,7144 \cdot 35 \text{ gr} = 2,5 \%$$

Za liter sladkorne raztopine smo uporabili

$$617,2 \text{ gr sladkorja} + 617,2 \text{ gr vode} = 1000 \text{ ml oziroma 1234 gr}$$

Raztopina A:

Masni delež raztopine se izračuna na sledeč način in sicer:

$$m(\text{topljenca})/m(\text{topila} + \text{topljenca})$$

$$m(35 \cdot 0,71)/(617,2 + 617,2 + 35) = 2 \%$$

Raztopina B:

Masni delež raztopine se izračuna na sledeč način in sicer:

$$m(\text{topljenca})/m(\text{topila} + \text{topljenca})$$

$$m(70 \cdot 0,71)/(617,2 + 617,2 + 70) = 3,8 \%$$

Sladkorno raztopine oksalne kisline smo v družinah dozirali enakomerno, tako smo čebele neposredno pokapali z največ 5 ml raztopine na polno zasedeno ulico. Ker so bile vse družine enako močne smo za vsako družino porabili 40 ml raztopine (slika 15).

4.3.1 Način testiranja

V novembru smo pred začetkom testiranja pregledali vse čebelje družine. V dveh družinah je bila v manjši meri na enem satu še prisotna čebelja zalega, ki smo jo izrezali, tako da so bile vse testirane družine brez zalege.

Za doziranje raztopine oksalne kisline po metodi kapanja smo uporabili 50 ml plastično brizgo s kovinsko iglo, s katero povečamo natančnost kapanja neposredno po čebelah v ulicah čebelje gruč. Raztopino, ki smo jo segreli na približno 35°C, smo dozirali enakomerno, tako da smo neposredno na čebele pokapali največ 5 ml raztopine na polno zasedeno ulico. Ker so bile družine glede moči izenačene, smo za zatiranje po družini

uporabili 30 ml raztopine. Postopek kapanja sladkorne raztopine oksalne kisline smo izvedli 15. novembra dopoldne, ko je bila temperatura v okolici čebelnjaka približno od 5 do 8 °C in so bile čebele v panju še v rahli gruči. Med tretiranjem varoj so bili v vseh panjih vstavljeni testni vložki, ki smo jih vsakodnevno kontrolirali in 15 dni šteli odpadle varoje.



Slika 21: Kapanje sladkorne raztopine oksalne kisline **Slika 22:** Testni vložek in odpad varoj

4.3.2 Odpad varoj po tretiranju s sladkorno raztopino oksalne kisline 2017

Skupen pregled odpada varoj po tretiranju s sladkorno raztopino oksalne kisline:

- **po skupini A**, ki so bile tretirane z 2 % raztopino oksalne kisline
- **po skupini B**, ki so bile tretirane s 3,8 % raztopino oksalne kisline

je v preglednici 10 in 11, ter v grafih 24 in 25.

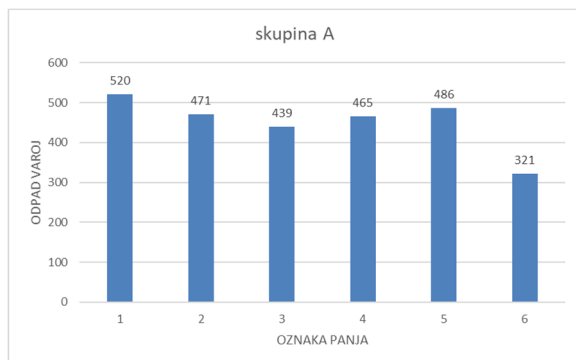
**Preglednica 10: Pregled odpada varoj po tretiranju z različnimi koncentracijami
sladkorne raztopine oksalne kisline po skupinah A in B**

panj	1	2	3	4	5	6	skupaj	povp.
skupina A	520	471	439	465	486	321	2.702	450
skupina B	396	356	403	478	411	404	2.377	408

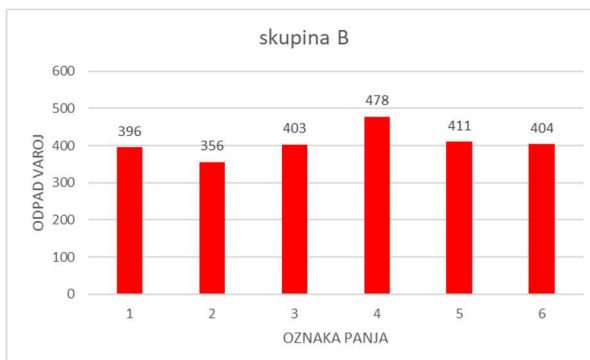
APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU

Preglednica 11: Pregled odpada varoj po tretiranju po skupinah A in B po datumih leta 2017

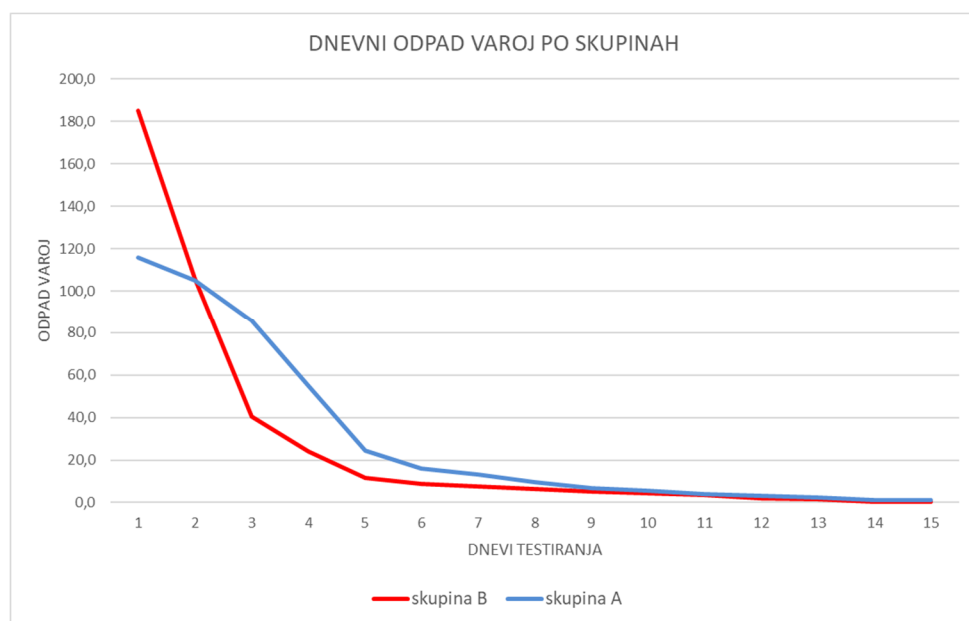
PANJ	SKUPINA	15.11.17	16.11.17	17.11.17	18.11.17	19.11.17	20.11.17	21.11.17	22.11.17	23.11.17	24.11.17	25.11.17	26.11.17	27.11.17	28.11.17	29.11.17	KONTR	ODPAD	KONTR	SKUPAJ	% UČINK.
1H	B	216	112	28	12	10	5	4	3	2	1	1	1	1	0	0	5	396	5	401	98,8
2H	B	145	78	54	45	10	7	5	4	3	2	1	1	1	0	0	4	356	4	360	98,9
3H	B	154	118	62	30	11	8	5	4	3	3	2	2	1	0	0	5	403	5	408	98,8
4H	B	228	114	34	18	15	13	12	10	9	9	7	4	3	1	1	2	478	2	480	99,6
5H	B	201	90	31	18	12	11	10	9	8	7	7	3	2	1	1	3	411	3	414	99,3
6H	B	168	122	33	22	12	9	9	8	6	5	4	2	2	1	1	3	404	3	407	99,3
1L	A	121	102	92	79	40	27	20	12	8	7	5	3	2	1	1	12	520	12	532	97,7
2L	A	115	105	98	60	23	15	13	8	7	7	4	5	5	2	2	11	469	11	480	97,7
3L	A	122	116	84	53	15	10	10	8	6	5	4	2	2	1	1	8	439	8	447	98,2
4L	A	143	124	90	42	17	11	11	10	6	3	3	2	1	1	1	9	465	9	474	98,1
5L	A	113	118	93	58	33	22	14	9	6	5	5	4	3	2	1	11	486	11	497	97,8
6L	A	82	65	58	38	19	12	12	10	8	7	4	3	1	1	1	8	321	8	329	97,6
POVP	B	185,3	105,7	40,3	24,2	11,7	8,8	7,5	6,3	5,2	4,5	3,7	2,2	1,7	0,5	0,5	3,7	408,0	3,7	411,7	99,1
min	B	145	78	28	12	10	5	4	3	2	1	1	1	1	0	0	2	356	2	360	98,8
MAX	B	228	122	62	45	15	13	12	10	9	9	7	4	3	1	1	5	478	5	480	99,6
Std dev	B	34,40	17,55	14,07	11,81	1,86	2,86	3,27	3,01	2,93	3,08	2,80	1,17	0,82	0,55	0,55	1,21	39,49	1,21	38,71	0,33
CV%	B	0,19	0,17	0,35	0,49	0,16	0,32	0,44	0,48	0,57	0,68	0,76	0,54	0,49	1,10	1,10	0,33	0,10	0,33	0,09	0,3%
POVP	A	116,0	105,0	85,8	55,0	24,5	16,2	13,3	9,5	6,8	5,7	4,2	3,2	2,3	1,3	1,2	9,8	450,0	9,8	459,8	97,9
min	A	82	65	58	38	15	10	10	8	6	3	3	2	1	1	1	8	321	8	329	97,6
MAX	A	143	124	98	79	40	27	20	12	8	7	5	5	5	2	2	12	520	12	532	98,2
Std dev	A	19,78	21,26	14,37	14,64	9,91	6,85	3,56	1,52	0,98	1,63	0,75	1,17	1,51	0,52	0,41	1,72	68,62	1,72	69,97	0,25
CV%	A	0,17	0,20	0,17	0,27	0,40	0,42	0,27	0,16	0,14	0,29	0,18	0,37	0,65	0,39	0,35	0,18	0,15	0,18	0,15	0,3%



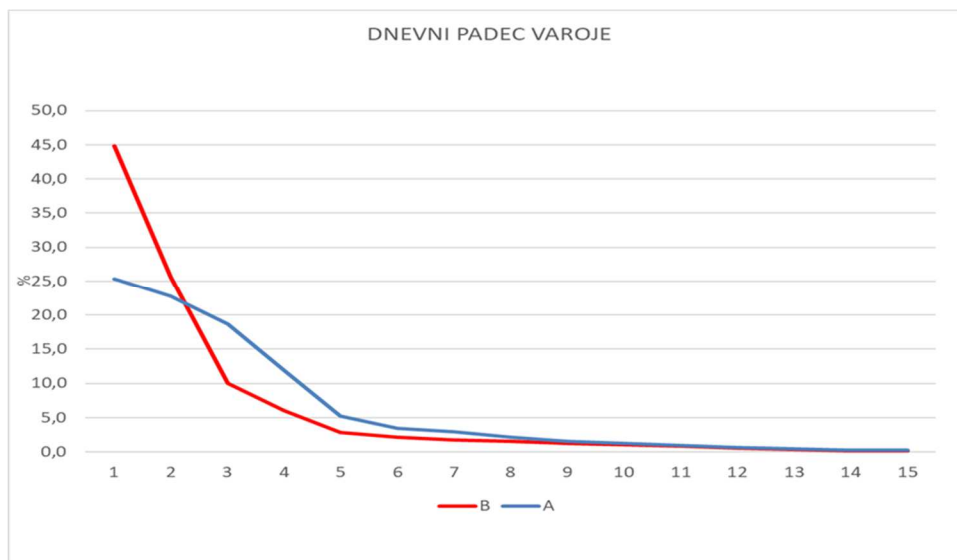
Graf 24: Pregled odpada varoj skupina A



Graf 25: Pregled odpada varoj skupina B



Graf 26: Pregled odpada varoj po dnevih skupine A in skupne B



Graf 27: Pregled odpada varoj po dnevih skupine A in skupine B po odstotkih

Kljub temu, da smo čebelarje družine razdeljene v skupino A in skupino B tretirali z različnimi koncentracijami sladkorne raztopine oksalne kisline, rezultati odpada varoj ne pokažejo te razlike. Iz dobljenih rezultatov ne morem sklepati, da bi za 100 % večja količina oksalne kisline v skupini B, imela za posledico tudi za toliko višji odpad varoj. Povprečen odpad varoj v čebeljih družinah razdeljenih v skupino A in skupino B se pri obeh skupinah giblje okoli 400 varoj/ družino. **Razlika pri povprečnem odpadu varoj med skupinama A in B je zgolj dobrih 10 %.**

Pri testiranju dnevnega odpada varoj, se je ugotovila razlika pri intenzivnosti odpada varoj. Ta je bil v prvih dveh dneh veliko večji pri družinah, ki so bile tretirane z višjo koncentracijo sladkorne raztopine oksalne kisline. Tako je pri skupini B, ki je bila tretirana z višjo koncentracijo raztopine oksalne kisline, odpadlo prvi dan, **kar 45 % vseh varoj v družini**. Odpad varoj v družinah skupine A, ki so bile tretirane z nižjo koncentracijo raztopine oksalne kisline, je bolj počasen in enakomeren.

4.3.3 Odpad varoj po tretiranju s sladkorno raztopino oksalne kisline 2018

Skupen pregled odpada varoj po tretiranju s sladkorno raztopino oksalne kisline:

- **po skupini A**, ki so bile tretirane z 2 % raztopino oksalne kisline
 - **po skupini B**, ki so bile tretirane s 3,8 % raztopino oksalne kisline
- je v preglednici 12 in 13, ter v grafih 28 in 29.

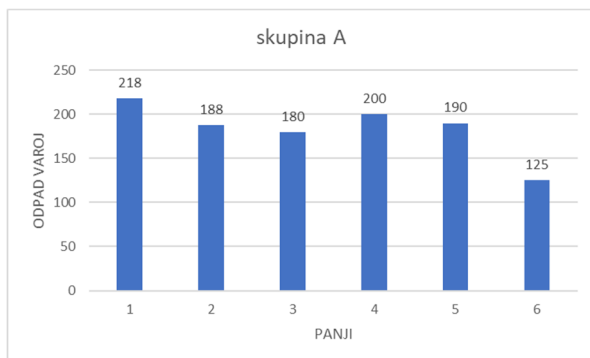
APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU

Preglednica 12: Pregled odpada varoj po tretiranju z različnimi koncentracijami sladkorne raztopine oksalne kisline po skupinah A in B leta 2018

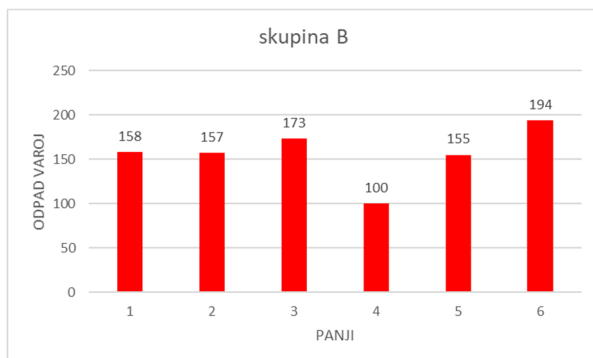
panj	1	2	3	4	5	6	skupaj	povp.
skupina A	218	188	180	200	190	125	1.101	183
skupina B	158	157	173	100	155	194	937	156

Preglednica 13: Pregled odpada varoj po tretiranju po skupinah A in B po datumih leta 2018

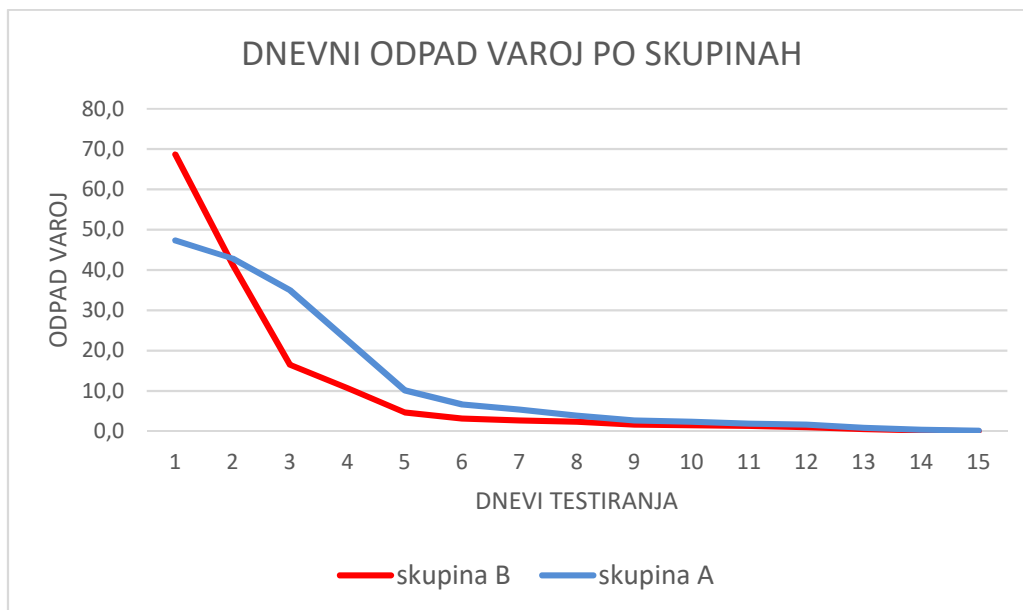
PANI	SKUPINA	2.11.18	3.11.18	4.11.18	5.11.18	6.11.18	7.11.18	8.11.18	9.11.18	10.11.18	11.11.18	12.11.18	13.11.18	14.11.18	15.11.18	16.11.18	KONTR	ODPAD	KONTR	SKUPAJ	% UČIN.	
1H	B	86	45	11	5	4	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	5	158	6	164	96,3	
2H	B	64	34	24	19	4	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	4	157	6	163	96,3	
3H	B	66	51	27	13	5	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	5	173	6	179	96,6	
4H	B	42	23	10	9	4	3	2	2	2	2	1	0	0	0	0	2	100	5	105	95,2	
5H	B	73	36	11	6	5	4	4	3	3	3	2	1	1	0	0	3	152	5	157	96,8	
6H	B	81	59	16	11	6	4	4	4	3	2	2	1	1	0	0	3	194	5	199	97,5	
1L	A	51	43	39	33	17	11	8	5	3	3	2	2	2	1	0	0	12	218	9	227	96,0
2L	A	46	42	39	24	9	6	5	3	3	3	2	2	2	2	1	1	11	188	10	198	94,9
3L	A	50	48	34	22	6	4	4	3	2	2	2	2	2	1	0	0	8	180	9	189	95,2
4L	A	61	53	39	20	7	5	5	4	3	1	1	1	0	0	0	9	200	9	209	95,7	
5L	A	44	46	36	23	13	9	5	4	2	2	2	2	1	1	0	11	190	11	201	94,5	
6L	A	32	25	23	15	7	5	5	4	3	3	2	1	0	0	0	8	125	8	133	94,0	
POVP	B	68,7	41,3	16,5	10,5	4,7	3,2	2,7	2,3	1,8	1,7	1,2	0,7	0,5	0,0	0,0	3,7	155,7	5,5	161,2	96,5	
min	B	42	23	10	5	4	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	2	100	5	105	95,2	
MAX	B	86	59	27	19	6	4	4	4	3	3	2	1	1	0	0	5	194	6	199	97,5	
Std dev	B	15,56	12,94	7,34	5,13	0,82	0,75	1,03	1,03	0,98	0,82	0,75	0,52	0,55	0,00	0,00	1,21	31,27	0,55	31,41	0,74	
CV%	B	0,23	0,31	0,44	0,49	0,17	0,24	0,39	0,44	0,54	0,49	0,65	0,77	1,10	#DEL/0!	#DEL/0!	0,33	0,20	0,10	0,19	0,8%	
POVP	A	47,3	42,8	35,0	22,8	9,8	6,7	5,3	3,8	2,7	2,3	1,8	1,7	0,8	0,3	0,2	9,8	183,5	9,3	192,8	95,1	
min	A	32	25	23	15	6	4	4	3	2	1	1	1	0	0	0	8	125	8	133	94,0	
MAX	A	61	53	39	33	17	11	8	5	3	3	2	2	2	1	1	12	218	11	227	96,0	
Std dev	A	9,54	9,58	6,23	5,91	4,31	2,73	1,37	0,75	0,52	0,82	0,41	0,52	0,75	0,52	0,41	1,72	31,49	1,03	31,99	0,75	
CV%	A	0,20	0,22	0,18	0,26	0,44	0,41	0,26	0,20	0,19	0,35	0,22	0,31	0,90	1,55	2,45	0,18	0,17	0,11	0,17	0,8%	



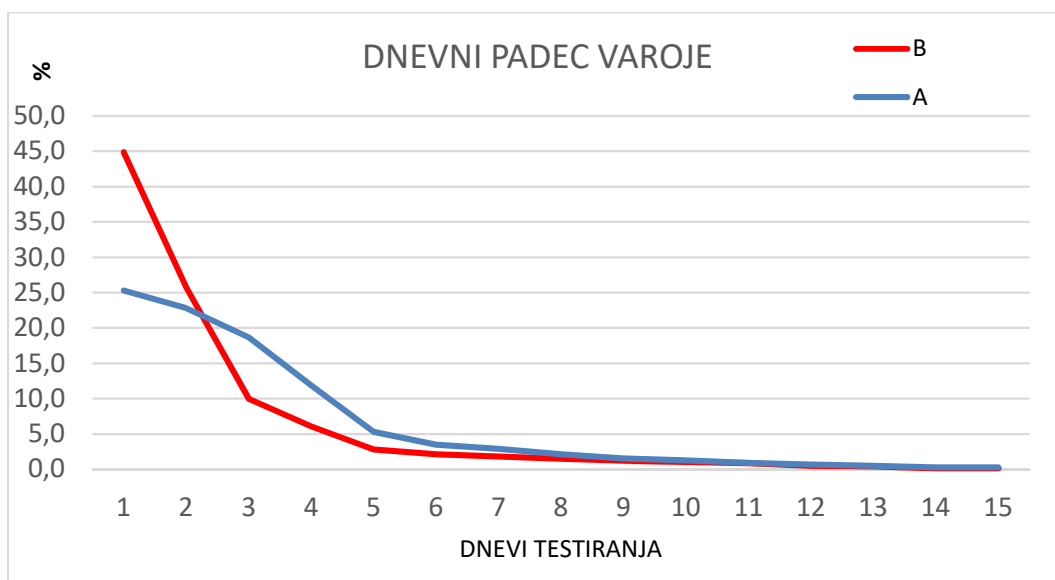
Graf 28: Pregled odpada varoj skupina A



Graf 29: Pregled odpada varoj skupina B



Graf 30: Pregled odpada varoj po dnevih skupine A in skupne B



Graf 31: Pregled odpada varoj po dnevih skupine A in skupne B po odstotkih

Kljub temu, da smo čebelje družine razdeljene v skupino A in skupino B tretirali z različnimi koncentracijami sladkorne raztopine oksalne kisline, rezultati odpada varoj ne pokažejo te razlike. Iz dobljenih rezultatov ne morem sklepati, da bi za 100 % večja količina oksalne kisline v skupini B, imela za posledico tudi za toliko višji odpad varoj. Povprečen odpad varoj v čebeljih družinah razdeljenih v skupino A in skupino B se pri obeh skupinah giblje okoli 170 varoj/ družino. **Razlika pri povprečnem odpadu varoj med skupinama A in B je zgolj dobrih 10 %.**

Pri testiranju dnevnega odpada varoj, se je ugotovila razlika pri intenzivnosti odpada

varoj. Ta je bil v prvih dveh dneh veliko večji pri družinah, ki so bile tretirane z višjo koncentracijo sladkorne raztopine oksalne kisline. Tako je pri skupini B, ki je bila tretirana z višjo koncentracijo raztopine oksalne kisline, odpadlo prvi dan, **kar 45 % vseh varoj v družini**. Odpad varoj v družinah skupine A, ki so bile tretirane z nižjo koncentracijo raztopine oksalne kisline, je bolj počasen in enakomeren.

4.3.4 Ocenjevanje učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline

Za ocenjevanje učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline smo štirinajsti dan v čebeljih družinah izvedli tretiranje varoj z Varidolom, ki vsebuje učinkovino amitraz. Tretiranje s sintetičnim akaricidom smo izvedli po navodilih proizvajalca (*Výzkumný ústav včelařský, s.r.o 2014*).

Pri akaricidu Varidol smo na priložene lističe nakapali štiri kapljice sredstva in čebelje družine z njimi zadimili 3x v razmiku sedem dni. Za dimljenje Varidola smo uporabljali napravo Varoajet z malim propelerjem, ki omogoča boljše izgorevanje lističev in učinkovit prehod dima v čebeljo družino. Družine so bile po uporabi Varidola zaprte še nadaljnjih 30 minut, s ciljem čim boljše učinkovitosti sredstva. Odpad varoj po tretiranju z Varidolom smo šteli dvakrat na teden.



Slika 23: Uporaba Varidola

Oceno učinkovitosti sladkorne raztopine oksalne kisline smo izračunali po formuli (Marinelli *et al.*, 2004):

A = število varoj odpadlih med tretiranjem sladkorne raztopine oksalne kisline

B = število varoj odpadlih med celotnim postopkom testiranja

% učinkovitost = $100 \cdot A/B$
--

Ne glede na to, katero sredstvo uporabljamo pri zatiranju varoj pa je bistvenega pomena, da vemo, v kolikšni meri so čebelje družine napadene s tem zajedavcem. Ugotavljanje števila odpadlih varoj, tako naravnega odpada, kakor tudi odpada varoj po zatiranju, je postalo odločilnega pomena za sodobno čebelarstvo. Glede na število odpadlih varoj v testnem vložku lahko tako načrtujemo ukrepe in operacije, ki jih bomo izvedli za zmanjšanje oz. uničenje tega zajedavca (Auguštin, 2007).

Po vsakem zatiranju je koristno vedeti, koliko varoj je izključenih iz nadaljnega razmnoževanja. Odpadle varoje preštejemo (ali ocenimo njihovo število) na testnem vložku, še pomembnejši pa je podatek, koliko varoj je še ostalo v čebelji družini. Tega ugotavljamo in ocenjujemo na podlagi naravnega odpada varoj po zatiranju. Uspešnost zatiranja lahko izrazimo v odstotkih. To nam omogočajo le natančni zapiski ter dolgoročno spremljanje naravnega odpada in odpada varoj po zatiranju (Auguštin in sod., 2007).

Tudi pri vplivu različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline na učinkovitost in toleranco, smo pri vseh čebeljih družinah spremljal odpad varoj po uporabi raztopine oksalne kisline. Odpad varoj smo na testnih vložkih beležili za vsak panj 14 dni.

4.4 Učinkovitost različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline

Ocena učinkovitosti, ki smo jo izračunali po formuli (Marinelli *et al.*, 2004), ne kaže na to, da bi uporaba večje količina oksalne kisline v čebeljih družinah skupine B, imela večjo učinkovitost v primerjavi s čebeljimi družinami skupine A, kjer je bila uporabljena pol manjša koncentracija sladkorne raztopine oksalne kisline. Razlika učinkovitosti pri uporabi 2 % in 3,8 % sladkorne raztopine oksalne kisline je le dober odstotek in je prikazana v preglednici 14.

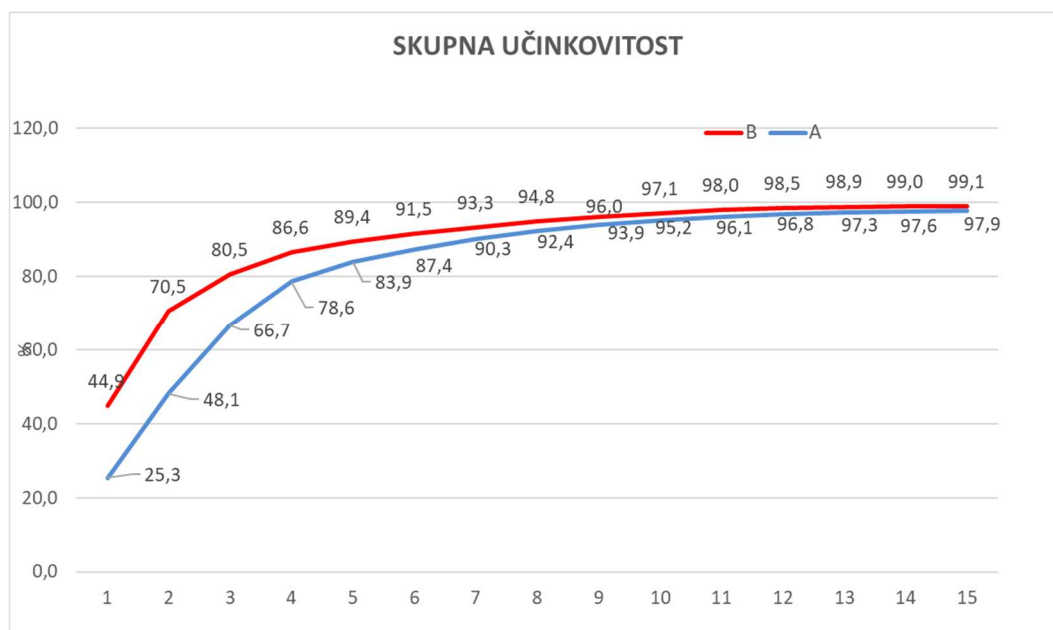
Preglednica 14: Pregled učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline 2017

Panj	Učinkovitost raztopine oksalne kisline	min	max
skupina A	97,8 %	97,5 %	98,1 %
skupina B	99,0%	98,7 %	99,6 %

APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU

Preglednica 15: Pregled učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline po datumih leta 2017

PANJ	SKUPINA	15.11.17	16.11.17	17.11.17	18.11.17	19.11.17	20.11.17	21.11.17	22.11.17	23.11.17	24.11.17	25.11.17	26.11.17	27.11.17	28.11.17	29.11.17
1H	B	53,9	81,8	88,8	91,8	94,3	95,5	96,5	97,3	97,8	98,0	98,3	98,5	98,8	98,8	98,8
2H	B	40,3	61,9	76,9	89,4	92,2	94,2	95,6	96,7	97,5	98,1	98,3	98,6	98,9	98,9	98,9
3H	B	37,7	66,7	81,9	89,2	91,9	93,9	95,1	96,1	96,8	97,5	98,0	98,5	98,8	98,8	98,8
4H	B	47,5	71,3	78,3	82,1	85,2	87,9	90,4	92,5	94,4	96,3	97,7	98,5	99,2	99,4	99,6
5H	B	48,6	70,3	77,8	82,1	85,0	87,7	90,1	92,3	94,2	95,9	97,6	98,3	98,8	99,0	99,3
6H	B	41,3	71,3	79,4	84,8	87,7	89,9	92,1	94,1	95,6	96,8	97,8	98,3	98,8	99,0	99,3
1L	A	22,7	41,9	59,2	74,1	81,6	86,7	90,4	92,7	94,2	95,5	96,4	97,0	97,4	97,6	97,7
2L	A	24,0	45,8	66,3	78,8	83,5	86,7	89,4	91,0	92,5	94,0	95,8	96,9	97,3	97,3	97,7
3L	A	27,3	53,2	72,0	83,9	87,2	89,5	91,7	93,5	94,9	96,0	96,9	97,3	97,8	98,0	98,2
4L	A	30,2	56,3	75,3	84,2	87,8	90,1	92,4	94,5	95,8	96,4	97,0	97,5	97,7	97,9	98,1
5L	A	22,7	46,5	65,2	76,9	83,5	87,9	90,7	92,6	93,8	94,8	95,8	96,6	97,2	97,6	97,8
6L	A	24,9	44,7	62,3	73,9	79,6	83,3	86,9	90,0	92,4	94,5	95,7	96,7	97,0	97,3	97,6
Povp	B	44,9	70,5	80,5	86,6	89,4	91,5	93,3	94,8	96,0	97,1	98,0	98,5	98,9	99,0	99,1
min	B	38	62	77	82	85	88	90	92	94	96	98	98	99	99	99
MAX	B	54	82	89	92	94	96	97	97	98	98	98	99	99	99	100
Std dev	B	6,10	6,58	4,39	4,13	3,94	3,43	2,78	2,16	1,55	0,92	0,31	0,14	0,16	0,23	0,33
CV%	B	0,14	0,09	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Povp	A	25,3	48,1	66,7	78,6	83,9	87,4	90,3	92,4	93,9	95,2	96,1	96,8	97,3	97,6	97,9
min	A	23	42	59	74	80	83	87	90	92	94	95	96	97	97	98
MAX	A	30	56	75	84	88	90	92	95	96	96	97	97	98	98	98
Std dev	A	2,92	5,51	6,01	4,59	3,16	2,44	1,94	1,65	1,32	0,93	0,84	0,59	0,37	0,30	0,25
CV%	A	0,12	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00



Graf 32: Pregled učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline

Pri testiranju skupne učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline smo ugotovili razliko pri učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline. Ta je v začetku tretiranja boljša pri družinah, ki so bile tretirane z višjo koncentracijo sladkorne raztopine oksalne kisline, po 15 dneh spremljanja pa je razlika v učinkovitosti minimalna in znaša 1 %.

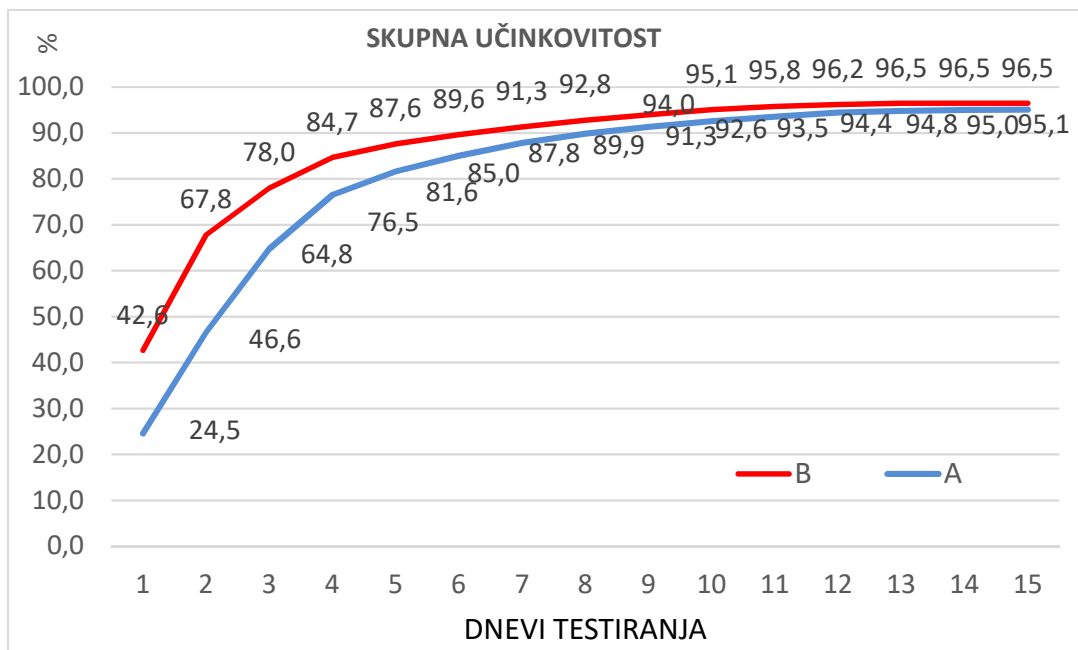
APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU

Preglednica 16: Pregled učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline 2018

Panj	Učinkovitost raztopine oksalne kisline	min	max
skupina A	95,1 %	94,0 %	96,0 %
skupina B	96,5%	95,2 %	97,5 %

Preglednica 17: Pregled učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline po datumih leta 2018

PANJ	SKUPINA	2.11.18	3.11.18	4.11.18	5.11.18	6.11.18	7.11.18	8.11.18	9.11.18	10.11.18	11.11.18	12.11.18	13.11.18	14.11.18	15.11.18	16.11.18
1H	B	52,4	79,9	86,6	89,6	92,1	93,3	94,5	95,1	95,7	96,3	96,3	96,3	96,3	96,3	96,3
2H	B	39,3	60,1	74,8	86,5	89,0	90,8	92,0	93,3	93,9	94,5	95,1	95,7	96,3	96,3	96,3
3H	B	36,9	65,4	80,4	87,7	90,5	92,2	93,3	94,4	95,0	95,5	96,1	96,6	96,6	96,6	96,6
4H	B	40,0	61,9	71,4	80,0	83,8	86,7	88,6	90,5	92,4	94,3	95,2	95,2	95,2	95,2	95,2
5H	B	46,5	69,4	76,4	80,3	83,4	86,0	88,5	90,4	92,4	94,3	95,5	96,2	96,8	96,8	96,8
6H	B	40,7	70,4	78,4	83,9	86,9	88,9	91,0	93,0	94,5	95,5	96,5	97,0	97,5	97,5	97,5
1L	A	22,5	41,4	58,6	73,1	80,6	85,5	89,0	91,2	92,5	93,8	94,7	95,6	96,0	96,0	96,0
2L	A	23,2	44,4	64,1	76,3	80,8	83,8	86,4	87,9	89,4	90,9	91,9	92,9	93,9	94,4	94,9
3L	A	26,5	51,9	69,8	81,5	84,7	86,8	88,9	90,5	91,5	92,6	93,7	94,7	95,2	95,2	95,2
4L	A	29,2	54,5	73,2	82,8	86,1	88,5	90,9	92,8	94,3	94,7	95,2	95,7	95,7	95,7	95,7
5L	A	21,9	44,8	62,7	74,1	80,6	85,1	87,6	89,6	90,5	91,5	92,5	93,5	94,0	94,5	94,5
6L	A	24,1	42,9	60,2	71,4	76,7	80,5	84,2	87,2	89,5	91,7	93,2	94,0	94,0	94,0	94,0
Povp	B	42,6	67,8	78,0	84,7	87,6	89,6	91,3	92,8	94,0	95,1	95,8	96,2	96,5	96,5	96,5
min	B	37	60	71	80	83	86	89	90	92	94	95	95	95	95	95
MAX	B	52	80	87	90	92	93	95	95	96	96	96	97	97	97	97
Std dev	B	5,77	7,14	5,20	3,98	3,53	2,96	2,45	1,96	1,38	0,85	0,59	0,63	0,74	0,74	0,74
CV%	B	0,14	0,11	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Povp	A	24,5	46,6	64,8	76,5	81,6	85,0	87,8	89,9	91,3	92,6	93,5	94,4	94,8	95,0	95,1
min	A	22	41	59	71	77	80	84	87	89	91	92	93	94	94	94
MAX	A	29	55	73	83	86	89	91	93	94	95	95	96	96	96	96
Std dev	A	2,78	5,28	5,68	4,62	3,36	2,75	2,34	2,09	1,89	1,47	1,26	1,12	0,95	0,80	0,75
CV%	A	0,11	0,11	0,09	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01



Graf 33: Pregled učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline

Pri testiranju skupne učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline smo ugotovili razliko pri učinkovitosti različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline. Ta je v začetku tretiranja boljša pri družinah, ki so bile tretirane z višjo koncentracijo sladkorne raztopine oksalne kisline, po 15 dneh spremljanja pa je razlika v učinkovitosti minimalna in znaša 1 %.

4.4.1 Ocenjevanje tolerance čebel na različne koncentracije sladkorne raztopine oksalne kisline

V dnevih po tretiranju varoj z različnimi koncentracijami sladkorne raztopine oksalne kisline po metodi kapanja, smo opazovali dogajanja čebel pred panji in beležili vedenje čebel. Razlik med skupinama A in B nismo ugotovili.

Po koncu zime, v začetku aprila, smo testirane čebelje družine in skupin A in B pregledali in ocenili glede živalnosti (moči in gostote čebel na satih), kasneje v aktivni čebelarški sezoni pa smo pri testiranih družinah dvakrat mesečno spremljali:

- živalnost
- zalogo medu v plodišču
- zalogo cvetnega prahu v plodišču
- število satov pokrite zalege
- rojivost
- donos medu, oziroma poraba hrane

Živalnost čebeljih družin

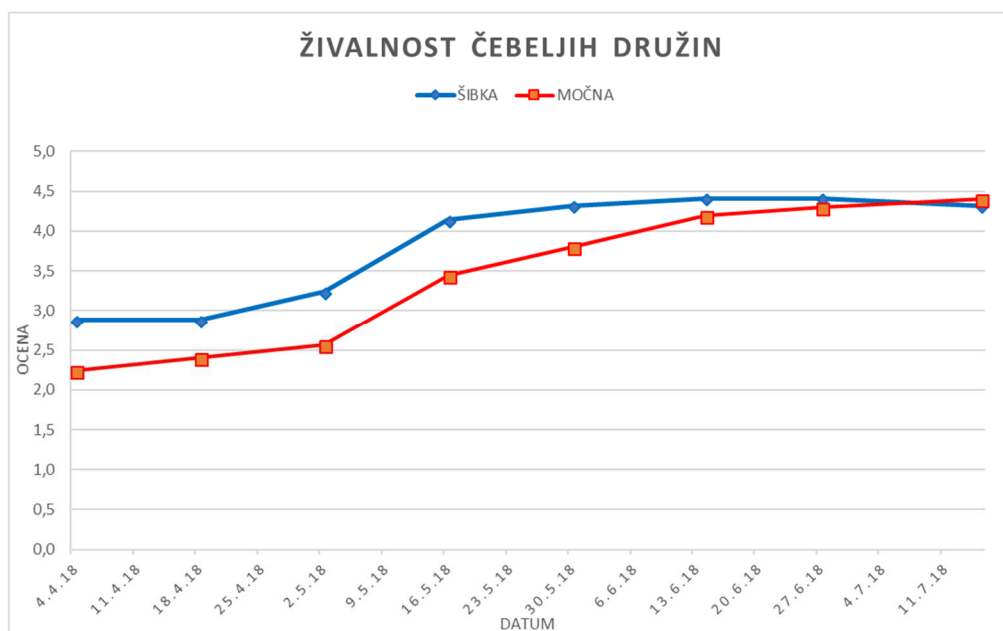
Skupina A – šibka koncentracija



Skupina B – močna koncentracija

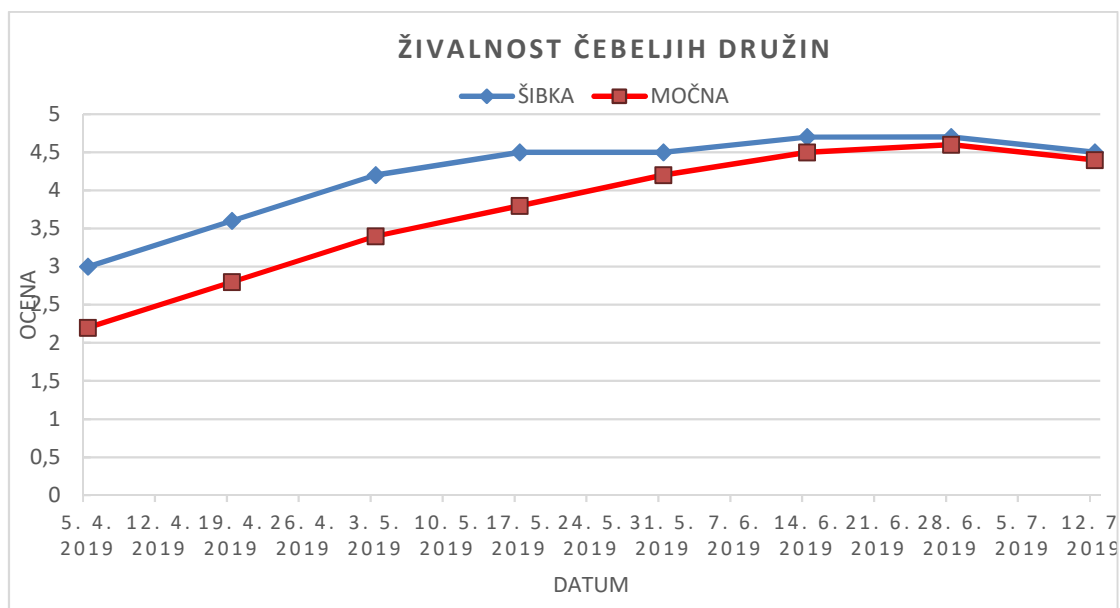


Slika 24: Primerjava živalnosti čebeljih družin skuine A in B po izzimitvi



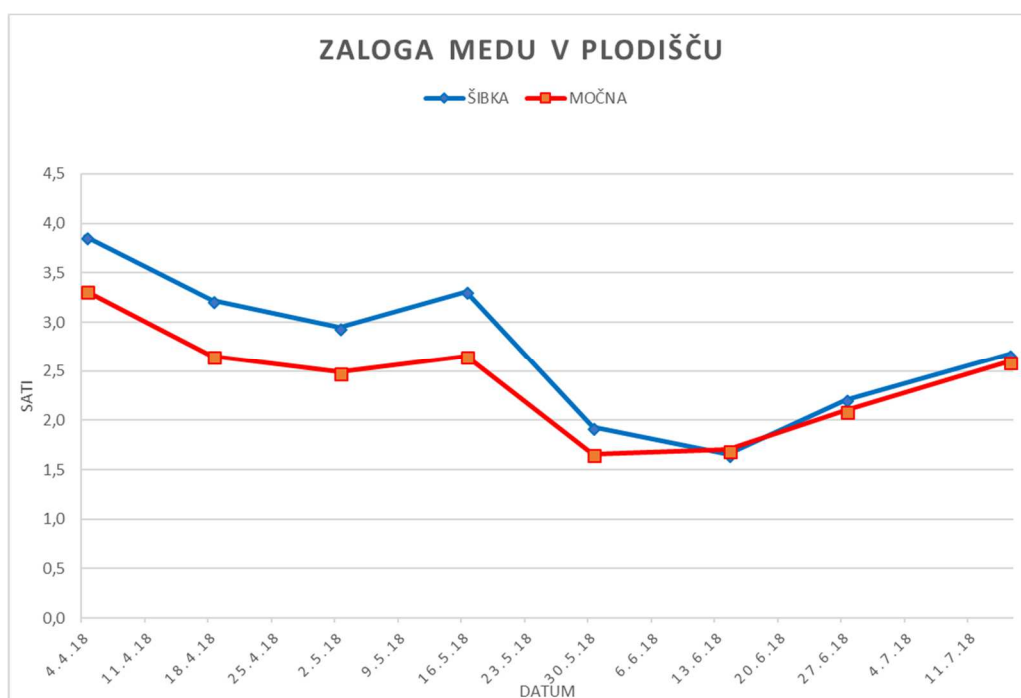
Graf 34: Primerjava živalnost čebeljih družin skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2018

APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU



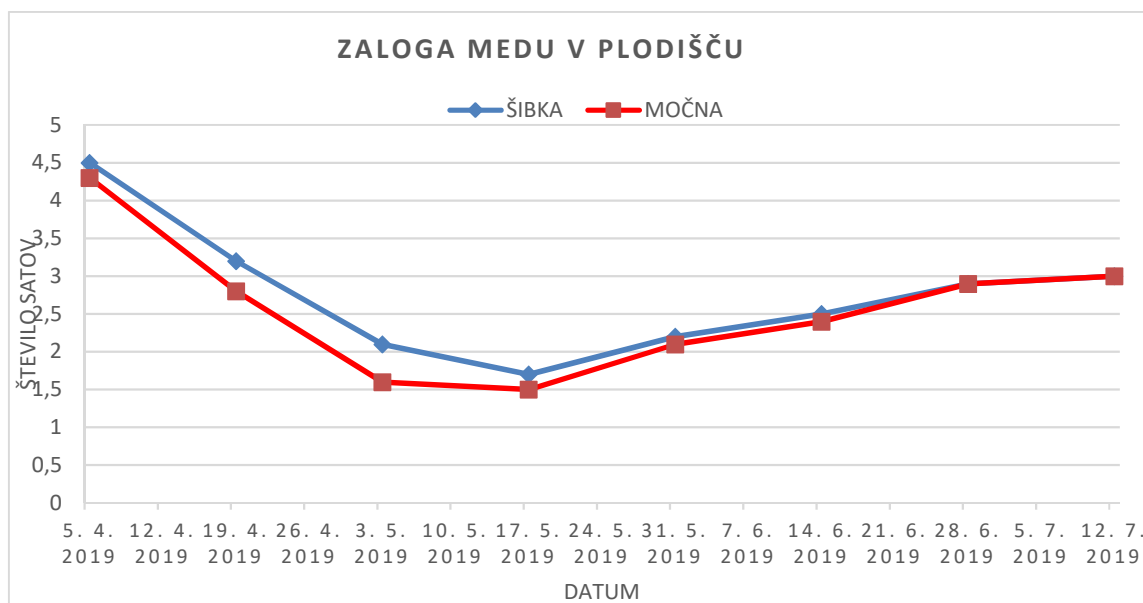
Graf 35: Primerjava živalnost čebeljih družin skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2019

Zaloga medu v plodišču



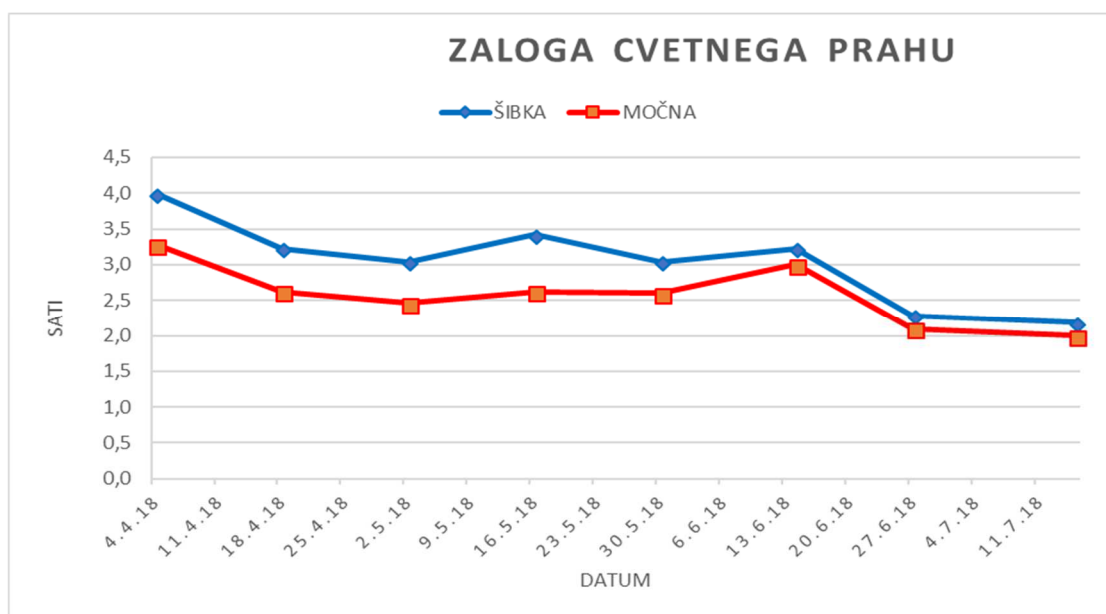
Graf 36: Primerjava zaloge medu v plodišču skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2018

APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU



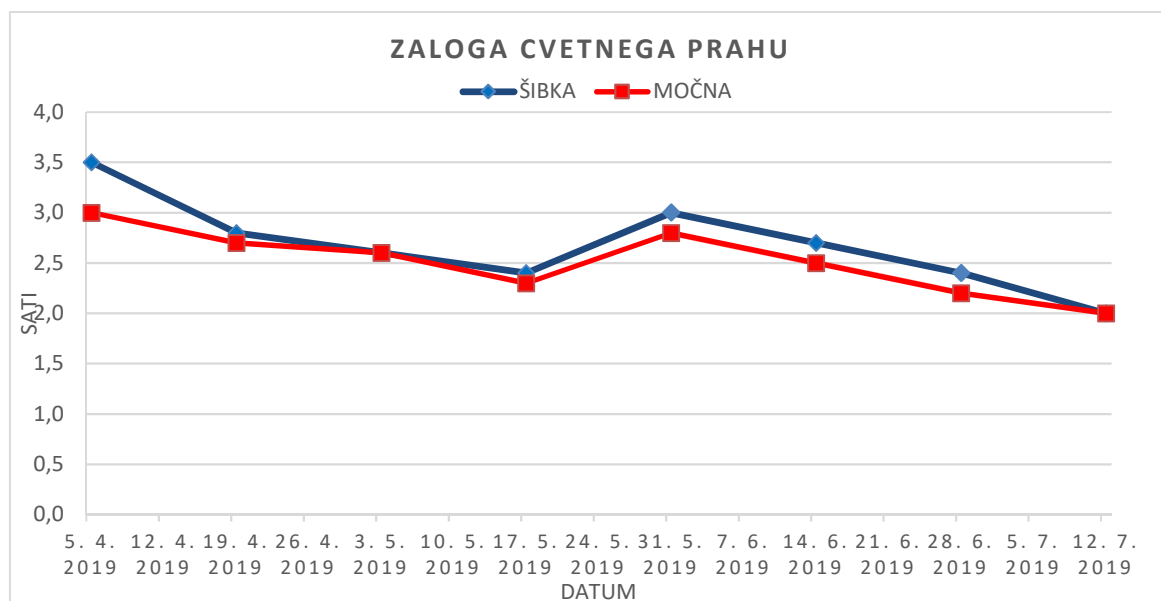
Graf 37: Primerjava zaloge medu v plodišču skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2019

Zaloga cvetnega prahu v plodišču



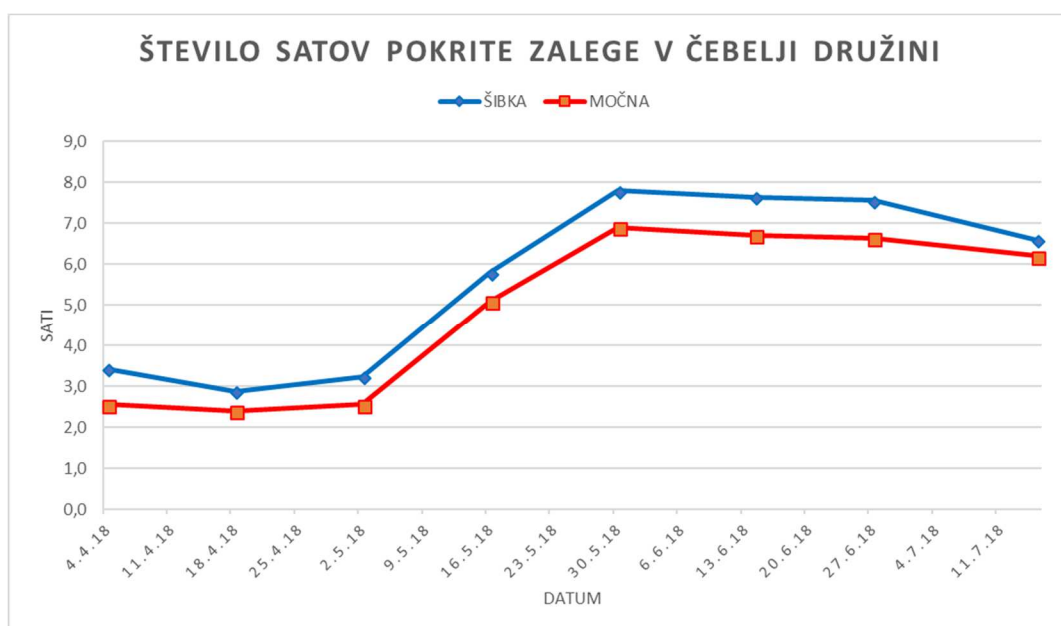
Graf 38: Primerjava zaloge cvetnega prahu v skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2018

APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU



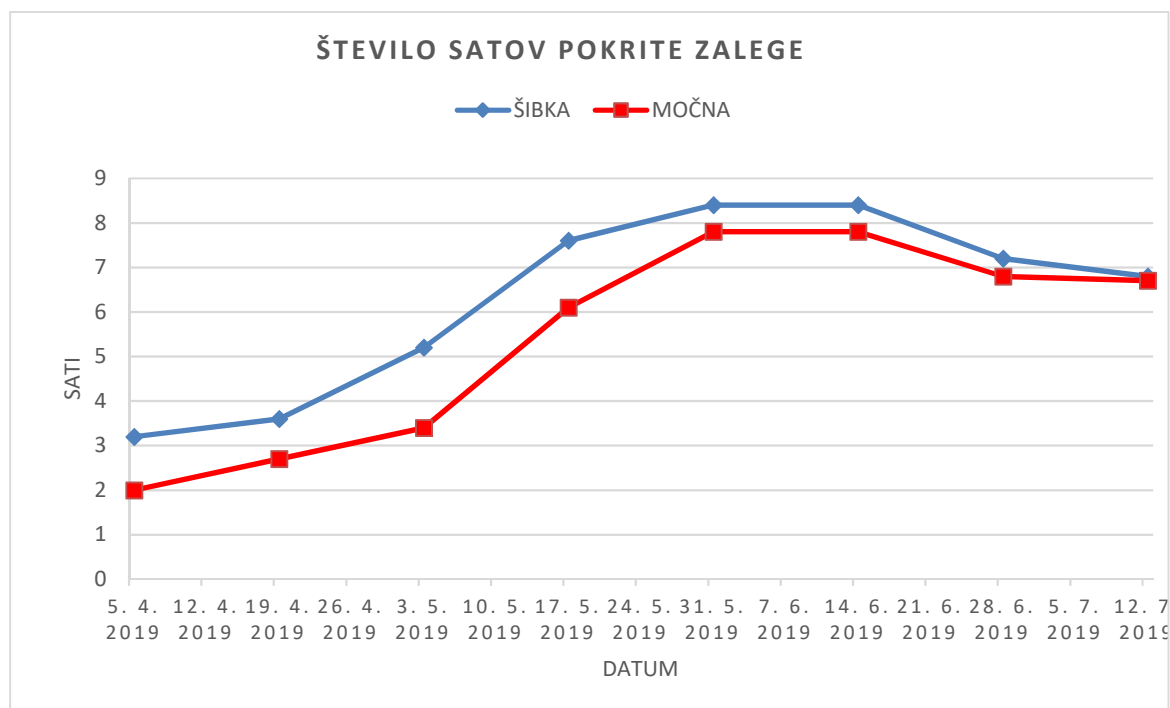
Graf 39: Primerjava zaloge cvetnega prahu v skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2019

Število satov pokrite zalege



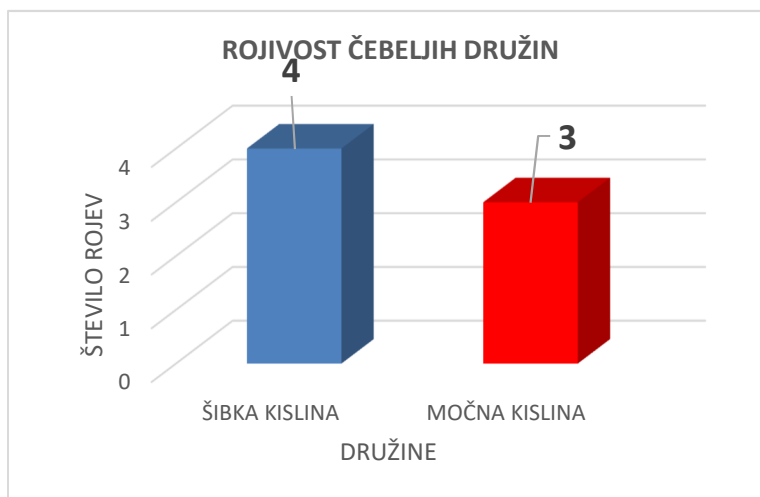
Graf 40: Primerjava satov pokrite zalege skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2018

APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU

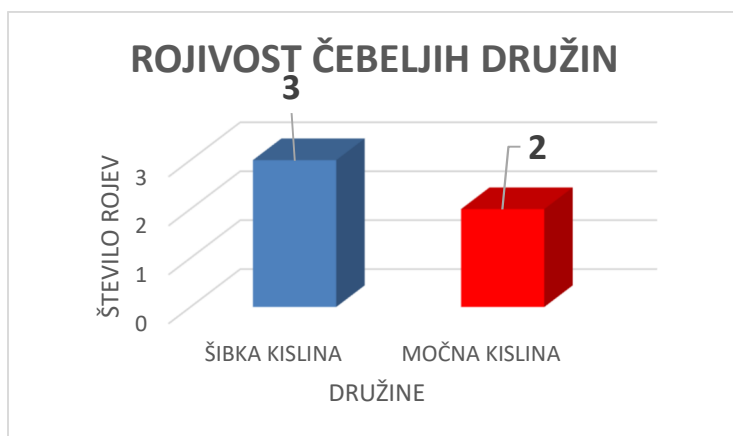


Graf 41: Primerjava satov pokrite zalege skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2019

Rojivost čebeljih družin

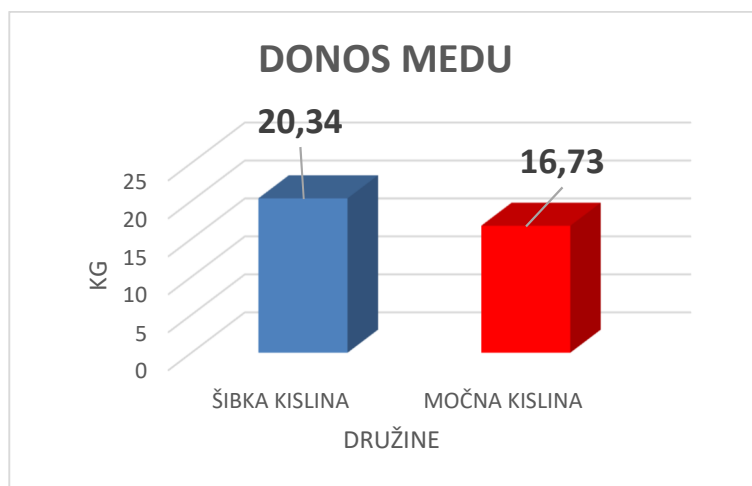


Graf 42: Primerjava rojilnega nagona skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) leta 2018

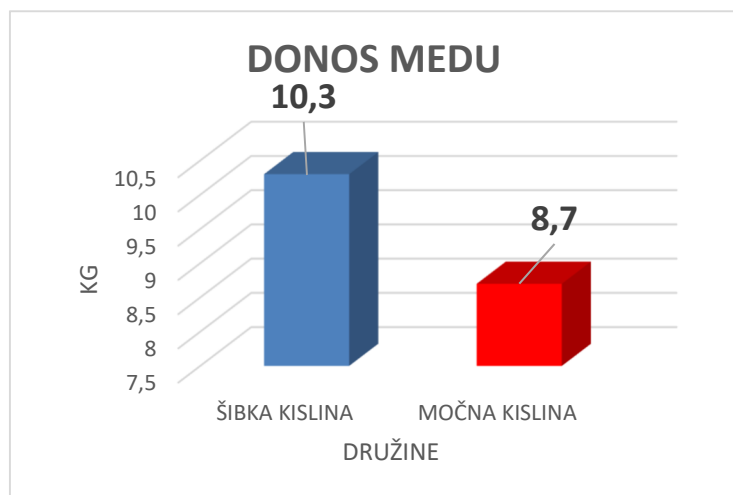


Graf 43: Primerjava rojilnega nagona skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) leta 2019

Skupen donos medu



Graf 44: Primerjava donosa medu skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2018



Graf 45: Primerjava donosa medu skupine A (šibka konc.) in skupine B (močna konc.) v letu 2019

Pri ocenjevanju tolerance čebel na različne koncentracije sladkorne raztopine oksalne kisline smo ugotovili, da so veliko boljše in bolj številčno prezimile čebelje družine iz skupine A, ki so bile tretirane z nižjo (2 %) raztopino oksalne kisline. Te so bile potem bolj številčne in imele več zalege skozi čebeljo leto. Čebelje družine, ki vzrejajo več zalege, hkrati gradijo več satja nabirajo več nektarja in cvetnega prahu. Na splošno takšne družine v vsakem pogledu optimalno opravljajo vse biološke funkcije čebeljih družin, so bolj produktivne, kar dokazujejo tudi rezultati. Donos medu družin iz skupine A, ki so bile tretirane z nižjo (2 %) raztopino oksalne kisline, je bil leta 2018 namreč za **22 % večji** od družin iz skupine B, ki so bile tretirane z višjo (3,8 %) raztopino oksalne kisline, v letu 2019 za **18 % večji** od družin iz skupine B, ki so bile tretirane z višjo (3,8 %) raztopino oksalne kisline.

4.5 OSTANKI KUMAFOSA V ČEBELJIH PRIDELKIH

4.5.1 Vzorčenje čebeljih pridelkov

Vzorčili smo čebelje pridelke (med, vosek, cvetni prah, propolis) v poskusnem čebelnjaku na lokaciji Liboje (SI310673).



Slika 25: Panji, v katerih je potekal poskus

V poskus so bile vključene štiri družine. V dveh od teh družin se je v letu 2009 uporabljal Apivar, v letu 2010 Checkmite in v letu 2011 Apiguard, v letih 2012, 2013, 2014 in 2015 Checkmite, v letu 2016 Apilifevar, v letu 2017 Thymovar, 2018 Varidol. Dve družini sta bili v letu 2013 naseljeni v nove panja. V letih 2013, 2014 in 2015 sta bili družini tretirani s Checkmitom, v letu 2016 z Apilifevarom, 2017 ena s Thymovarjem druga z Varidolom, v letu 2018 z Varidolom. V družine smo vedno vstavili ekološke satnice. Za zimsko zatiranje varoj se je v vseh družinah v zadnjih letih uporabljala oksalna kislina (Apibioksal). Vzorce čebeljih pridelkov smo pridobivali tako iz medišča in plodišča AŽ panja.

Za ugotavljanje prehoda kumafosa iz satja v čebelje pridelke smo vzorčili, med in cvetni prah iz tistega satja, pri katerem smo analizirali kumafos tudi v vosku satja, v primeru medu smo ugotavljali tudi vsebnost kumafosa v voščeni pokrovčki.



Slika 26: Mlad sat iz katerega smo vzorčili vosek, med in voščene pokrovčke

Med smo vzorčili tako, da smo sat z medom stisnili in s precejanjem ter naknadno s posnemanjem odstranili nečistoče (delčki voska,...). Satje iz katerega smo vzorčili med oz. izkopanec smo stopili na vodni kopeli, da smo pridobili čist vosek brez ostankov čebeljih srajčk in drugih nečistoč. Zaradi zagotavljanja homogenosti vzorca je bilo potrebno segrevanje na vodni kopeli večkrat ponoviti. Tudi voščene pokrovčke smo zaradi zagotovitve homogenosti vzorca stopili na vodni kopeli.



Slika 27: Topljenje voska v vodni kopeli in prečiščen vosek pripravljen za analizo

Cvetni prah -izkopanec smo pridobili iz satja s pomočjo pripomočka za izkopavanje, osmukanec pa z zunanjimi smukalniki.



Slika 28: Izkopavanje cvetnega prahu

Propolis je občutljiv tako na vplive iz okolja (onesnaženost okolja) kot tudi na vplive iz panja (čebelarstva praksa). Neželene snovi v propolisu se lahko pojavijo v primeru neustrezne opreme samega panja, ali če propolis strgamo s posameznih delov panja (leseni deli panja, matična rešetka, satni okvirji, kovinski deli panja). Za namensko pridobivanje propolisa smo uporabili komplet dveh mrežic, ki smo jih vstavili nad gnezdo čebelje družine. Propolis smo na začetku sezone tudi postrgali z lesenih in kovinskih delov panja, kamor čebelja družina propolis najraje odlaga.

Analizirali smo 63 vzorcev voska, 36 vzorcev cvetnega prahu ter 36 vzorcev medu ter devet vzorca propolisa iz družin v katerih smo v preteklih letih (vsaj 3 krat) uporabljali Checkmita, nazadnje smo ga uporabili v letu 2015.

4.5.2 Uporabljena analitska metoda za določanje ostankov kumafosa v čebeljih pridelkih

Aparaturi:

Tekočinski kromatograf 1100, Agilent.

Masni spektrometer API 3000, Sciex, Applied Biosystems.

Standardi:

Coumaphos, Pestanal, kat. št.: 45403, Fluka.

Kolona: Discovery HS C18, 5 cm x 2,1 mm, 3 μ m, kat. št.: 569253-U, Supelco.

Predkolona: SecurityGuardCartridges, C18, 4x3.0 mm, kat. št.: AJO-4287, Phenomenex.

Pretok: 0,3 ml/min.

Postopek:

Zatehtali smo 2 g medu oziroma cvetnega prahu (na pet decimalnih mest natančno), dodali ultra čisto vodo, vorteksirali, dodali aceton in ponovno vorteksirali. Vzorec smo nato pripravili za analizo: dodali smo topilo, ga stresali, prefiltrirali, posušili pod tokom dušika, ponovno raztopili v mešanici topil, vorteksirali in prenesli v vzorčno stekleničko.

APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU

Vzorec smo injicirali v LC-MS/MS sistem in kvantificirali z metode umeritvene krivulje.

Vosek in propolis smo analizirali po enakem postopku, le da smo zatehtali manjšo količino vzorca (na pet decimalnih mest natančno). Meja detekcije za med in cvetni prah znaša 0,005 mg/kg, za vosek in propolis pa 0,01 mg/kg.

Analize ostankov je opravil Eurofins ERICo Slovenija d.o.o.

Umeritvena krivulja je pripravljena za območje do 10 mg/kg v analiziranem matriksu (med, vosek ipd...) t.j. "matrix matched". Vzorci, ki so dali meritve izven umeritvene krivulje, so bili dodatno redčeni. Za kontrolo pravilnosti je bil upoštevan še recovery, zato so rezultati podani v oklepajih.

4.5.3 Vosek

Od 63 vzorcev voska smo analizirali 46 vzorcev satja in en 17 vzorcev voščenih pokrovcev.

Preglednica 18: Povprečne vsebnosti kumafosa (mg/kg) vosku, medu in izkopancu v letu 2017

	N	Min (mg/kg)	Max (mg/kg)	Povprečje (mg/kg)	SD
Vosek prosta gradnja	2	1,45	3,98	2,22	±1,08
Voščeni pokrovčki proste gradnje	1	1,03			
Med prosta gradnja	1	0,058			
Vosek mlado satje	7	0,15	4,46	1,14	±1,5
Voščeni pokrovčki mlado satje	3	1,35	3,16	2,03	±0,99
Med mlado satje	7	0,01	0,041	0,022	±0,011
Cvetni prah mlado satje	7	< 0,005	0,042	0,014	±0,01
Vosek staro satje	4	1,89	14,3	7,68	±5,38
Voščeni pokrovčki staro satje	3	7,48	15	10,96	±3,79
Med staro satje	4	0,032	0,084	0,061	±0,025
Cvetni prah staro satje	5	0,017	0,153	0,084	±0,05

**APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN
KAKOVOST MEDU**

Preglednica 19: Povprečne vsebnosti kumafosa (mg/kg) vosku, medu in izkopancu v letu 2018

	N	Min (mg/kg)	Max (mg/kg)	Povprečje (mg/kg)	SD
Vosek prosta gradnja	3	0,32	0,57	0,48	±0,14
Voščeni pokrovc proste gradnje	3	0,03	0,42	0,26	±0,2
Med prosta gradnja	3	<0,005			
Vosek mlado satje	9	<0,01	0,13	0,048	±0,049
Voščeni pokrovc mlado satje	6	0,03	38,8	7,15 (0,82)*	±15,51(±0,53)*
Med mlado satje	9	<0,005			
Cvetni prah mlado satje	11	<0,005			
Vosek staro satje	2	3,38	5,97	4,68	±1,82
Voščeni pokrovc staro satje	-				
Med staro satje	-				
Cvetni prah staro satje	1	0,023			

Preglednica 20: Povprečne vsebnosti kumafosa (mg/kg) vosku, medu in izkopancu v letu 2019

	N	Min (mg/kg)	Max (mg/kg)	Povprečje (mg/kg)	SD
Vosek prosta gradnja	5	0,06	0,09	0,08	±0,02
Med prosta gradnja	4	<0,005			
Vosek mlado satje	12	0,06	0,62	0,24	±0,019
Voščeni pokrovc mlado satje	1	0,33			
Med mlado satje	8	<0,005			
Cvetni prah mlado satje	10	<0,005			
Vosek staro satje	2	9,63	11,2		
Voščeni pokrovc staro satje	-				
Med staro satje	-				
Cvetni prah staro satje	2	0,011	0,013	0,012	-

V vzorcih iz leta 2017 je vsebnost kumafosa v starem satju znašala 7,68 mg/kg, največ 14,3 mg/kg, kar je v povprečju za skoraj 15 mg/kg manj kot v vzorcih iz leta 2016 (Auguštin in sod., 2017; Kandolf in sod., 2016). V letu 2017 je bilo v starem satju v povprečju 7,68 mg/kg (od 1,89 do 14,3 mg/kg) kumafosa (Auguštin in sod., 2017), v letu 2018 v povprečju 4,68 mg/kg (od 3,38 do 5,97 mg/kg) (Auguštin in sod., 2018), v letu 2019 pa v razponu od 9,63 do 11,2 mg/kg (preglednice 18, 19, 20). Vzorcili smo preostanek starega satja, ki je ostal v panju iz časa uporabe Checkmita.

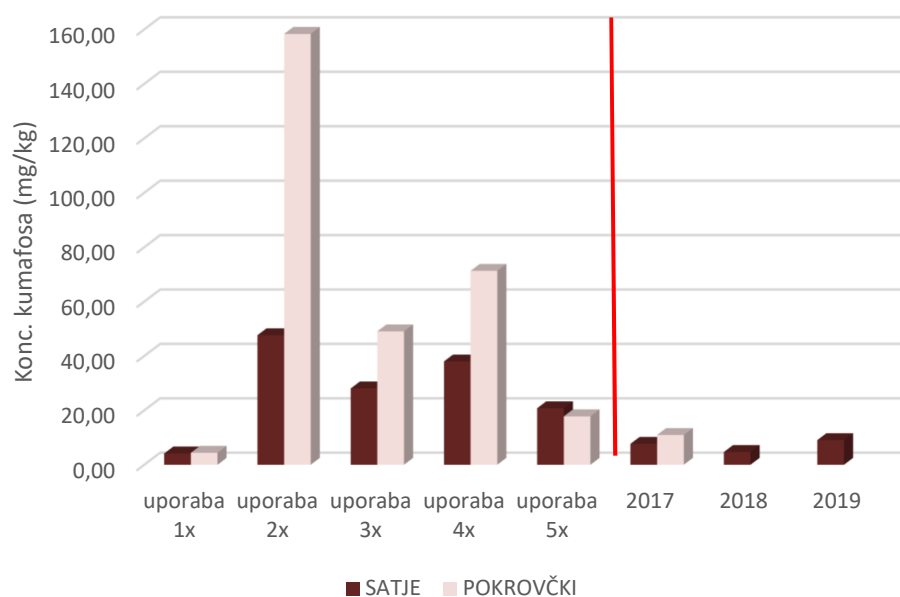
Vsebnost kumafosa v mladem satju se je, po večkratni uporabi Checkmita ne glede na pogostost uporabe, nahajala med $< 0,01$ in $4,24$ mg/kg (Kandolf in sod., 2016), medtem ko je bila v letu 2017 izmerjena najvišja vrednost $4,46$ mg/kg, v povprečju pa $1,14$ mg/kg (Auguštin in sod., 2017). V vzorcih iz leta 2018 je bila vsebnost precej nižja (povprečje $0,048$ mg/kg), pet vzorcev kumafosa ni vsebovalo, najvišja izmerjena vrednost je bila $0,13$ mg/kg (Auguštin in sod., 2018). V letu 2019 smo v 12 vzorcih deviškega satja izmerili povprečno $0,24$ mg/kg kumafosa, v razponu od $0,06$ do $0,62$ mg/kg (preglednice 18, 19, 20). Vrednosti so bile zelo izenačene.

V letu 2017 smo v dveh vzorcih voska proste gradnje izmerili od $1,45$ do $3,98$ mg/kg kumafosa (Auguštin in sod., 2017), v letu 2018 v povprečju $0,48$ mg/kg, največ $0,57$ mg/kg, kar je v povprečju za $1,7$ mg/kg manj (Auguštin in sod., 2018), kot v vzorcih iz leta 2017 (Auguštin in sod., 2017), v letu 2019 pa $0,08$ mg/kg (preglednice 18, 19, 20). Vse vrednosti so bile pod mejo 1 mg/kg, kar naj bi bila meja za prehod ostankov iz voska v med (Wallner, 1994).

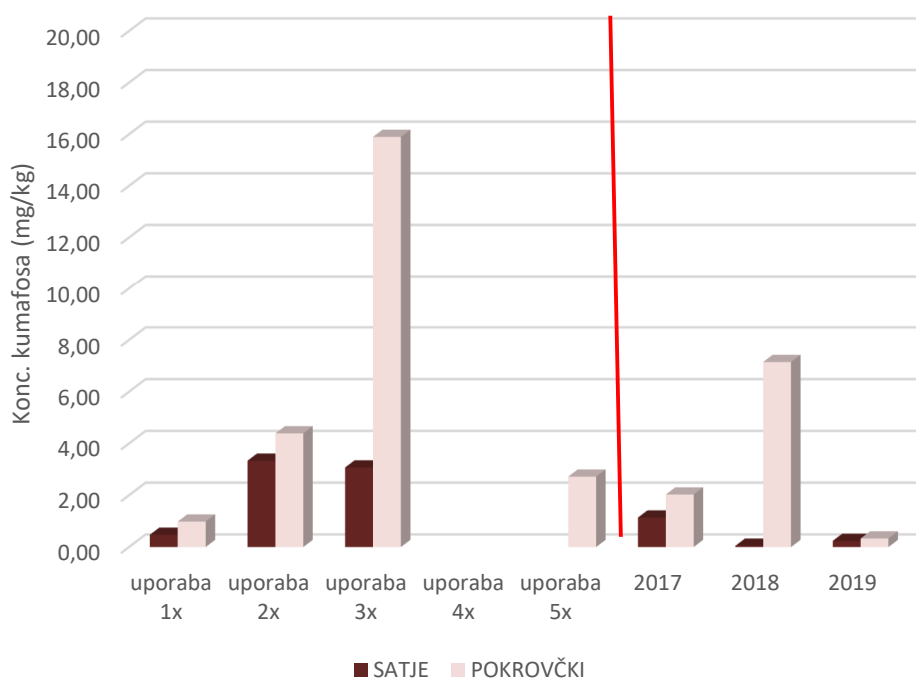
Kumafosa je navadno več v voščenih pokrovčkih kot v satju. V primeru pokrovčkov starega satja ga je bilo v vzorcih iz leta 2017 bistveno manj, kot so ga našli v vzorcih preteklih let, saj smo izmerili največ 15 mg/kg kumafosa, medtem ko so v preteklosti izmerili največ 244 mg/kg, v letu 2016 $44,3$ mg/kg. V letu 2016 so izmerili v povprečju $22,15$ mg/kg kumafosa (Kandolf in sod., 2016), v letu 2017 pa $10,96$ mg/kg. Tudi v primeru pokrovčkov proste gradnje je bilo v izmerjenem vzorcu bistveno manj kumafosa kot v vzorcih iz leta 2016 (2016 $6,69$ mg/kg, v letu 2017 $1,03$ mg/kg) (Kandolf in sod., 2016). V vzorcih iz leta 2018 je bilo prav tako kumafosa več v voščenih pokrovcih kot v satju, razen v primeru proste gradnje, ko so bile vrednosti precej izenačene. V voščenih pokrovcih proste gradnje ga je bilo nekoliko manj, kot v pokrovcih mladega satja. V enem vzorcu mladega satja je bilo kumafosa $38,8$ mg/kg, kar je zelo veliko in smo ga zaradi izstopajoče vrednosti izključili iz statistične obdelave. Zaradi slabe pašne sezone smo v letu 2019 kumafos v pokrovčkih izmerili samo v enem vzorcu z mladega satja v vrednosti $0,33$ mg/kg (preglednice 18, 19, 20).

Opazna razlika v vsebnosti kumafosa med mladim in starim satjem (Kandolf in sod., 2016) se je počasi zmanjšala, saj je bilo posledica prenosa iz starega satja na mladega in ni več posledica tega, da je bilo satje med uporabo Checkmita prisotni v panju. Staro satje je bilo večkrat dejansko pod vplivom Checkmita, medtem ko je vsebnost v mladem satju in prosti gradnji posledica prenosa kumafosa s strani čebel. **Čebelarji morajo skrbeti za redno menjavo satja.** Z neuporabo Checkmita in z menjavo satja, lahko v nekaj letih vsebnost ostankov kumafosa znižamo pod vrednost 1 mg/kg (grafa 47, 48). V voščenih pokrovcih smo največkrat našli višje vrednosti kumafosa kot v satju, zato ta vosek ob uporabi Checkmita ni primeren za uporabo satnic.

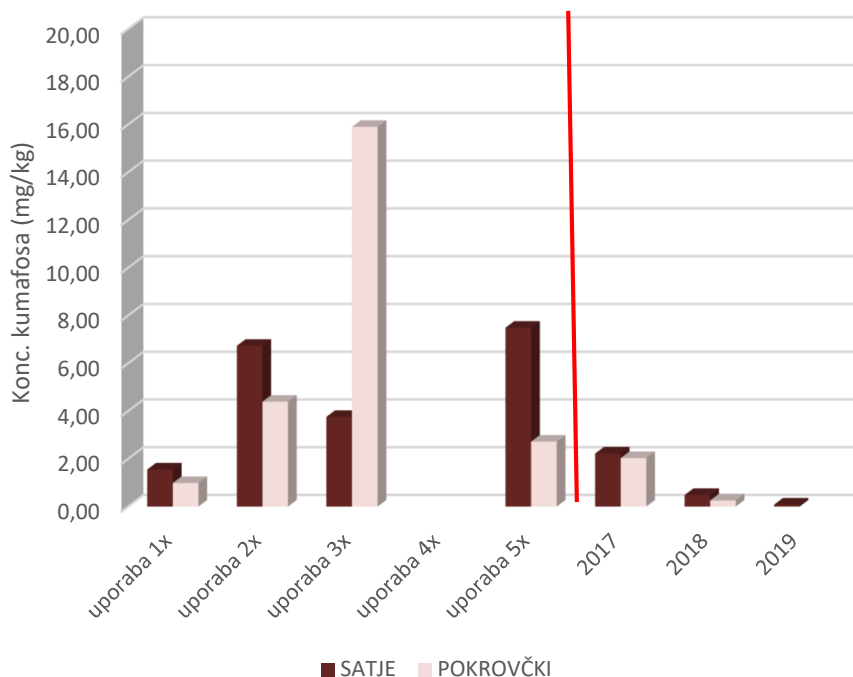
APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA TEHNOLOGIJE ČEBELARJENJA NA ČEBELJE DRUŽINE IN KAKOVOST MEDU



Graf 46: Povprečne vrednosti kumafosa v vosku starega satja med in po uporabi Checkmita



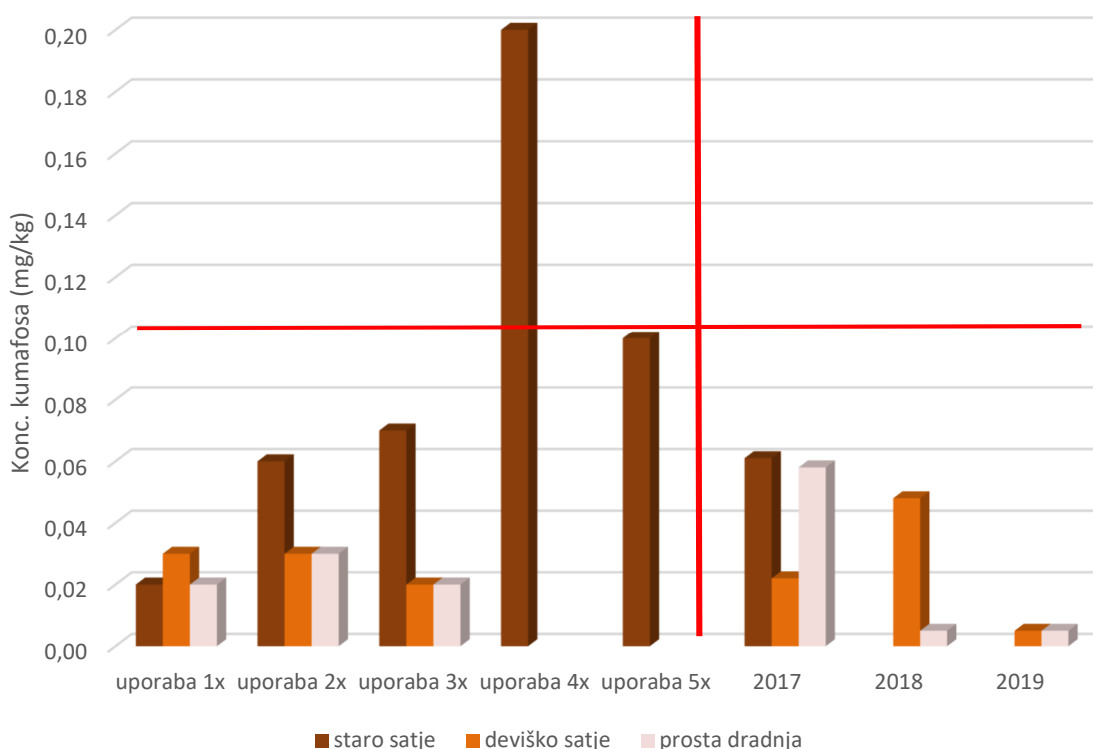
Graf 47: Povprečne vrednosti kumafosa v vosku mladega satja med in po uporabi Checkmita



Graf 48: Povprečne vrednosti kumafosa v vosku proste gradnje med in po uporabi Checkmita

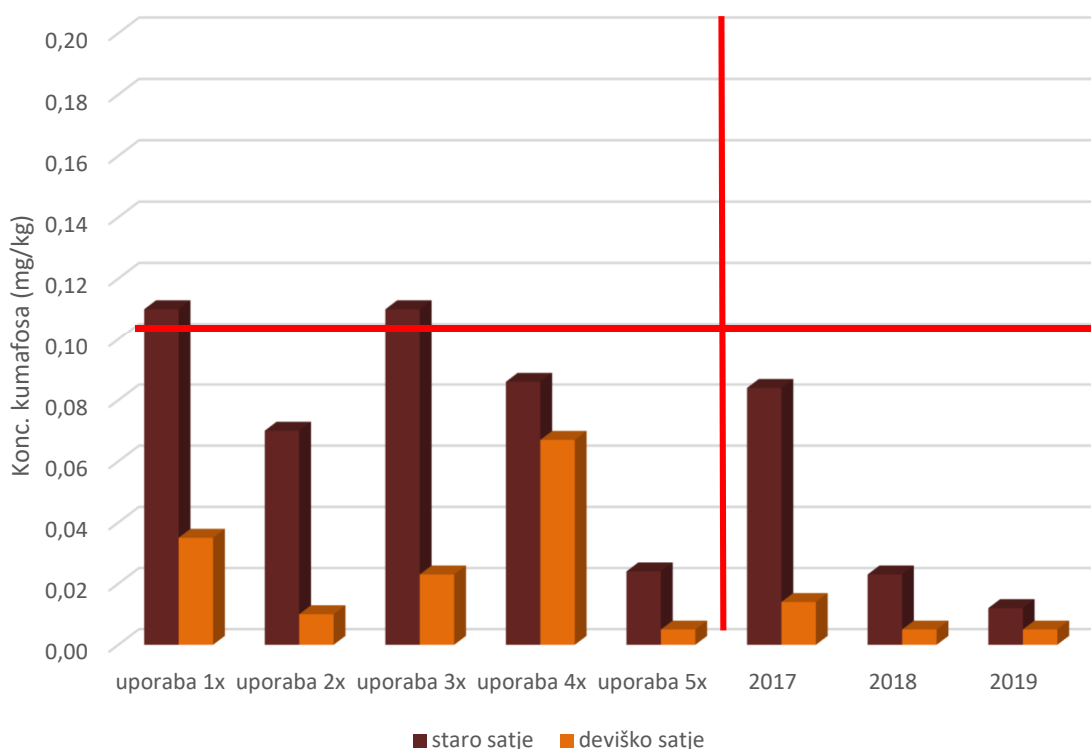
4.5.4 Med in cvetni prah

Nižje vsebnosti ostankov kumafosa v satju se poznajo tudi v vsebnostih kumafosa v medu in cvetnem prahu izkopancu. V medu iz starega satja se je z večkratno uporabo Checkmita vsebnost kumafosa višala, najvišja vsebnost je tudi presegla najvišjo mejno dovoljeno vrednost (0,1 mg/kg) (Kandolf in sod., 2016). V vzorcih iz leta 2017 je bila najvišja izmerjena vrednost 0,081 mg/kg, v povprečju 0,061 mg/kg, kar je nekoliko manj kot so izmerili v vzorcih iz leta 2016 (2016 po tri kratni uporabi 0,07 mg/kg, v letu 2017 0,061 mg/kg), v letih 2018 in 2019 ga v starem satju nismo vzorčili. V medu iz mladega satja je vsebnost kumafosa med uporabo Checkmita vsa leta ostajala zelo podobna in je znašala v povprečju med 0,02 in 0,03 mg/kg, največ so izmerili 0,04 mg/kg (Kandolf in sod., 2016), podobna vrednost je bila tudi v letu 2017, v letih 2018 in 2019 je bila pod mejo detekcije (preglednice 18, 19, 20).



Graf 49: Povprečne vrednosti kumafosa v medu med in po uporabi Checkmita

Največ kumafosa v izkopancu so v povprečju našli po trikratni uporabi, ko je bila celo povprečna vrednost v izkopancu iz starega satja višja, kot je dovoljena najvišja vrednost (0,25 mg/kg), v izkopancu iz mladega satja je bilo po trikratni uporabi v povprečju 0,023 mg/kg kumafosa (Kandolf in sod., 2016). V letu 2017 smo v izkopancu iz starega satja našli v povprečju 0,084 mg/kg kumafosa, v letu 2018 0,023 (Auguštin in sod., 2018), v letu 2019 pa smo v enem vzorcu izmerili 0,011, v drugem pa 0,013 mg/kg. V mladem satju se je v letu 2017 še našel v povprečju 0,017 mg/kg (Auguštin in sod., 2017) v letih 2018 (Auguštin in sod., 2018) in 2019 pa ga nismo našli (preglednice 18, 19, 20).



Graf 50: Povprečne vrednosti kumafosa v izkopancu med in po uporabi Checkmita

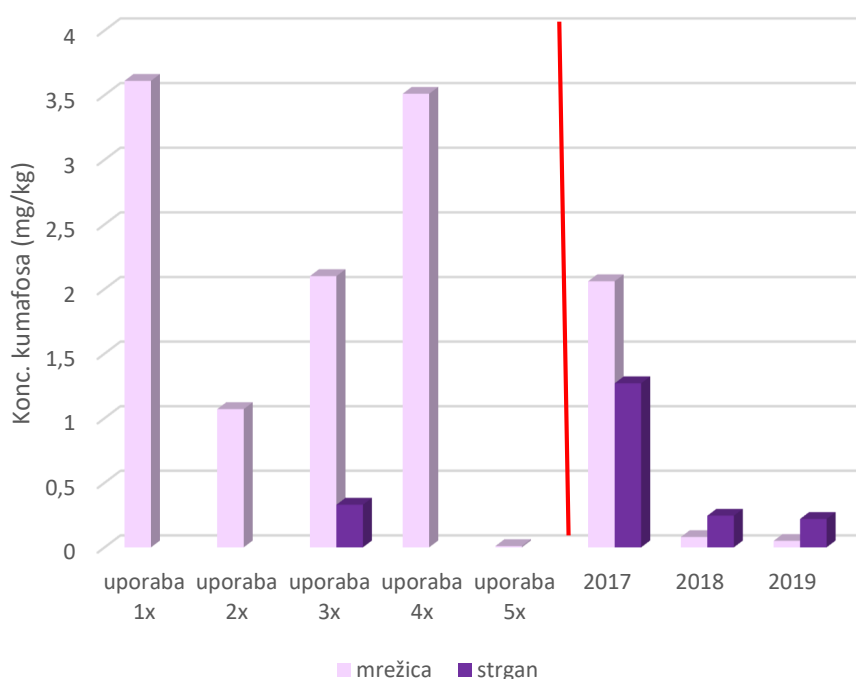
4.5.5 Propolis

Preglednica 21: Povprečne vsebnosti kumafosa (mg/kg) v propolisu

	N	Min (mg/kg)	Max (mg/kg)	Povprečje (mg/kg)	SD	Leto poskusa
Postrgan	2	1,05	1,48	1,27	±0,3	2017
Namenska mrežica	1	2,06				
Postrgan	2	<0,01	0,48	0,25	±0,33	2018
Namenska mrežica	2	<0,01	0,15	0,08	±0,99	
Postrgan	1	0,05				2019
Namenska mrežica	1	0,22				

V svežem propolisu pridobljenem na namensko vstavljenih mrežicah iz panjev, v katerih se je Checkmite uporabljal eno leto so bili prisotni ostanki kumafosa med 3,12 in 4,1 mg/kg, po dvakratni uporabi so bile vrednosti nižje, medtem ko so se po trikratni uporabi kumafosa vrednosti gibale med 0,07 in 4,71 mg/kg, po petkratni uporabi ga ni bilo. Ostanki kumafosa so bili prisotni tudi v propolisu, ki je bil strgan v panja, v katerem se je Checkmite uporabljal trikrat (povprečje 0,33mg/kg) (Kandolf in sod., 2016).

Od treh analiziranih vzorcev propolisa v letu 2017 je bil eden pridobljen na namenskih mrežicah, dva pa sta bila postrgana. V postrganem smo našli od 1,05 do 1,48 mg/kg kumafosa, na mrežicah namensko pridobljenem pa 2,06 mg/kg (Auguštin in sod., 2017). V letu 2018 smo analizirali štiri vzorce propolisa, dva smo postrgali iz panjev, dva sta bila pridelana na mrežicah. V enem panju smo našli kumafos tako v postrganem propolisu (0,48 mg/kg) kot v propolisu z mrežic (0,15 mg/kg), v drugem panju pa ga nismo našli (Auguštin in sod., 2018). V letu 2019 smo v namensko pridobljenem našli 0,05 mg/kg, v postrganem pa 0,22 mg/kg (preglednica 21). Kljub temu, da panj vsako leto postrgamo in dodobra očistimo vseh prizidkov se manjše koncentracije kumafosa še vedno najdejo, so pa bistveno nižje (< 1 mg/kg) kot v preteklosti (Kandolf in sod., 2016; Auguštin in sod., 2017) Graf 51).



Graf 51: Povprečne vrednosti kumafosa v propolis medu in po uporabi Checkmita

5 ZAKLJUČKI

Rezultati triletnega testiranja vpliva starosti satja na razvoj čebelje družine dokazujejo, da starost satja vpliva na razvoj in moč čebelje družine ter donos medu pa tudi na kakovost in varnost medu.

Zaradi stalne uporabe se satje spreminja. Ker se v njem izlegajo čebele, se sčasoma zmanjšuje njegova kakovost, tako da začne počasi ovirati vzrejo zalege, skladiščenje medu in vzdrževanje mikroklima. Po več rodovih je v celičnih stenah in robovih precej kokonskih snovi, zato je satje čedalje bolj temno rjavo, prostornina celic pa čedalje manjša, kar rezultira z degeneracijo oziroma biološkim spreminjanjem čebel.

Po triletnem testiranju smo ugotovili, da je staro satje za 30 % težje od mladega in da se iz starega satja v povprečju polegajo za 13 % manjše čebele kot iz mladega satja. V zmanjšanih celicah je premalo prostora za normalen razvoj čebelje ličinke in bube, zato se iz njih izležejo manjše čebele slabše kakovosti, zaradi česar je manjša tudi njihova sposobnost nabiranja cvetnega prahu in nektarja. Zaradi teh dejavnikov je tudi čebelja družina manj vitalna in se težje prilagaja spremembam v naravi.

Čebelje družine na mladem satju so prezimile zimo številčnejše in bolj vitalne in imele več zalege skozi celo čebelarско leto. Čebelje družine, ki vzrejajo največ zalege, hkrati gradijo največ satja in nabirajo največ nektarja in cvetnega prahu. Na splošno takšne družine v vsakem pogledu optimalno opravljajo vse biološke funkcije čebeljih družin, in kar je najbolj pomembno za nas, so najbolj produktivne. Rezultat tega je večji donos medu v primerjavi z družinami, ki so bile na starem satju.

Pri primerjavi družin z mladim in starim satjem, ugotavljamo, da so imele družine leta 2018 na mladem satju povprečen donos 18,18 kg/ panju, družine na starem satju pa 14,78 kg/ panju. Družine na mladem satju so imele za 23 % večji donos medu, kot pa družine, ki so bile na starem satju.

Pri primerjavi družin z mladim in starim satjem, ugotavljamo, da so imele družine leta 2019 na mladem satju povprečen donos 7,43 kg/ panju, družine na starem satju pa 7,00 kg/ panju. Družine na mladem satju so imele za 6 % večji donos medu, kot pa družine, ki so bile na starem satju.

Pri primerjavi družin z mladim in starim satjem leta 2018, ugotavljamo, da se je pri starem satju rojilno razpoloženje pojavilo pri vseh čebeljih družinah, pri mladem satju pa smo ta pojav zaznali pri 50 odstotkih čebeljih družin. Pri tem je potrebno poudariti, da smo pri obeh testiranih skupinah uporabljali iste tehnološke ukrepe za preprečevanje rojenja, to je uporaba gradilnih satnikov in dodajanje satnic oziroma praznih starih satov. V letu

2019 je bilo rojilno razpoloženje manjše, kar lahko pripišemo slabim pogojem za razvoj čebeljih družin (hladno in deževno vreme v mesecu aprilu in maju).

Če se v panjih za zatiranje varoj uporablja Checkmite, staro satje vpliva na varnost, v manjši meri pa tudi na kakovost (kvasovke) medu. Na antioksidativno učinkovitost medu pa staro satje ob naravni učinkovitosti medu nima večjega vpliva, zato čebelarjem svetujemo redno menjavo satja. Z redno menjavo satja in vstavljanjem v panj z ostanki neobremenjenih satnic, iz panja odstranjujemo morebiti z ostanki onesnažen vosek in tako skrbimo, da je vsebnost ostankov v medu in cvetnem prahu izkopancu minimalna. V propolisu ostajajo ostanki nekoliko dlje, vendar z ustreznim čiščenjem prizidkov v panju zmanjšujemo tudi vsebnost ostankov v propolisu. Vpliv uporabe Checkmita se v panju kaže dlje časa, vendar pa z redno menjavo satja, z vnašanjem v panje s kumafosom neobremenjenega voska, ostanke v čebeljih pridelkih uspešno zmanjšujemo.

Rezultati dvoletnega spremljanja vpliva različnih koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline na učinkovitost in toleranco čebel dokazujejo, da uporabljene koncentracije bistveno ne vplivajo na učinkovitost zatiranja varoj. Povprečen odpad varoj v čebeljih družinah razdeljenih:

- v skupino A, kjer je bila uporabljena 2 % koncentracijo sladkorne raztopine oksalne kisline in
- skupino B, kjer je bila uporabljena 3,8 % koncentracijo sladkorne raztopine oksalne kisline

Razlika pri povprečnem odpadu varoj med skupinama A in B je zgolj dobrih 10 %. Razlika učinkovitosti pri uporabi obeh koncentracij sladkorne raztopine oksalne kisline pa je 1,4 %.

Uporabljene koncentracije sladkorne raztopine oksalne kisline vplivajo na toleranco čebel. Pri čebeljih družinah, kjer je bila uporabljena 3,8 % koncentracija sladkorne raztopine oksalne kisline, je ugotovljena slabša prezimitev, upočasnen spomladanski razvoj čebel in zaostajanje pri vseh spremljanih faktorjih v primerjavi z družinami, kjer je bila uporabljena 2 % koncentracijo sladkorne raztopine oksalne kisline. Na splošno takšne družine v vsakem pogledu slabše opravljajo vse biološke funkcije čebeljih družin in so manj produktivne, kar dokazujejo tudi rezultati. Donos medu družin iz skupine A, ki so bile tretirane z nižjo (2 %) raztopino oksalne kisline, je bil leta 2018 namreč za 22 % večji od družin iz skupine B, ki so bile tretirane z višjo (3,8 %) raztopino oksalne kisline, v letu 2019 za 18 % večji od družin iz skupine B, ki so bile tretirane z višjo (3,8 %) raztopino oksalne kisline.

5.1 NAVODILA ZA ČEBELARJE

Čebelarji naj skrbijo za letno menjavo satja, kar pomeni, da naj satje menjavo vsaj vsake tri leta in v skladu z zmožnostim čebeljih družin.

- V starem satju je prostornina celic manjša, zato se iz celic polegajo za 13 % manjše čebele, ki imajo manjšo vitalnost, prezimijo zimo v manjšem številu in pridelajo v povprečju za 17 % manj medu.
- Družine na mladem satju imajo manjši rojilni nagon.
- Med iz starega satja vsebuje več kvasovk, kar kaže na mikrobiološko onesnaženje medu, staro satje lahko vpliva na barvo medu (predvsem akacijevega), na antioksidativno učinkovitost pa v primerjavi z naravnim pašnim virom ne prispeva.
- Satje, ki je med uporabo zdravila Checkmite prisotno v panju je obremenjeno s kumafosom. Z redno menjavo satja in vnašanja v panj satnic, ki niso obremenjene s kumafosom, lahko v nekaj letih vsebnost ostankov kumafosa v vosku zmanjšamo pod 1 mg/kg, v medu in izkopancu pa pod mejo detekcije.

Iz panja letno odstranjujmo prizidke propolisa, ker se v njih lahko nahajajo ostanki zdravil in drugih kemijskih snovi, ki lahko onesnažijo ostale čebelje pridelke.

Čebelarji naj tretirajo varojo s 2 % koncentracijo sladkorne raztopine oksalne kisline. Čebelje družine, kjer je uporabljena takšna raztopina, veliko boljše prezimijo zimo, so bolj številčne in vitalne, ter vzrejajo več zalege, hkrati gradijo več satja nabirajo več nektarja in cvetnega prahu.

6 LITERATURA

- Aljadi A. M., Kamaruddin M. Y. 2004. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honey. *Food Chemistry*, 85, 4: 513-518
- Al-Mamary M., Al-Meerri A., Al-Habori M. 2002. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition research*, 22, 9: 1041-1047
- Amiot M. J., Aubert S., Gonnet M., Tacchini MM. 1989. Phenolic composition of honeys: a preliminary study on identification and groups quantification. *Apidologie*, 20, 1: 115-125
- Auguštin V., Meglič, M. 2007. Varoja, čebela, čebelar, Čebelarska zveza Slovenije:104
- Auguštin V., 2010. Pridelava in predelava voska, Čebelarska zveza Slovenije:14 -15
- Auguštin V. 2007 Varoja pod nadzorom, Slovenski čebelar 2007 (4) : 12 -13.
- Auguštin V. 2014 Sublimiranje oksalne kisline. Slovenski čebelar 2014 (12) : 15 -16.
- Auguštin V. 2014 Razprava o uporabi pripomočkov za zatiranje varoj. Slovenski čebelar 2014 (12): 16 -17.
- Auguštin V., Kandolf A., Kozmus P., Lilek N. 2017. Poročilo o vplivu tehnologije čebelarjenja na čebelje družine in kakovost medu. Čebelarska zveza Slovenije, 57 str.
- Auguštin V., Kandolf A., Kozmus P., Lilek N. 2018. Poročilo o vplivu tehnologije čebelarjenja na čebelje družine in kakovost medu. Čebelarska zveza Slovenije, 41 str.
- Babnik J., Božič J., Božnar A., Debelak M., Gregore A., Jenko-Rogelj M., Jelene J., Kresal D., Meglič M., Poklukar J., Rihar J., Senegačnik J., Stark J., Strmole B., Sivic F., Vidmar U., Zdešar P. 1998. Od čebele do medu. Ljubljana, Kmečki glas: 472
- Benzie I. F.F., Strain J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure 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 nekaterih antioksidantov v slovenskem medu. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, doktorska disertacija.
- Bertoncelj J., Doberšek U., Jamnik M., Golob T. 2007. evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*, 97, 2: 217-222
- Bogdanov S., Kilchenmann V., Imdorf A. 1998. Acaricide residues in some bee products, *J. Apic. Res.* 37: 57-67.
- Bogdanov S., Kilchenmann V., Fluri P., Buhker U., Lavanchy P., 1999: Influence of organic acids and components of essential oils on honey taste. *American bee Journal* 139 61-6.
- Bogdanov S., Kilchenmann V., Butikofer U. 2003. Determination of acaricide residues in beeswax: collaborative study. *Apiacta* 38 (2003): 235-245.

Bogdanov S. 2012. Beeswax. Bee Product Science, www.bee-hexagon.net

Chaillou L. L., Nazareno M. A. 2006. New method to determine anioxidant activity of polyphenols. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54, 22: 0397-8402

Charrière, J. D., Imdorf, A. 2002. Oxalic acid treatment by trickling against *Varroa destructor*: recommendations for use in central Europe and under temperate climate conditions. Bee World, 83, 51-60.

Doner L.W. 2003. Honey. V: Encyclopaedia of food sciences and nutrition. Vol. 5. 2nd ed. Caballero B., Trugo I., Finglas P. (eds). Amsterdam, Academic Press: 3125-3130

Imdorf A., Charriere. J. D., Kilchenmann V., Bogdanov S., Fluri P. 2003. Alternative strategy in central Europe for the control of *Varroa destructor* in honey bee colonies. Swiss Bee Research Centre Dairy Research Station, Liebefeld

Kenjeric D., Mandić M. L., Primorac L., Bubalo D., Perl A. 2007. Flavonoid profile of *Robinia* honey produced in Croatia. Food Chemistry, 102, 3: 683-690

Kandolf A. 2013. Poročilo o rezultatih notranjega nadzora kakovosti in varnosti slovenskega medu. Slovenski čebelar, 7-8: 233-236.

Kandolf A. 2014. Poročilo o rezultatih interne kontrole slovenskega medu. Slovenski čebelar, 3: 82-85.

Kandolf Borovšak, A., Lilek L., Samec T., Noč B., Kozmus P. 2016. Končno poročilo o ugotavljanju vpliva ostankov zdravil ter drugih škodljivih snovi na čebelje pridelke, na zdravje in preživetje čebeljih družin za leto 2015, v skladu z uredbo o izvajanju programa ukrepov na področju čebelarstva v Republiki Sloveniji v letih 2014-2016. Čebelarska zveza Slovenije.

Kochansky J., Wilzer K., Feldlaufer M. 2001. Comparison of the transfer of coumaphos from beeswax into syrup and honey. Apidologie 32 2001: 119-125.

Kmecl V. 2013. Poročilo o izvajanju interne kontrole medu v letu 2013. Kmetijski inštitut Slovenije.

Kmecl V. 2014. Poročilo o izvajanju interne kontrole medu v letu 2014. Kmetijski inštitut Slovenije.

Kmecl V. 2016. Kontrola ostankov kemičnih sredstev za zatiranje varoje, 2016. Kmetijski inštitut Slovenije.

Kmecl V. 2017. Kontrola ostankov kemičnih sredstev v medu, 2017. Kmetijski inštitut Slovenije.

Kmecl V. 2018. Kontrola ostankov kemičnih sredstev v medu, 2018. Kmetijski inštitut Slovenije.

Kozmus P., Auguštin V., Samec T., Lilek N., Kandolf Borovšak A., Šešerko M. 2014. Poročilo o izvajanju kontrole medu in čebeljih pridelkov 2014, sklop 3: kontrola ostankov v čebeljih pridelkih. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije, 23 str.

Lilek N., Bedek M.m Glinšek A. 2017. Poročilo o izvajanju programa podpore laboratorijem za analizo čebeljih pridelkov 2017, sklop 3: Analiza cvetnega pahu, propolisa in voska na ostanke kemičnih sredstev za zatiranje varoje. Velenje, Erico d.o.o., 15 str.

Lilek N., Bedek M.m Glinšek A. 2017. Poročilo o izvajanju programa podpore laboratorijem za analizo čebeljih pridelkov 2017, sklop 3: Analiza cvetnega pahu, propolisa in voska na ostanke kemičnih sredstev za zatiranje varoje. Velenje, Erico d.o.o., 15 str.

Lilek N., Bedek M.m Glinšek A. 2018. Poročilo o izvajanju programa podpore laboratorijem za analizo čebeljih pridelkov 2018, sklop 3: Analiza cvetnega pahu, propolisa in voska na ostanke kemičnih sredstev za zatiranje varoje. Velenje, Eurofins EricoSlovenija d.o.o., 17 str.

Lodesani M., Pellacani A., Bergomi S., Carpana E., Rabitti T., Lasagni P. 1992 . Residue determination for some products used against Varroa infestation in bees. *Apidologie* 23,

Matavž J. 1999, Problem ostankov akaricidov v čebeljih pridelkih. Posvetovanje o boleznih čebel, zbornik referatov.

Maver L., Poklukar J. 2003. Coumaphos and amitraz residues in Slovenian honey. *Apiacta* 38 (2003): 54-57.

Marinelli E., Pulcini P., Margio C., De pace F., Allegrini F. and Persona Oddo L. 2004. Oxalic acid by Varroa® to Varroa control in Central Italy. *Apiacta*. 39: 39-43.

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

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*, 97,2: 256-262

Nanetti A., Besana A., Gianessi E., 2010 Technical report of clinical trial: Use of API-Bioxal formulation in the winter period. Bologna

Nanetti A., R. Buchler J. D. Charriere I. Fries S. Helland A. Imdorf, S. Korpela, and P. Kristiansen 2003. Oxalic acid treatments for Varroa control (review), *Apiacta*.38: 81-87.

Noč B., Kandolf A., Lile, N., Samec T., Justinek J. 2013. Poročilo o ugotavljanju ostankov zdravil v čebeljih panjih. Čebelarstva zveza Slovenije.

Rademacher E. and M. Harz 2006 Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies - a review. *Apidologie*. 37: 98-120.

Rademacher E., Harz M. (2006): Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies. *Apidologie*, 37, 98-120.

Snowdon J.A., Cliver D.O. 1996. Microorganisms in honey. *International Journal of Food Microbiology*, 31: 1-26

Underwood R. M., Currie R. W. 2009. Indoor winter fumigation with formic acid for control of *Acarapis woodi* (Acari: Tarsonemidae) and nosema disease, *Nosema* sp. *Journal Econ. Entomol.*, 102, 1729-36.

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

Wallner K. 1992 Diffusion of active varroacide constituents from beeswax into honey, *Apidologie* 23, 387-389.

Wallner K. 1999. Varroacides and their residues in bee products. *Apidologie* 30, 235-248.

Wallner K., Pechhacker H. 1994. Residues in honey and wax caused by Varroa treatment. *Apidologie* 25, 505-506.

Zupančič M. in sod. 2008. Ekološko čebelarjenje. Čebelarska zveza Slovenije. 17-24.