



Kmetijski inštitut Slovenije

Oddelek za živinorejo
Čebelarstvo

Hacquetova ulica 17
SI-1001 Ljubljana
Slovenija

T: 01 280 51 74
F: 01 280 52 55

**APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA RURALNEGA IN URBANEGA OKOLJA TER
PREHRANSKIH VIROV NA RAZVOJ ČEBELJIH DRUŽIN
Programsko obdobje 2017 – 2019**

Poročilo o izvedenih nalogah v letih 2017 – 2019



31. julij 2019

**APLIKATIVNA RAZISKAVA VPLIVA RURALNEGA IN URBANEGA OKOLJA TER
PREHRANSKIH VIROV NA RAZVOJ ČEBELJIH DRUŽIN
Programsko obdobje 2017 – 2019**

Poročilo o izvedenih nalogah v letih 2017 – 2019

Vodja naloge:
dr. Janez PREŠERN

Poročilo pripravila:
dr. Janez PREŠERN
Jernej BUBNIČ, dr. vet. med

Poročilo je v skladu z Uredbo o izvajanju Programa ukrepov na področju čebelarstva v Republiki Sloveniji v letih 2017–2019 (Uradni list RS, št 00715-32/2016) in je oblikovano na osnovi javnega naročila z oznako JN0014372/2017-W01 z dne 28.02.2017, Odločitve o oddaji javnega naročila s številko 430-18/2017/15 z dne 21.3.2017 in tripartitne pogodbe med Ministrstvom za kmetijstvo in okolje, Agencijo za kmetijske trge in razvoj podeželja in Kmetijskim inštitutom Slovenije s številko 2330-17-000094. Rezultati raziskave 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.



KAZALO

KAZALO	II
POVZETEK	1
1 UVOD	2
2 METODE DELA	3
2.1 PROSTORSKI PODATKI	3
2.2 LABORATORIJSKE ANALIZE OSTANKOV FFS	3
2.3 TEŽKE KOVINE V IZBRANIH VZORCIH CVETNEGA PRAHU	4
2.4 PREHRANSKI DODATKI	4
2.4.1 Probiotiki	4
2.4.2 Razvojni prehranski dodatki	5
2.5 PALINOLOŠKE PREISKAVE	5
2.6 ZDRAVSTVENO STANJE ČEBELJIH DRUŽIN	6
2.6.1 Napadenost družin z varojami	6
2.6.2 Metoda za dokazovanje virusnih infekcij	6
2.6.3 Ugotavljanje nose mavosti	7
2.6.4 Ugotavljanje patoloških pojavov v čebelji družini	7
3 REZULTATI	8
3.1 OSTANKI FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV	8
3.2 OSTANKI TEŽKIH KOVIN V CVETNEM PRAHU	9
3.3 VPLIV PREHRANSKIH DODATKOV	9
3.3.1 Probiotiki	9
3.3.2 Razvojni prehranski dodatki	11
3.4 NARAVNI PREHRANSKI VIRI IN PREHRANSKI VIRI GLAVNIH POSEVKOV TER KMETIJSKE DEJAVNOSTI Z ANALIZO GLEDE NA GOSTOTO ČEBEL	14
3.4.1 Pomurska statistična regija	16
3.4.2 Podravska statistična regija	16
3.4.3 Koroška statistična regija	16
3.4.4 Savinjska regija	16
3.4.5 Zasavska regija	17
3.4.6 Posavska regija	17
3.4.7 JV Slovenija	17
3.4.8 Osrednjeslovenska regija	18
3.4.9 Gorenjska regija	18
3.4.10 Primorsko-notranjska regija	18
3.4.11 Goriška regija	19
3.4.12 Obalno-kraška regija	19
3.4.13 Gostota čebel za opravljanje v letih 2017 – 2019	19
4 INTERPRETACIJA REZULTATOV IN SPLOŠNE UGOTOVITVE	22
5 LITERATURA	24
6 PRILOGA. REZULTATI PALINOLOŠKIH PREISKAV	26

POVZETEK

V dvanajstih statističnih regijah RS smo vzdrževali stojišča s po dvema čebeljima družinama. V teh družinah smo vzorčili čebelje pridelke (pelod, med) ter mrtvice in jih testirali na prisotnost FFS. Na dveh izbranih lokacijah smo preverjali prisotnost težkih kovin v pelodu. Spremljali smo vpliv prehranskih dodatkov na testni lokaciji in v laboratoriju, ter preverili vpliv enostavnega tipa pogače na med. Tekom naloge smo spremljali napadenost z varojami, prisotnost spor *Nosema* spp. in čebeljih virusov. Preučili smo sposobnost izkoriščanja paš z uporabo čebelarskih tehnic, s palinološko analizo in s pomočjo orodja GIS (geografski informacijski sistem) ocenili pomen kmetijskih zasevkov v čebelji prehrani. V zaključku je podan komentar razpoložljivosti prehranskih virov glede na gostoto čebeljih družin na posamezni lokaciji.

1 UVOD

Svetovni trendi v svetu nas vodijo v resen razmislek o urbanih virih hrane. Na prvi pogled se zdi, da je glavna prednost urbanega kmetijstva nominalna odsotnost kronične kontaminacije s pesticidi. Idejo podpira tudi dejstvo, da je v Z Evropi večina glavnih onesnaževalcev, kot je npr. težka industrija, propadla, s čimer so izginili pomembni viri kontaminacije okolja s težkimi kovinami. Po drugi strani narašča število osebnih vozil, ki imajo kot vir prašnih delcev in kemičnih spojin v izpuhu potencialno negativen učinek na mestne prehranske vire. Urbano čebelarstvo je v razmahu tudi v Sloveniji; kot pri nekaterih drugih kmetijskih pridelkih, katerih mestna pridelava je v porastu, je tudi pri čebeljih pridelkih nujno preveriti, ali je zaupanje v kvaliteto in varnost le-teh na mestu.

Ne glede na lokacijo je opraševanje pomembna ekosistemska storitev, saj naj bi bilo v Evropi od opraševanja žuželk odvisnih 84 odstotkov kmetijskih rastlin. Vrednost same »storitve« je za Evropo ocenjena na nekaj več kot 22 milijard evrov letno (Potts 2015). Najpomembnejšo vlogo pri opraševanju žužkocvetnih vrst imajo čebele; v zadnjem času se je izkazalo, da je poleg medonosne čebele zelo pomembna tudi vloga divjih opraševalcev, npr. čebel samotark in čmrljev, ki so v primerjavi z medonosno čebelo v mnogih primerih celo bolj učinkoviti (Garibaldi in sod. 2013). Poleg kmetijskih rastlin potrebuje opraševanje z žuželkami nekaj manj kot 80 odstotkov divjih rastlin (Kwak in sod. 1998), s čimer čebele in drugi opraševalci prispevajo tudi k ohranjanju vrstne pestrosti. Upadanje števila vrst opraševalcev in zmanjševanje njihovih populacij ima za posledico zmanjševanje števila rastlinskih vrst. Zmanjševanje različnih vrst opraševalcev v zadnjih letih, vključno z odmiranjem družin medonosne čebele, ima za posledico tudi zmanjševanje števila rastlinskih vrst. V obratni smeri pa zmanjševanje raznolikosti rastlinskega sveta vpliva na zmanjšanje opraševalcev (Goulson in sod. 2008).

Vzroki za zmanjšanje raznolikosti opraševalcev in dejavniki, ki prispevajo k odmiranju čebeljih družin, so tako antropogeni kot neantropogeni. Med prve spadajo predvsem uporaba fitofarmacevtskih sredstev (FFS), krčenje ustreznih površin, ustvarjanje epidemiološko problematične visoke gostote čebeljih družin ipd. Medtem ko pri rabi FFS govorimo predvsem o možnostih kroničnih in akutnih zastrupitev čebel, gre pri krčenju ustreznih površin za zmanjševanje dostopnosti prehranskih virov. Zadovoljivo razpoložljivost prehranskih virov lahko zmanjšuje tudi točkovna visoka gostota čebeljih družin v obdobjih slabih paš. Neantropogeni dejavniki so predvsem povzročitelji bolezni ter paraziti, ki pogosto delujejo v sinergiji z ostalimi dejavniki. Za vzdrževanje kondicije čebeljih družin se v obdobju pred in po pašni sezoni uporabljajo različni prehranski nadomestki, ki jih lahko dodajamo v krmo za čebele.

Na razvoj čebeljih družin imajo vedno večji vpliv klimatske spremembe, ki letno spreminjajo pogoje maksimalnega izkoriščanja pašnih virov v ožji ali širši okolici čebelnjakov. Kratkotrajno pomanjkanje hrane v naravi čebelja družina lahko kompenzira na račun vzreje zalege ličink in zmanjšanja obsega zaleganja matice. Vsako daljše pomanjkanje ima za čebeljo družino resne posledice in vpliva tako na njen nadaljnji razvoj in donos medu, kot tudi dovzetnost za okužbo z različnimi potencialnimi patogeni. Zaradi tega je potrebno čebelje družine oskrbovati s čim bolj naravnimi viri hrane, kot je medeno satje in cvetni prah. Velikokrat se pojavu in izbruhu bolezni ni mogoče izogniti in je vsak nadaljnji ukrep, ki ga čebelar poskuša izvesti, že prepozen. Za odpornost in dobro preskrbljenost čebeljih družin bi bila ena od možnih rešitev preventivno dodajanje prehranskih dodatkov.

V okviru naše raziskave smo na osnovi predloženega programa vzpostavili in vzdrževali na vsaki od statističnih regij v Sloveniji (12) po dve čebelji družini, ki jih uporabljamo za izvedbo vseh predvidenih vzorčenj in analiz za študij vplivov okolja. Hkrati smo testirali izbrane prehranske dodatke na čebelah v laboratoriju in v izbranem čebelnjaku.

2 METODE DELA

V letih 2017 – 2019 smo nalogo izvajali na eni lokaciji v vsaki od dvanajstih statističnih regij Republike Slovenije (Tabela 1). Na vsaki lokaciji smo oskrbovali po dve čebelji družini.

Tabela 1. Lokacije čebelnjakov v letih 2017 - 2019.

Statistična regija	2017		2018		2019		tip dejavnosti
	Lokacija	GMID	Lokacija	GMID	Lokacija	GMID	
pomurska	Rakičan	SI283344	Rakičan	SI283344	Rakičan	SI283344	poljedelska
podravska	Hoče	SI326977	Hoče	SI326977	Hoče 2	SI362908	sadjarska
koroška	Prevalje	SI327019	Prevalje	SI327019	Mislinja	SI359441	poljedelska
savinjska	Virštanj	SI283403	Virštanj	SI283403	Virštanj	SI283403	vinogradniška
zasavska	Šentgotard	SI347491	Šentgotard	SI347491	Blodnik	SI354707	ekstenzivna, gozd
spodnjeposavska	Sevnica	SI323345	Ženje	SI355908	Ženje	SI355908	poljedelska, gozd
JV Slovenija	Mirna	SI326993	Mirna	SI326993	Mirna	SI326993	poljedelska
osrednjeslovenska	Ljubljana	SI283487	Ljubljana	SI283487	Ljubljana	SI283487	mestno okolje
gorenjska	Senično	SI118581	Senično	SI118581	Senično	SI118581	ekstenzivna
primorsko-notranjska	Postojna	SI326980	Postojna	SI326980	Postojna	SI326980	poljedelska
goriška	Šempas	SI283386	Šempas	SI283386	Šempas	SI283386	poljedelska, vinogradniška
obalno-kraška	Povir	SI283461	Štanjel	SI355894	Štanjel	SI355894	ekstenzivna, gozd

V letu 2018 smo uvedli dve novi lokaciji (Ženje, Štanjel) in nanje prenesli družine iz starih lokacij (Sevnica, Povir). V letu 2019 smo v koroški statistični regiji predstavili stojišče iz Prevalj v Mislinjo. Ravno tako smo lokacijo Šentgotard v zasavski statistični regiji prestavili v Blodnik ter prestavili lokacijo Hoče za slab kilometer proti vzhodu (Hoče 2). Prenose smo izvedli zaradi zahtev lastnika zemljišča oz. priročnosti oskrbovanja.

2.1 PROSTORSKI PODATKI

V krogu s polmerom 1 km okoli stojišč smo z orodji GIS pripravili pregled rabe tal in sestave gozdnih združb. Pregled rabe tal omogoča vpogled v potencialne vire fitofarmaceutskih sredstev. Skupna površina zajeta v analizo znaša 3.14 km² oz. 314 ha. Pri obdelavi smo uporabili javno dostopne prostorske podatke o rabi tal Ministrstva za kmetijstvo in okolje - »v nadaljevanju RABA«, ga s slojem LOK v GIS prekrili ter podatke s sloja RABA prostorsko izdvojili. Pri nadaljnji obdelavi smo novo nastalemu sloju ponovno izračunali in pripisali površine izdvojenih poligonov. Rezultat so v odstotkih izražena površina dejanske rabe tal ob posamičnem stojišču čebelnjaka. Pri analizi kmetijskih rastlin v krogu s polmerom 1 km od lokacije stojišča smo uporabili prostorski podatek glavnih posevkov iz baze zahtev (ARSKTRP). Podatke za ugotavljanje gostote čebelnih družin smo pridobili preko UVHVVR, pri čemer smo gostoto preračunavali v krogu s polmerom 1 km okoli stojišča. Za namene interpretacije palinološke analize smo prav tako pregledali javno dostopne prostorske podatke o gozdnih združbah (Interaktivna karta Slovenije z zbirkami ZRC-SAZU, 2002).

2.2 LABORATORIJSKE ANALIZE OSTANKOV FFS

Fitofarmaceutska sredstva (FFS) se uporabljajo v kmetijskem okolju za zatiranje organizmov, ki škodujejo pridelku, t.j. zmanjšujejo donos. Ker čebele prihajajo v stik z rastlinami ob nabiranju nektarja, peloda in rose, je FFS v nekaterih primerih moč najti v

čebeljih proizvodih in samih čebelah. Namen in cilj je z vzorčenjem preveriti koncentracije aktivnih snovi FFS, ki se potencialno nahajajo v kmetijskem okolju.

Pri vzorčenju smo pazili, da smo odvzeli cvetni prah in med iz več satov. Vzorec čebel, medu ali cvetnega prahu iz satja (izkopanca) smo raztopili v mešanici topil, acetona, petroletra in diklormetana (v razmerju 1:2:2). Vzorec smo štiri minute homogenizirali in nato centrifugirali. Topilo smo odparili na rotavaporju in do suhega prepihali z dušikom. Suhi preostanek smo raztopili v mešanici cikloheksana in etilacetata (v razmerju 1:1) in ga očistili z gelsko permeacijsko kromatografijo. Topilo smo zopet odparili na rotavaporju in vzorec posušili s prepihavanjem z dušikom. Vzorec smo pripravili za določanje s plinskim kromatografom sklopljenim z masnim spektrometrom (GC/MS) tako, da smo ga ponovno raztopili v mešanici cikloheksana in etilacetata (v razmerju 1:1). Metoda je kvantitativna in poroča koncentracije nad mejo kvantifikacij (Baša Česnik et al., 2019).

2.3 TEŽKE KOVINE V IZBRANIH VZORCIH CVETNEGA PRAHU

Vzorca cvetnega prahu smo posušili pri 60°C in ju homogenizirali. Razkroj organske snovi smo izvedli v zaprtih teflonskih posodah z mešanico dušikove kisline (HNO_3) in vodikovega peroksida (H_2O_2) v mikrovalovnem sistemu Milestone, ETHOS 1600. V kislinskem izvlečku smo vsebnost kadmija (Cd) in svinca (Pb) določili z elektrotermično atomsko absorpcijsko spektrometrijo (ETAAS) na instrumentu AAnalyst 600 Perkin Elmer. Rezultati analize so preračunani na prinešen (vlažen) vzorec.

2.4 PREHRANSKI DODATKI

2.4.1 Probiotiki



Slika 1: Poskusne kletke s čebelami.

Iz šestih čebeljih družin smo odvzeli sate s polegajočo zalego in jih vstavili v inkubator čez noč. Inkubator smo nastavili na temperaturo 34°C in 30 % vlago. Poležene čebele smo preložili v plastične kletke, opremljene z odprtnicami za zračenje. V vsako kletko smo vstavili okoli 50 delavk iz različnih čebeljih družin (Slika 1). Pripravili smo sladkorno raztopino (1:1, w:v) in za posamezne skupine raztopili dodatke. Poskus je potekal v 5 skupinah in štirih ponovitvah. Vsaka peta kletka je služila nadaljnjemu vzorčenju hemolimfe, srednjega črevesa in goltnih žlez, katere smo vzorčili 11. in 15. dan starosti. S krmljenjem z

dodatki (Tabela 2) smo pričeli 3. dan starosti čebel. Pred tem so vse čebele prejemale sladkorno raztopino. Hrana in voda sta bili ves čas na voljo *ad libitum*.

Tabela 2: prehranski dodatki v laboratorijskih poskusih

Oznaka skupine	Prehranski dodatek
A	Probiotik 5 % v sladkorni raztopini
B	Probiotik 10 % v sladkorni raztopini
C	BPC (1µg/ml) v sladkorni raztopini
D	Beta-glukan 0.5 % v sladkorni raztopini
K	Sladkorna raztopina – kontrola

Vsak dan smo spremljali porabo hrane in šteli mrtvice. Ob koncu poskusa smo s preživeliimi čebelami opravili kvantitativno analizo okužbe s sporami *Nosema* spp. Vzorce hemolimfe smo shranili na -80°C za nadaljnje analize na vsebnost proteinov, kvantifikacijo vitelogenina, vsebnost glukoze in trehaloze. Tkivo smo fiksirali v 10 % formalinu, nato pa dehidrirali v seriji alkoholov in vklopili v parafinski vosek. V nadaljevanju bomo opravili histološke analize. Celoten poizkus je trajal 32 dni.

V čebeljih družinah na lokaciji Mengeško polje smo nadaljevali s spremljanem družin, katerim smo dodali probiotik. Poskusne družine smo razdelili v dve skupini po 10 družin: testno skupino in kontrolno skupino. V laboratoriju smo pripravili 2.5 odstotno raztopino EM probiotika® (Efektivni mikroorganizmi d.o.o., Rijeka, Hrvaška) v pitni vodi. Pripravljeno raztopino smo prelili v plastično posodico s pršilnikom. Vse sate v skupini s probiotikom smo pršili prvi dan ob pregledu družin. Za krmljenje smo pripravili sladkorno raztopino v razmerju 1:1 (sladkor : voda) in z dodatkom EM probiotika v 5 odstotni koncentraciji. Krmili smo najprej dražilno s 300 ml/družino na tri do štiri dni, nato 600 ml/družino vsake 3 do 4 dni, za zazimatev družin smo dodajali sladkorno raztopino 1:1. Družine smo ocenili in izenačili, jim odvzeli vzorce čebel za analize na vsebnost spor *Nosema* spp. in napadenost z varojami. Pri pregledu družin smo bili pozorni na možne patološke pojave, pozorno smo spremljali izgled zalege in vedenje čebel.

2.4.2 Razvojni prehranski dodatki

Za razvoj družin po stojiščih smo uporabili različne vrste pogač. V letu 2017 smo del družin opremili s sladkorno pogačo s kvasom, del pa s sladkorno pogačo brez kvasa. V letu 2018 smo primerjali pogačo s kvasom in komercialno proteinsko pogačo (Honey Bee Pro, Agrosimpa d.o.o., Hrvaška), v letu 2019 pa smo primerjali dve komercialni pogači – proteinsko in neproteinsko (obe Medopip d.o.o., Hrvaška). Pogača s kvasom (pekovski kvas) je bila pripravljena iz sladkorja, kvasa in vode v razmerju 25 : 0.75 : 1. Pogača brez kvasa je imela enako sestavo kot pogača s kvasom z izjemo kvasa. Ne glede na tip pogače, je vsaka družina sredi aprila prejela 1.0 kg pogače. Spremljali smo razvoj družin. Ob pelodni analizi smo v medu iskali tudi možno prisotnost kvasovk (*Saccharomyces cerevisie*) in jo ovrednotili. Pred vstavljanjem pogač smo družine izenačili.

2.5 PALINOLOŠKE PREISKAVE

S palinološko preiskavo smo določili, katere rastlinske taksone so čebele obiskovale pri nabiranju. Cvetni prah smo določali v medu, vzorce smo vzeli na enajstih lokacijah. Posamezen vzorec smo pripravili po certificirani metodi M21 (DIN): med (10 g) smo zalili z 20 ml dH₂O in ga deset minut centrifugirali pri 3000 obratih na minuto. Vzorec smo

dekantirali, ga ponovno raztopili v 20 ml dH₂O, ter centrifugirali pri 3000 obratih na minuto pet minut. Sediment smo nanесли na objektno steklo in ga posušili. Vzorec smo vključili v Kaiserjevo glicerinsko želatino. Pregledali smo minimalno 500 pelodnih zrn po naključno izbranih poljih na mreži objektnega stekla. Pelodna zrna smo identificirali ter končni rezultat izrazili kot delež cvetnega prahu posameznega rastlinskega taksona. Pelodna zrna, pri katerih ni bilo mogoče določiti rastlinske vrste, so v predstavljenih rezultatih razvrščena v pripadajočo taksonomsko družino ali poddružino.

2.6 ZDRAVSTVENO STANJE ČEBELJIH DRUŽIN

Pri vsakem pregledu čebeljih družin smo ugotavljali tudi zdravstveno stanje. Klinični pregled je vključeval pregled vseh satov z zalego. Tu smo bili posebej pozorni na morebitne patološke spremembe, npr. prisotnost znakov kužnih bolezni (huda in pohlevna gniloba čebelje zalege, virusi). V vsaki družini smo nabrali vzorce čebel za analize na prisotnost spor vrst mikrosporidijev *Nosema spp.*, dokazovanje prisotnosti čebeljih virusov v družini in prisotnosti FFS. Vzorce smo po odvzemu do nadaljnje analize hranili na 4 °C z izjemo vzorcev za virusne analize, katere smo takoj zamrznili na -20°C.

2.6.1 Napadenost družin z varojami

Napadenost čebeljih družin z varojami smo ugotavljali s pregledom podnice panja, pri čemer smo prešteli odpadle varoje. Ob vsakem pregledu smo očistili podnico in prišteli že novoodpale varoje k že preštetim. V raziskavi predstavljamo kumulativni odpad.

2.6.2 Metoda za dokazovanje virusnih infekcij

Prisotnost čebeljih virusov v vzorcih smo dokazovali s pomnoževanjem specifičnih fragmentov virusne RNA z verižno reakcijo s polimerazo (PCR). Vzorec čebel (30 delavk) smo homogenizirali in 560 µl vodne faze macerata centrifugirali 15 minut pri 2000 obratih na minuto. Za ekstrakcijo virusne RNA smo odpipetirali 140 µl supernatanta ter z uporabo kompleta QIAamp viral RNA mini kit (Qiagen, Nemčija) izolirali virusno RNA po navodilih proizvajalca po protokolu za ekstrakcijo preko membrane s centrifugiranjem. Ekstrakte RNA smo shranili pri -20°C. Za testiranje prisotnosti specifičnih fragmentov virusne RNA v vzorcu smo uporabili komplet One-Step RT-PCR kit (Qiagen, Nemčija) ter specifične začetne oligonukleotide (za DWV, ABPV, BQCV, SBV in CBPV) po navodilih proizvajalca. Specifični začetni oligonukleotidi ter vir so navedeni v Tabela 3. Za negativno kontrolo smo uporabili reakcijsko mešanico brez RNA, za pozitivno kontrolo pa smo uporabili verificirane patološko pozitivne vzorce.

Specifične fragmente smo pomnožili v cikličnem termostatu pri naslednjih pogojih:

- | | | | |
|----|--|-------------|----------|
| 1. | začetna denaturacija | 15 min | 95 °C |
| 2. | 3-stopenjsko pomnoževanje fragmentov (40 ciklov) | | |
| | i) denaturacija | 0.5 – 1 min | 95 °C |
| | ii) prileganje | 0.5 – 1 min | 50-68 °C |
| | iii) podaljševanje | 1 min | 72 °C |
| 3. | Zaključno podaljševanje | 10 min | 72 °C |

Tabela 3: Začetni oligonukleotidi, uporabljeni pri pomnoževanju virusne RNA

Virus	Oznaka	Nukleotidno zaporedje (5' - 3')	Velikost produkta (bp)	Vir
ABPV	ABPVT-F	CATATTGGCGAGCCACTATG	398	Toplak in sod., 2012
	ABPVT-R	CCACTTCCACACAACCTATCG		
BQCV	BQCVT-F	TGGTCAGCTCCCACTACCTTAAAC	700	Toplak in sod., 2012
	BQCVT-R	GCAACAAGAAGAAACGTAAACCAC		
DWV	DWVT-F	AGGCGACATGGGAACAGG	504	Toplak in sod., 2012
	DWVT-R	CAACTTCACCCTCGCCATCA		
	DWVS-F	TGGTCAATTACAAGCTACTTGG	269	Sguazza in sod., 2013
	DWVS-R	TAGTTGGACCAGTAGCACTCAT		
SBV	SBVT-F	GCTGAGGTAGGATCTTTGCGT	824	Toplak in sod., 2012
	SBVT-R	TCATCATCTTCACCATCCGA		
CBPV	CBPVS-F	AACCTGCCTCAACACAGGCAAC	774	Sguazza in sod., 2013
	CBPVS-R	ACATCTCTTCTCGGTGTCAGCC		
	CBPVT-F	TCAGACACCGAATCTGATTATTG	570	Toplak in sod., 2012
	CBPVT-R	ACTACTAGAAACTCGTCGCTTCG		

Prisotnost specifičnih pomnožkov virusne RNA smo dokazali z metodo ločevanja fragmentov DNA po velikosti z gelsko elektroforezo. Velikost pomnoženih fragmentov smo ocenili s pomočjo primerjave hitrosti potovanja fragmentov po gelu z hitrostjo potovanja standardnih delcev DNA znane dolžine (marker velikosti). Rezultat produkta reakcije je bil pozitiven, če smo identificirali pomnoženi odsek virusne nukleinske kisline na elektroforeznem gelu. Zanesljivost metode smo preverili z naključnim izborom ponovitev ekstraktov RNA, za preverjanje kontaminacije med samo ekstrakcijo pa smo v vsaki seriji dodali po eno prazno kontrolo.

2.6.3 Ugotavljanje nose mavosti

Prisotnost spor *Nosema* spp. smo ugotavljali z mikroskopsko preiskavo vsebine prebavil čebel delavk (preiskali smo minimalno 20 čebel). Preparat za opazovanje smo pripravili s homogenizacijo v laboratorijski terilnici (1 mL destilirane vode/čebelo), nato smo suspenzijo pod svetlobnim mikroskopom pregledali s hemocitometrom. Dobljeni preštevek pomnožimo s korekcijskim faktorjem. Končni rezultat je izražen kot število spor v posamezni čebeli.

2.6.4 Ugotavljanje patoloških pojavov v čebelji družini

V družinah smo skrbno spremljali izgled zalege na znamenja hude/pohlevne gnilobe in virusa mešičkaste zalege. Hkrati smo bili pozorni na krila čebel delavk za primer izražanja virusa deformiranih kril (DWV) ter na vedenje čebel pred panji. V kolikor bi opazili čebele, ki imajo probleme z letom oz. trepetajo, bi bil to možen znak okužbe z enim od virusov, ki povzročajo paralizo (ABPV, CBPV).

3 REZULTATI

3.1 OSTANKI FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV

Analizirali smo izbrane čebelje pridelke ter vzorce mrtvic na prisotnost ostankov fitofarmacevtskih sredstev (FFS). V vzorcih medu (Tabela 4) z naših lokacij so bile za vse analize vrednosti pod mejo kvantitativne določitve. V vzorcih cvetnega prahu (izkopanca) so analize pokazale prisotnost nekaterih vrst FFS. V letu 2018 smo pesticide v vzorcih cvetnega prahu kvantitativno ovrednotili kar na petih od dvanajstih lokacij, v letu 2019 pa le na enem (Tabela 5). Za razliko od prejšnjih let smo našli FFS, natančneje ciprodinil v konc. 0.01 mg/kg, tudi v mrtvicah (Tabela 6).

Tabela 4: Ostanki FFS v medu

regija	2017	2018	2019
pomurska	-	-	-
podravska	-	-	-
koroška	-	-	-
savinjska	-	-	-
zasavska	-	-	-
posavska	-	-	-
JV Slovenija	-	-	-
osrednjeslovenska	-	-	-
gorenjska	-	-	-
primorsko-notranjska	-	-	-
goriška	-	-	-
obalno-kraška	-	-	-

Tabela 5: Ostanki FFS v izkopancu

regija	2017	2018	2019
pomurska	-	epoksikonazol 0.041 mg/kg	-
podravska	-	Kloarantraniliprol 0.029mg/kg	-
koroška	-	-	-
savinjska	-	-	-
zasavska	-	-	-
posavska	-	folpet 0.710 mg/kg	-
JV Slovenija	-	-	-
osrednjeslovenska	-	-	-
gorenjska	-	-	-
primorsko-notranjska	-	-	-
goriška	-	folpet 1.30 mg/kg	folpet 0.028
obalno-kraška	-	folpet 0.85 mg/kg	folpet 0.11

Tabela 6: Ostanki FFS v mrtvicah

regija	2017	2018	2019
pomurska	-	ciprodinil 0.01 mg/kg	-
podravska	-	-	-
koroška	-	-	-
savinjska	-	-	-
zasavska	-	-	-
posavska	-	-	-
JV Slovenija	-	-	-
osrednjeslovenska	-	-	-
gorenjska	-	-	-
primorsko-notranjska	-	-	-
goriška	-	-	-
obalno-kraška	-	-	-

3.2 OSTANKI TEŽKIH KOVIN V CVETNEM PRAHU

V izbranih vzorcih peloda smo ugotavljali prisotnost težkih kovin. Primerjali smo ruralno (Šentgotard/Senično) in urbano lokacijo (Ljubljana/Vrhnika). Na obeh lokacijah smo v posameznih letih ugotovili prisotnost tako kadmija kot svinca. V vseh treh letih smo na ruralni lokacijah namerili več kadmija kot na urbanih lokacijah. Ravno nasprotno je bilo svinca v vzorcih iz Ljubljane več kot v vzorcih iz Seničnega oz. Šentgotarda. Tudi Vrhnika je bila v letu 2017 manj obremenjena kot Ljubljana (Tabela 7).

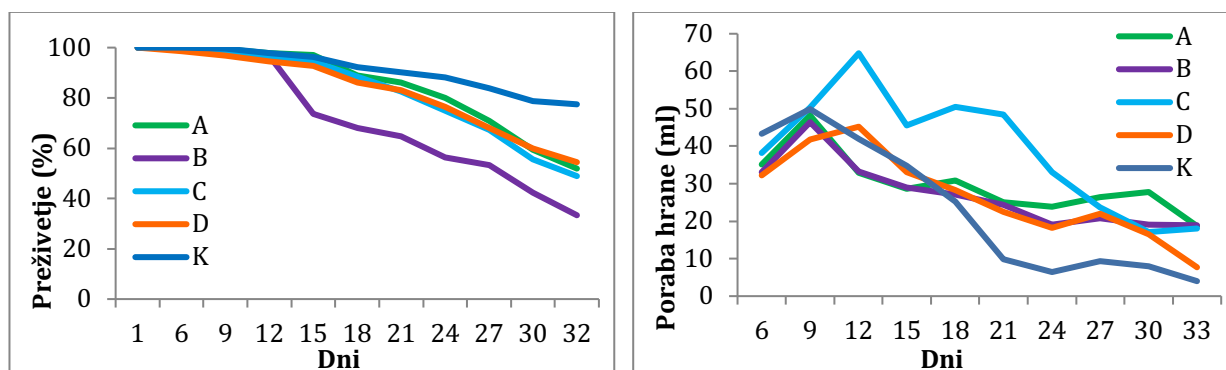
Tabela 7: Težke kovine v izbranih vzorcih cvetnega prahu.

	Leto	Urbano okolje		Ruralno okolje	
		Ljubljana	Vrhnika	Senično	Šentgotard
KADMIJ (Cd, mg/kg)	2017	0.024	0.047	0.117	-
	2018	0.04	-	-	0.151
	2019	0.05		0.071	
SVINEC (Pb, mg/kg)	2017	0.21	0.057	0.128	-
	2018	0.086	-	-	0.033
	2019	0.12	-	<0.02	-

3.3 VPLIV PREHRANSKIH DODATKOV

3.3.1 Probiotiki

Delavke so v kletkah živele sorazmerno dolgo. Najpočasneje se je število živih čebel zmanjševalo v kontrolni skupini (K), najhitreje pa so odmirale v skupini z višjo koncentracijo probiotika (B – 10 % probiotik), zlasti je bila značilna skokovita sprememba na 12. dan. V skupinah z dodanim 5 % probiotikom (A), BPC (C) in beta-glukanom (D) so bile stopnje preživetja večinoma podobne, kot je razvidno iz slike (Slika 2, levo). Poraba hrane je bila najvišja v skupini C, kjer so delavke prejemale sladkorno raztopno z dodatkom BPC (Slika 2, desno). V preostalih skupinah se je poraba hrane glede na starost čebel gibala podobno, nato je po 18. dnevu kontrolna skupina porabila zelo malo hrane v primerjavi z ostalimi skupinami. Pogoji v kletki so lahko razlog za boljše preživetje delavk v kontrolni skupini, ki je prejela samo enostavno raztopino sladkorja. Skupine B, C in D kažejo medsebojno podoben trend porabe hrane, ki je tekom celega poskusa višja kot pri kontroli.



Slika 2. Preživetje delavk v kontroliranih pogojih pri krmljenju s prehranskimi dodatki (levo). Poraba hrane glede na starost delavk (desno). A - 5 % probiotik, B - 10% probiotik, C - BPC, D - beta-glukan, K - kontrola

Ob koncu poskusa smo preživele delavke analizirali na vsebnost spor *Nosema* spp. Ugotovili smo, da so bile delavke okužene v vseh skupinah. Iz preliminarne rezultate lahko sklepamo, da preiskovani dodatki v hrani niso imeli večjega vpliva na razvoj spor *Nosema* spp.

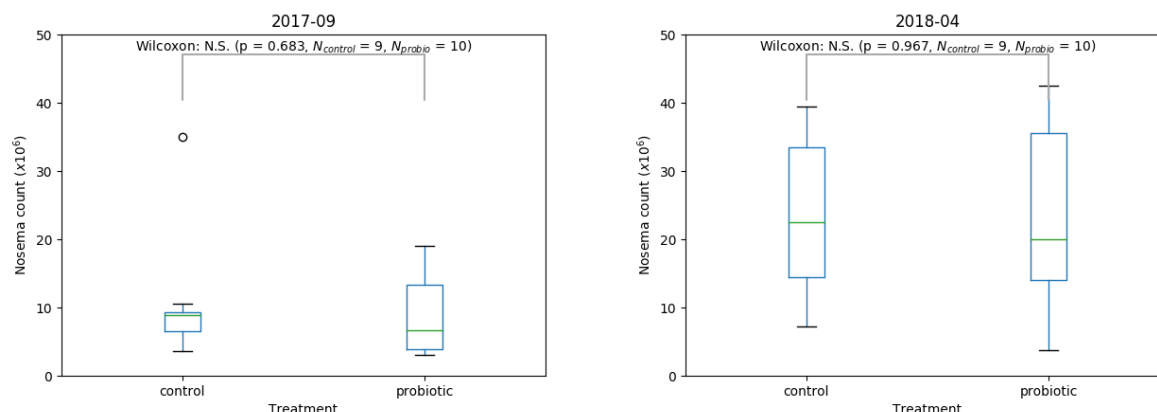
Poskus v družinah smo začeli v letu 2017. Družine, ki so bile nameščene izključno v plodiščne naklade, so se razvijale normalno in so pridobile ustrezne količine hrane. Glavni vir je bila inkarnatka, posajena na okoliških poljih. Po zaključenem cvetenju je k paši prispevala tudi lipa, verjetno z drevoreda v bližini čebelnjaka. Po zaključku cvetenja je okolica ponujala dovolj hrane, saj teža družine na tehničnici ni začela upadati skoraj do samega konca merjenja.

Tabela 8: Število spor *Nosema* spp., število varoj in opažene možne patološke spremembe na čebelah delavkah.

št. panja	tretiranje	št. spor <i>Nosema</i> spp. x 10 ⁶ /čebelo	št. varoj na delavkah	opažene patološke spremembe zalege	opažene patološke spremembe na čebelah
1	Kontrola	8	0	/	/
2	Probiotik	11	0	/	/
3	Kontrola	/	/	/	/
4	Probiotik	/	/	/	/
5	Kontrola	0.4	0	/	/
6	Probiotik	53	0	/	/
9	Kontrola	/	/	/	/
10	Probiotik	/	/	/	/
11	Kontrola	/	/	/	/
12	Probiotik	0.2	0	/	/
13	Kontrola	4.2	0	/	/
14	Probiotik	/	/	/	/
15	Kontrola	/	/	/	/
16	Probiotik	0.2	0	/	/
17	Kontrola	0.2	0	/	/
18	Probiotik	/	/	/	/
19	Kontrola	/	/	/	/
20	Probiotik	0.6	0	/	/
21	Kontrola	19.6	0	/	/
22	Probiotik	/	/	/	/

V poskusnih družinah smo analizirali vzorce čebel na vsebnost spor *Nosema* spp. in stopnjo napadenosti z varojami. Spore *Nosema* spp. so bile prisotne v vseh preiskanih vzorcih. Do vključno zadnjega pregleda (4. 4. 2018) nismo opazili potencialnih patoloških sprememb na čebelah oz. v zalegi. Med testno in kontrolno skupino nismo opazili statistično značilnih razlik v številu spor noseme (sept 2017: $p = 0.683$, N.S.; april 2018: $p = 0.967$, N.S.). Opažanje velja tako za meritev pred zazimitev kot tudi za meritev po zazimitev. Zaključujemo, da preparat probiotikov ni imel posebnega učinka na pojavljanje spor *Nosema* spp. pri delavkah.

Na stojišču smo v septembru 2017 vzeli vzorce čebel in jih testirali na prisotnost štirih najpogostejših virusov: DWV, BQCV, ABPV in SBV. V vsaki družini smo zabeležili prisotne viruse in opravili statistično primerjavo med obema skupinama. Primerjava virusne slike obeh skupin ne pokaže statistično značilne razlike med številom virusov v testni in kontrolni skupini (Tabela 9, N.S., t-test, $p = 0.196$). Zaključujemo, da dodatek probiotika ni značilno spremenil virusne slike med testno in kontrolno skupino.



Slika 3: Testiranje učinkovanja probiotikov na število spor črevesnega parazita *Nosema* sp. Med testno in kontrolno skupino ni statistično značilnih razlik, ne pred ne po zazimnitvi. Levo - september 2017, desno - april 2018.

Tabela 9: Virusi v delavkah in št. varoj; primerjava med testno in kontrolno skupino. Med obema skupinama ni statistično značilnih razlik v številu odpadlih varoj (N.S., t-test, p = 0.65)

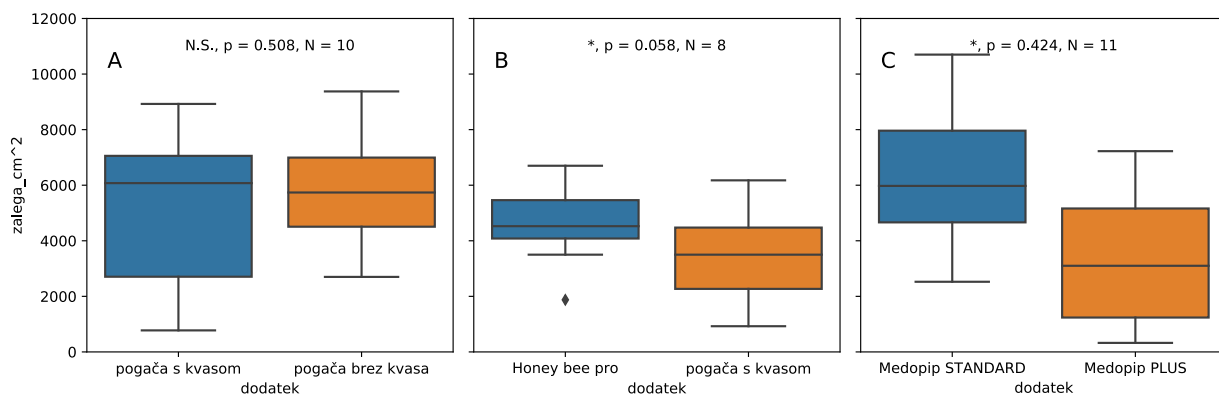
Skupina	Panj	DWV	BQCV	ABPV	SBV	Sum	Varoja kumulativno (19.6.2017 - 5.1.2018)
Probiotik	2	0	0	0	0	0	550
	4	0	1	0	0	1	296
	6	0	1	0	0	1	71
	10	0	1	1	0	2	199
	12	0	1	1	0	2	118
	14	0	1	1	0	2	93
	16	1	0	1	0	2	316
	18	1	1	1	0	3	414
	20	0	1	1	0	2	264
	22	0	1	0	0	1	632
Kontrola	1	0	0	0	0	0	159
	3	1	0	0	0	1	422
	5	1	1	1	0	3	224
	9	0	1	0	0	1	217
	13	0	1	1	0	2	137
	15	0	1	1	0	2	118
	17	0	1	1	0	2	463
	19	1	1	1	0	3	106
	21	0	1	1	0	2	475

V nadaljevanju smo primerjali odpad varoj v kontrolni in testni skupini. Za merjeno obdobje med 19. 6. 2017 in 5. 1. 2018 je bil povprečni kumulativni odpad 295.3 varoj v testni skupini in 258.9 varoj v kontrolni skupini (Tabela 7). Vrednosti smo statistično ovrednotili. Med skupinama ni bilo statistično značilnih razlik (N.S., t-test, p = 0.65). Primerjali smo tudi težo panjev, da bi preverili izkoriščanje prehranskih virov v okolici. Skupina Probiotiki je dosegla povprečno maso 32 ± 2 kg in kontrolna skupina 34 ± 3 kg. Statistična primerjava ni pokazala statistično značilno različnih rezultatov (N.S., t-test, p = 0.13).

3.3.2 Razvojni prehranski dodatki

V vsakem od treh leh smo testirali prehranske dodatke, ki so namenjeni boljšemu razvoju in zdravstvenemu stanju družin. Družine smo pred začetkom poskusa izenačili. V mesecu aprilu smo na vsaki lokaciji po eno družino opremili s proteinsko pogačo, drugo – kontrolno

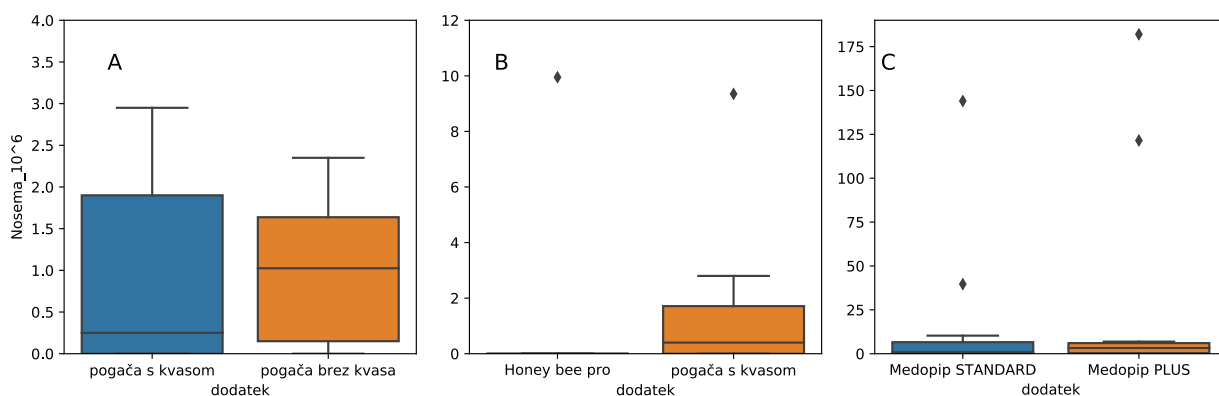
- pa s sladkorno pogačo. V maju oz. juniju smo izmerili velikost zalege in opravili meritev velikosti zalege. Za ta namen smo uporabili parni Wilcoxonov test. V statistični test smo vključili lokacije, kjer je razvoj potekal normalno in je bila prisotna pokrita zalega ter družine niso rojile. Med domačo pogačo s kvasom in pogačo brez kvasa v letu 2017 ni bilo statistično značilnih razlik. V testu v letu 2018 so družine, oskrbljene s proteinsko pogačo HoneyBee Pro imele statistično značilno večjo površino zalege. V letu 2019 pa je bila situacija ravno obratna: družine oskrbljene s sladkorno pogačo Medopip Standard so imele statistično značilno večjo površino zalege kot proteinska pogača Medopip Plus.



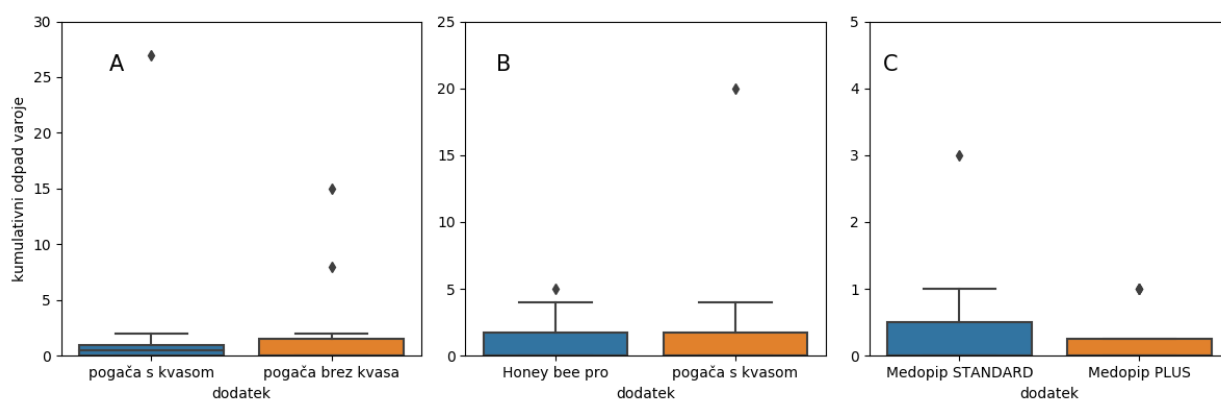
Slika 4. Vpliv prehranskih dodatkov na velikost zalege v letih 2017 (A), 2018 (B) in 2019 (C).

Posebno pozornost smo namenili možnim razlikam v izkoriščanju paš med poskusnima skupinama. V kolikor je bila paša na voljo, sta na vseh primerjanih lokacijah obe družini približno enakomerno izkoriščali pašo.

V nadaljevanju smo ocenili tudi količino spor parazita *Nosema* spp. na vsaki lokaciji. V letih 2017 in 2019 med skupino kontrolno in testno skupino ni bilo razlik. V letu 2018 pa je bil vzorec pozitiven pri pregledu na nosemo v eni družini s proteinsko pogačo ter v treh s kvasovo pogačo (Slika 5). Statistične primerjave nismo opravljali zaradi nizkih numerusov. Spremljali smo tudi kumulativni odpad varoje v sezonah 2017, 2018 in 2019. V letu 2017 je izstopala lokacija Hoče, ki je imela ob junijskem pregledu v obeh sezonah značilno višji kumulativni odpad varoje v primerjavi z ostalimi lokacijami, v obeh družinah v poskusu. Podobna situacija je bila v zabeležena v Šempasu v sezoni 2018, kjer sta bili obe družini enakomerno obremenjeni z varojo, ter v Seničnem v isti sezoni. Sezona 2019 je v tem pogledu na vseh stojiščih najmanj problematična (Slika 6). V nobeni sezoni nismo opazili očitne razlike med skupino družin z enim ali drugim razvojnim dodatkom. Statistične primerjave nismo opravljali zaradi nizkih numerusov.

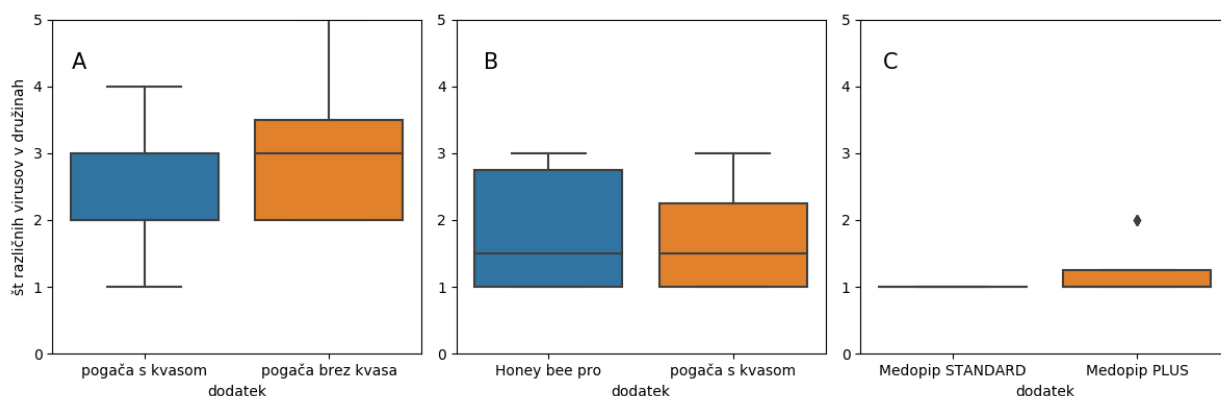


Slika 5. Primerjava števila spor mikrosporidija *Nosema* spp. Glede na kombinacijo prehranskih dodatkov v sezonah 2017 (A), 2018 (B) in 2019 (C).



Slika 6. Primerjava kumulativnega odpada varoje glede na kombinacijo prehranskih dodatkov v sezonah 2017 (A), 2018 (B) in 2019 (C)

Z molekularnimi metodami smo pregledali preverili prisotnost/odsotnost določene vrste virusa na lokaciji. Tako smo v letu 2017 pregledali lokacije za pet vrst virusov (ABPV, SBV, BQCV, CBPV in DWV), v letu 2018 na štiri (ABPV, SBV, BQCV in DWV) ter v letu 2019 na tri (ABPV, BQCV in DWV). V letih 2017 in 2019 je bil na vseh lokacijah prisoten virus črnih matičnikov (BQCV). V letu 2017 je bil virus deformiranih kril (DWV), najden v 7 testnih in 7 kontrolnih družinah, virus akutne čebelje paralize (ABPV) na 7 testnih in 9 kontrolnih, virus mešičkaste zalege (SBV) pa v 3 testnih in 9 kontrolnih družinah. Virus kronične čebelje paralize je bil najden v 3 kontrolnih družinah. V letu 2018 je bil v šestih testnih in šestih kontrolnih lokacijah prisoten SBV, na petih kontrolnih in petih testnih pa tudi ABPV. Le v eni družini nismo odkrili DWV, v vseh pa je bil prisoten tudi virus BQCV. Kliničnih znakov nismo zaznali na nobeni lokaciji. V letu 2019 smo zaznali najnižjo obremenjenost z virusi v triletju, saj smo v majsko-junjskih vzorcih zaznali prisotnost dodatnega virusa (virus akutne čebelje paralize - ABPV) le v po eni družini na lokacijah v pomurski, podravski in koroški regiji. Statistične primerjave med tretmaji nismo opravili.



Slika 7. Primerjava števila zaznanih virusov glede na kombinacijo prehranskih dodatkov v sezonah 2017 (A), 2018 (B) in 2019 (C).

V vsakem letu smo pred točenjem opravili senzorično analizo medu iz vsakega panja *in situ* in s tem preverili možnost vpliva prehranskega dodatka na okus medu. Negativnih učinkov nismo zaznali. Posamezne kvasovke smo zaznali v medu na lokacijah Hoče, Senično in Mirna. Zaključujemo, da noben prehranski dodatek ni imel pomembnega vpliva na kakovost niti na varnost čebeljih pridelkov.

3.4 NARAVNI PREHRANSKI VIRI IN PREHRANSKI VIRI GLAVNIH POSEVKOV TER KMETIJSKE DEJAVNOSTI Z ANALIZO GLEDE NA GOSTOTO ČEBEL

V radiju enega kilometra okoli stojišča je na petih lokacijah (savinjska, zasavska, posavska, gorenjska in obalno-kraška) dominantna oblika rabe tal gozd. V pomurski, podravski in goriški regiji je dominantna oblika rabe tal njiva, v JV Sloveniji pa trajni travnik, ki je običajno floristično monoton, kot posledica intenzivnega kmetovanja v preteklosti. V Ljubljani je najpomembnejša kategorija »pozidano in sorodno zemljišče«, ki naj ne bi bil primeren tip rabe za čebelarjenje. Površine kategorizirane kot »njiva« so zanimive v primeru cvetočih posevkov, npr. oljne repice ali detelje; večinski posavski, kot so žita ipd. so vetrocvetke in so zanimive občasno kot vir rose ali peloda. Taki posevki ne potrebujejo oprasha.

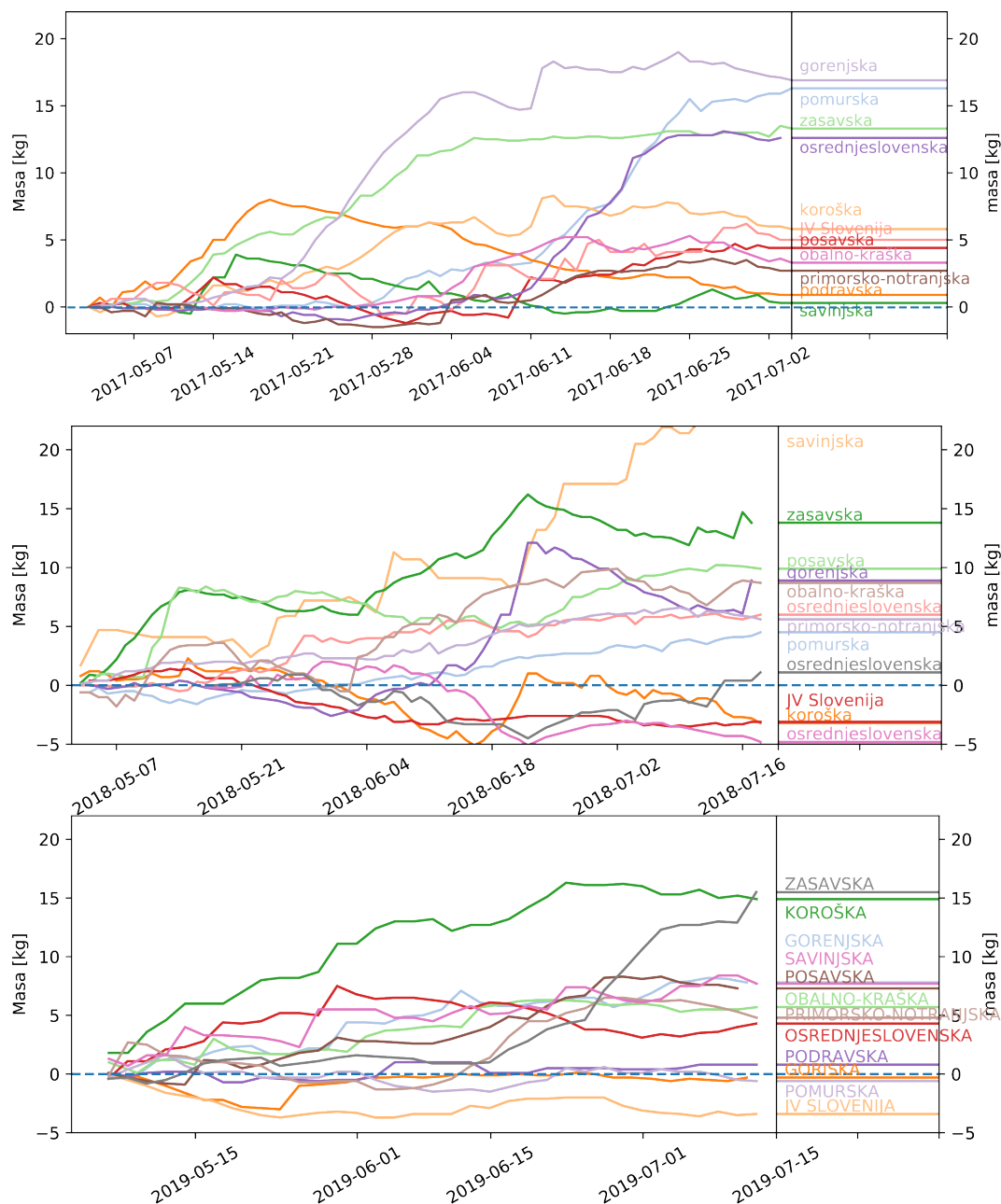
Tabela 10: Raba tal po statističnih regijah.

	pomurska (Rakičan)	podravska (Hoče)	podravska (Hoče 2)	koroska (Prevalje)	koroska (Mislinja)	savinjska (Virštanj)	zasavska (Šentgotard)	zasavska (Blodnik)	posavska (Sevnica)	posavska (Ženje)	JV Slovenija (Mirna)	osrednjeslovenska (Ljubljana)	gorenjska (Senično)	primorsko-notranjska (Postojna)	goriška (Šempas)	obalno-kraška (Povir)	obalno-kraška (Štanjel)
Njiva	56%	22%	39%	4%	3%	2%	1%	1%	6%	0%	19%	1%	4%	10%	36%	1%	1%
Rastlinjak	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Vinograd	0%	2%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	1%
Intenzivni sadovnjak	0%	17%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%
Ekstenzivni sadovnjak	1%	2%	1%	3%	4%	4%	2%	2%	2%	2%	1%	0%	2%	1%	4%	0%	0%
Oljčnik	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ostali trajni nasadi	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Trajni travnik	7%	18%	12%	19%	37%	32%	32%	20%	27%	23%	45%	0%	28%	26%	22%	34%	12%
Kmet. zemlj. v zaraščanju	1%	2%	1%	1%	1%	3%	1%	0%	1%	1%	1%	0%	1%	1%	1%	10%	3%
Drevesa in grmičevje	1%	2%	1%	2%	3%	2%	2%	2%	2%	1%	1%	0%	1%	2%	2%	7%	4%
Neobd. kmet. zemljišče	0%	1%	1%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	1%	1%	0%	1%	1%	1%	0%	1%
Kmet. z. poraslo z gozd. drev.	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Gozd	5%	20%	8%	33%	48%	43%	54%	68%	52%	68%	14%	0%	57%	13%	12%	41%	75%
Pozidano zemljišče	28%	12%	35%	37%	13%	5%	8%	6%	5%	2%	17%	99%	7%	42%	13%	6%	2%
Ostalo zamočvirjeno zemljišče	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%
Suho zemlj. s pos. pokrovom	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Odprto zemlj	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Voda	0%	1%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	1%

Lokaciji Šempas in Virštanj sta zaradi sorazmerno visokega deleža vinske trte (5 in 8 %) kategorizirana kot vinogradniško območje, lokacija Hoče pa kot sadjarska, saj je 17 odstotkov površine intenzivni sadovnjak (Tabela 10). Na splošno velja, da se posevki po lokacijah iz leta v leto spreminjajo; vendar se običajno najde določene posevke na istih lokacijah, npr. oljno repico v bližini lokacij v Prekmurju in na JV Slovenije.

Med kmetijskimi rastlinami so zlasti pomembne cvetoče, ki dajo bogato nektarno oz. pelodno pašo. To so razne vrste detelje (npr. bela, inkarnatka itd.), križnice (oljna repica, gorjuščica), ajda in sadovnjaki. Križnice so bile posejane v pomembnejšem deležu površine v Rakičanu (7 % površine) in Hočah (3 %), nato še v Šempasu, kjer je površina pod pol odstotka verjetno

pomembna le točkovno. V pelodni analizi naših družin v Šempasu je zastopana s 4 odstotki. Detelje so bile opazneje zastopane v pelodu v Postojni in Šempasu (bela detelja). Sadjarske površine v Virštanju so bile pomemben vir peloda (tip *Malus/Prunus*), medtem ko zbran pelod v Hočah (kostanj, 84 %) ne odraža realne slike vegetacije.



Slika 8. Kolektivni pregled donosov po lokacijah in po letih 2017 (zgoraj), 2018 (sredina) in 2019 (spodaj).

Čebelarске sezone 2017, 2018 in 2019 so se med seboj zelo razlikovale. Od desetih lokacij, opremljenih s čebelarskimi tehnicami, jih je bilo v letu 2018 na zadnji dan spremljanja (1.7.2018) le 8 s pozitivno bilanco. V letu 2017 je bilo pozitivnih 11 od 11 merilnih mest, v letu 2019 pa 9 od 12. Globoko v negativne številke sta zašli merjeni družini na lokacijah Mirna (JV Slovenija) in Prevalje (koroška stat. regija). Obe merjeni družini na Mengeškem polju sta se ravno tako znašli v rdečih številkah, kljub obilnemu cvetenju lipe v sosednjem drevoredu. Domnevamo, da je bil zaradi pogostega dežja izkupiček bistveno manjši, kot bi bil lahko.

3.4.1 Pomurska statistična regija

Na lokaciji v Rakičanu je v sezonah 2017 in 2019 v rezultatih pelodne analize dominirala oljna repica, v letu 2018 pa navadna robinija (*Robinia pseudacacia*). V nobenem od treh let nista ne oljna repica ne robinija doprinesli k prirastu mase panja. Večji del posevkov okoli stojišča so v vseh letih predstavljala žita, ki ne nudijo paše niti ne potrebujejo čebel za opraševanje. V letu 2017 je na stojišču v pomurski regiji cvetenje mestnih lip poskrbelo za dober donos, v letu 2018 pa za rahlo pozitivno bilanco. V letu 2019 pa je bila bilanca blizu ničle, kar pomeni, da je družina nabrala ravno toliko, kot je porabila in si ni ustvarila zimskih zalog. Slednje pomeni, da je bilo število čebeljih družin v letu 2019 preveliko glede na razpoložljive vire (Tabela 11).

3.4.2 Podravska statistična regija

V podravski statistični regiji smo v sezonah 2017 in 2018 uporabljali lokacijo Hoče, v letu 2019 pa Hoče 2. Obe lokaciji sta blizu površin z intenzivno sadjarsko dejavnostjo, ki pokriva cca 56 ha okoli stojišča. V letu 2017 je zgodnja gozdna paša poskrbela za dvig zalog v družini na tehtnici, ki pa so bile v naslednjih dveh mesecih porabljene. V letu 2018 sta obe družini imeli pozitivno bilanco, stočili smo 35 kg kostenjevega medu. V letu 2019 je lokacija Hoče 2 na pozitivni ničli, kar pomeni, da so bili tako kot v letu 2017 razpoložljivi viri hrane premajhni za število čebeljih družin na lokaciji (Slika 8, Tabela 11). V vseh treh letih v pelodni analizi dominira kostenjev cvetni prah, v letu 2019, verjetno zaradi spremembe lokacije, sta pogosto zastopani tudi oljna repica in vrba.

3.4.3 Koroška statistična regija

V koroški statistični regiji smo v sezonah 2017 in 2018 uporabljali lokacijo Prevalje, v letu 2019 pa lokacijo Mislinja. Obe lokaciji sta si podobni: dominantna raba tal znotraj kilometerskega pasu je gozd, kjer gozdno združbo sestavlja smreka. 3 % je ekstenzivnih sadovnjakov, okoli 20 % pa je trajnih travnikov. V sezoni 2017 je gozdno medenje v maju zbuvalo upanje za dobro letino; žal je bilo medenje lipe prekinjeno z neprimernim vremenom; sezono je stojišče zaključilo s 5 kg donosa po panju. V sezoni 2018 je bil zgodnji razvoj dobro podprt s pelodom vrbe. Kasneje je bil donos izrazito negativen vse do začetka kostenjeve paše, ki je poskrbela, da smo sezono zaključili zgolj z 2 kg izgube. Sezona 2019 je precej bolj obetavna: tehtnica je ves čas v vzponu, kar kaže na presežek naravnih danosti nad potrebami družine in družin okoli nje. V začetku sezone je bila pomembna robida, večji del donosa pa je pripisati gozdnemu medenju (Slika 8).

3.4.4 Savinjska regija

Savinjska regija je klasificirana kot vinogradniška, saj je v krogu s polmerom 1 km okoli stojišča Virštanj 5 - 8 % površine namenjene vinogradom. Po površini je dominanten gozd, ki predstavlja približno 45 %. V pelodni analizi dominira cvetni prah jablane/slive, ki je značilen za sadovnjake. V okolici ni intenzivnih sadovnjakov, je pa približno 4 % površin pokritih z ekstenzivnimi sadovnjaki, ki so bili v letih 2017 in 2018 pomemben vir peloda v aprilu. V letu 2019 pa je zgodnji vir peloda predstavljala vrba. Leto 2017 ni bilo ugodno: po začetnem medenju v prvi polovici maja, kjer so družine pridobile približno 4 kg, je masa družine linearno in enakomerno upadala do druge polovice junija, ko je medenje kostenja

preprečilo negativen rezultat. Povsem drugače je bili v letu 2018, ko je bil trend od konca maja izrazito pozitiven in je kostanj prispeval k masi družine slabe 9 kg. Tudi v letu 2019 je trend pozitiven: na grafu je moč opaziti 4 večje skoke in slabih 9 kg donosa (Slika 8). Del donosa v obeh pozitivnih letih sovпада s cvetenjem lipe, vendar le-te ni v nobeni pelodni analizi. Pomembno je doprinesel tudi kostanj, katerega združba je dominantna v gozdni vegetaciji. Zaključujemo, da so bile v letih 2018 in 2019 čebelje družine izdatno podprte z naravnimi viri, v letu 2017 pa je bilo virov premalo glede na število čebeljih družin na lokaciji (Tabela 11).

3.4.5 Zasavska regija

V zasavski regiji smo v sezonah 2017 in 2018 uporabljali lokacijo Šentgodard, v sezoni 2019 pa lokacijo Blodnik. Dominantna raba tal na obeh lokacijah je gozd in ekstenzivno poljedelstvo. Gozdni sestoji so mešani, vključujejo tako iglavce kot listavce, v gozdni vegetaciji pa so dominantne različne združbe bukve. Med kmetijskimi dejavnostmi je najpogostejše vzdrževanje trajnega travnika oz. pasišča. V sezoni 2017 je bila mana v maju najpomembnejši vir; senzorične analize so pokazale dominanco smreke v medu, pelodna analiza pa kaže, da je bilo pomembno tudi cvetenje javorja. Po zaključku gozdnega medenja se teža ni zmanjševala, kar pomeni, da je bilo letos na lokaciji dovolj razpoložljivih virov. Namesto gozdnega medenja je bilo v prvi polovici maja 2018 zelo pomembno travniško medenje, kasneje pa lipa in kostanj, kar potrjujejo tudi senzorične analize medu, pelodna analiza pa kaže, da je bilo cvetenje kostanja najpomembnejši vir peloda. Menimo, da je bilo na lokaciji v sezoni 2018 dovolj razpoložljivih virov. V sezoni 2019 so čebelje družine vzdrževale status quo do druge polovice junija, ko je tehničnica konstantno začela prikazovati donos. Lokacija Blodnik je bila dobro podprta s cvetenjem lipe in kostanja; donos na panj je v tej regiji konsistentno najvišji med vsemi lokacijami (Slika 8). Zaključujemo, da je glede na gostoto čebeljih družin (Tabela 11) na lokaciji dovolj razpoložljivih virov.

3.4.6 Posavska regija

V zasavski regiji smo v sezoni 2017 uporabljali lokacijo Sevnica, v sezonah 2018 in 2019 pa lokacijo Ženje. Na sevniški lokaciji so donosi v sezoni 2017 kazali kratko začetno gozdno medenje, ki pa ni bilo zelo intenzivno. Po zaključku tega medenja ni bilo na razpolago dovolj virov za sprotno porabo. Situacija se je spremenila z medenjem lipe in se nadaljevala s cvetenjem kostanja, vendar noben od teh dveh virov ni bil na voljo v večjih količinah. Domnevamo, da je bila gostota čebeljih družin v okolici previsoka glede na razpoložljivost naravnih virov. Čebele so največ cvetnega prahu nabrале na sadnem drevju, robidi in, zanimivo, na hrastu. Sprememba stojišča v sezoni 2018 je prinesla tudi spremembo vegetacije. V mesecu maju je bila najpomembnejša navadna robinija, ki je zagotovila dober razvoj. Kasneje je velikolistna lipa popravljala sušo v mesecu maju, v drugi polovici junija pa je bilo najti travniško cvetenje na nepokošenih bregovih in nekaj kostanja. Gozd je na lokaciji sicer dominantna oblika rabe tal (66 %), hkrati pa je pomembno tudi poljedelstvo, ki pokriva 4 % površin. Tu je bila med poljščinami omembe vredna detelja. Sezona 2019 se je seveda razlikovala od prejšnje. Na grafu je očiten izpad medenja v maju (robinija), ki je bila sicer delno nadomeščena z nekošenimi travniki in nekaj kostanja. Bilanca lokacije je bila pozitivna v preko dveh sezon in glede na razpoložljive podatke menimo, da je razpoložljivih virov dovolj za stalež družin na lokaciji (Slika 8, Tabela 11).

3.4.7 JV Slovenija

Lokacija Mirna je definirana kot intenzivna poljedelska lokacija, kjer njive predstavljajo slabih 20 % vse površine, trajni travnik pokriva 45 % površine, gozda je v okolici te lokacije 14 %. V gozdnih združbah znotraj polmera 1 km je ena od dominantnih združb združba bukve in pravega kostanja, ki se je odražala v rezultatih pelodne analize v sezoni 2019. Nasprotno je v sezonah 2017 in 2018 dominiral cvetni prah križnic, vendar je bilo njihovo medenje šibko: čebelje družine niso povečale teže. Družine na lokaciji so sicer v sezoni 2017 imele rahlo pozitivno bilanco – iztočili smo nekaj kg medu (<5), medtem ko je stojišče v sezonah 2018 in 2019 zaključilo sezono v rdečih številkah. Ocenjujemo, da na lokaciji ni dovolj virov za vsakoletno točenje medu oz. v nekaterih letih niti za sprotno porabo (Slika 8). Menimo, da je gostota družin v letošnji sezoni enostavno previsoka, da bi lahko čebelar pričakoval pridelek na tej lokaciji ob danih naravnih virih in posevkih (Tabela 11). Polinacija je pomembna le za oljno repico, za katero ocenjujemo, da je bila gostota čebel dovolj visoka.

3.4.8 Osrednjeslovenska regija

Ljubljana je edina lokacija, ki je kategorizirana kot urbana; znotraj kilometrskega kroga je pozidanih in drugih sorodnih površin cca. 99 %. Površin, ki so določene kot gozd ali njiva je pod 1 %, kar je izjemno malo, glede na registrirano število čebeljih družin v kilometrskem krogu (Tabela 11). Med pomembnejšimi pelodi sta bila v sezoni 2017 pelod javorja in jablane, slednji verjetno posledica sadovnjaka na lokaciji. V sezoni 2018 pa zanimivo prevladuje pelod spominčice, ki je dosegel celo 80 % delež. K donosu je prispevalo cvetenje mestnih drevoredov javorja in kasneje lipe v bližini lokacije. Ljubljanska lokacija ni bila dovolj preskrbljena s hrano - z lokacije nismo točili, vendar krmljenje med sezono ni bilo potrebno. Sezona 2019 se je glede donosov odlično začela – družine so v enem mesecu nabrale več kot 5 kg zalog, nato pa je trend postal negativen, ko je bilo povpraševanje večje od ponudbe. Ljubljanska lokacija je sicer v vseh treh sezonah izkazovala pozitiven trend (Slika 8). Kljub urbani lokaciji situacijo rešuje bližnji inštitutski sadovnjak ter bližnji drevoredi lipe in javorja.

3.4.9 Gorenjska regija

Senično je označeno kot lokacija ekstenzivnega poljedelstva; njiv in vrtov je približno 4 % v kilometrskem krogu, heterogenost je velika. Dominantni površini sta gozd (57 %) in floristično monoton trajni travnik (26 %). Znotraj gozda je eden od gradnikov vegetacije združba bukve in pravega kostanja. V sezoni 2017 je bilo, podobno kot na Koroškem, najpomembnejše gozdno medenje, ki je trajalo do začetka junija. V tem času so družine nabrale večino medu. Po zaključku je bil donos nekaj dni negativen, do začetka cvetenja lipe, katere čebele niso izkoristile po pričakovanjih. Domnevamo, da se je cvetenje prezgodaj zaključilo zaradi vremenskih razmer, npr. močne plohe, ki je poškodovala cvetove. V sezoni so bili donosi slabi in celo negativni do konca maja. Družine so prišle na »zeleno vejo« šele s cvetenjem lipe in kasneje pravega kostanja. V sezoni 2019 je zgodnji razvoj družin omogočal pelod vrbe, kasnejši pa pelod jablan in javorja. Čebelje družine na lokaciji so pridobivale na masi preko cele sezone, hkrati pa ni bilo razpoložljivega nobenega intenzivnega vira medenja, ki bi omogočil točenje medu v večjih količini. Lokacija v zadnjih treh sezonah kljub visokemu številu čebeljih družin v kilometrskem krogu ob koncu sezone ni bila v rdečih številkah (Slika 8, Tabela 11).

3.4.10 Primorsko-notranjska regija

Po deležu pozidanega zemljišča je Postojna na drugem mestu za osrednjeslovensko lokacijo v Ljubljani. Pomembni so gozdovi, ki pa so bili močno prizadeti zaradi žledu in lubadarja. Posledično so ti gozdovi presvetljeni s pionirsko podrastjo, kot je robidovje. V letu 2019 je v rezultatih pelodne analize prevladujoč pelod lipe, pomembni pa so še - podobno kot v sezoni 2018 - pelodi robidnic in trav. V 2018 je bil pomemben še pelod pravega kostanja, v 2017 pa je dominiral pelod vrb. V vseh treh sezonah je bila bilanca donosov pozitivna; za končni izkupiček je bilo pomembno cvetenje pravega kostanja v vseh treh sezonah. Razpoložljivost virov je bila v vseh treh sezonah večja od povpraševanja, zato zaključujemo, da število čebeljih družin v okolici lokacije ni bilo previsoko (Slika 8, Tabela 11).

3.4.11 Goriška regija

Lokacija Šempas je zaradi visokega deleža vinogradov (> 5%) označena kot vinogradniška. V okolici stojišča je tudi visok odstotek njiv (>35 %), kar ima nedvomno vpliv na razvoj družin. Tako so vsako leto v bližini prisotni posevki, kot so križnice (do 4%) in bela detelja (do 4%). Kar se tiče možnih naravnih virov medenja, izstopata lipa in kostanj, ter nasadi maronov. Ne glede na teoretično razpoložljivost virov, pa v sezonah 2017 in 2019 ti niso bili na voljo čebeljim družinam na stojišču. Sezona 2018 se je razlikovala, saj smo točili mešanico lipovega in kostanjevega medu. Sezonski donosi glede na število čebeljih družin v kilometerskem krogu niso zagotovljeni, kar nakazuje na gostoto družin, ki je višja od nosilnosti okolja (Slika 8, Tabela 11).

3.4.12 Obalno-kraška regija

V obalno-kraški statistični regiji smo v sezoni 2017 uporabljali stojišče Povir, v sezonah 2018 in 2019 pa stojišče Štanjel. Gozdne površine okoli lokacije Povir je 40 %, dominantna je združba puhastega hrasta in črnega gabra. Večina kmetijskih zemljišč je označenih kot »kmetijska zemljišča v zaraščanju« (10 %). Lokacija Povir je bogata z lipovimi drevesi, zlasti ozkolistno lipo v mejicah. Trajni travniki so v veliki meri suhi, kar pomeni, da so floristično bolj pestri kot njihovi ekvivalenti po drugih lokacijah. Po rabi smo lokacijo označili kot ekstenzivno/gozd. Lokacija Štanjel nosi enako oznako. Gozdne površine na lokaciji Štanjel je 75 %, dominantna je združba puhastega hrasta in črnega gabra. Večina kmetijskih zemljišč je označenih kot »trajni travnik« (12 %). Ti travniki so suhi, kar pomeni, da so floristično bolj pestri kot njihovi ekvivalenti po drugih lokacijah. V Povirju je bila kot vir medenja najpomembnejša ozkolistna lipa, ki je v juniju dvignila bilanco družin iz pozitivne ničle. Na lokaciji Štanjel je prisotna tudi akacija, ki bila pomembna kot vir medicinske v sezoni 2018, v sezoni 2019 pa je popolnoma izpadla. Kljub temu ima lokacija Štanjel pozitivno bilanco v dveh precej različnih letih, zato ocenjujemo, da je glede na število čebeljih družin dovolj razpoložljivih pašnih virov (Slika 8, Tabela 11).

3.4.13 Gostota čebel za opraševanje v letih 2017 – 2019

Gostota čebeljih družin na lokacijah je z nekaj izjemami (npr. gorenjska regija – Senično) relativno stabilen podatek in se preko let ne spreminja značilno (Tabela 11). Za razliko od mnogih držav po svetu, so v Sloveniji kmetijske rastline za čebelarjenje manj pomembne. S stališča polinacije pa je slika podobna: v le približno 3.4 % gre za žužkocvetnice, kot so sadna drevesa rodov *Malus/Prunus*, oljna repica, gorjušica ter druge cvetoče križnice, metuljnice in dresnovke, kot je ajda, na skupaj cca 150 - 170 km². Večinski posavki, kot so žita ipd., so vetrocvetke in so zanimive občasno kot vir rose ali peloda. Taki posevki ne potrebujejo opraševanja. Na splošno velja, da se posevki po lokacijah iz leta v leto spreminjajo; vendar se

običajno najde določene posevke na istih lokacijah, npr. oljno repico v bližini lokacij v Prekmurju in na JV Slovenije. Hkrati velja, da je oljna repica ena prvih paš v Sloveniji, kar ji da skoraj ekskluzivno pravico do opraveševanja. Na obeh lokacijah v koroški statistični regiji sta najpomembnejši rabi tal gozd in trajni travnik, ki ne potrebujeata intenzivnega opraveševanja. S tega stališča je bila gostota družin več kot zadostna. Na lokaciji Virštanj v savinjski regiji se nahaja 60 – 70 družin, kar je dovolj za polinacijo ekstenzivnih sadovnjakov. V JV Sloveniji je bila storitev polinacije pomembna zlasti za oljno repico, za katero ocenjujemo, da je bila gostota čebel dovolj visoka. Na lokacijah v posavski in zasavski regiji prevladujejo ekstenzivno kmetijstvo in gozd. Tu ni potrebe po visokih gostotah čebeljih družin.

Tabela 11. Pregled števila družin in števila čebelnjakov znotraj kilometerskega kroga po letih za vsako lokacijo. V primeru paše znotraj območja je število družin na lokaciji podcenjeno, saj paša točkovno pritegne tudi sosednje družine.

	2017			2018			2019		
Regija	Lokacija	Čebelnjaki	Družine	Lokacija	Čebelnjaki	Družine	Lokacija	Čebelnjaki	Družine
pomurska	Rakičan	11	125	Rakičan	11	126	Rakičan	8	73
podravska	Hoče	9	23	Hoče	9	13	Hoče	10	55
koroška	Prevalje	19	53	Prevalje	22	111	Mislinja	9	34
savinjska	Virštanj	6	72	Virštanj	6	71	Virštanj	5	64
zasavska	Šentgotard	6	59	Šentgotard	8	84	Blodnik	9	143
posavska	Sevnica	4	33	Ženje	5	52	Ženje	6	70
JV Slovenija	Mirna	10	43	Mirna	10	57	Mirna	5	30
osrednjeslovenska	Ljubljana	13	63	Ljubljana	14	55	Ljubljana	10	39
gorenjska	Senično	17	113	Senično	17	118	Senično	10	175
primorsko-notranjska	Postojna	16	79	Postojna	16	90	Postojna	15	102
goriška	Šempas	9	67	Šempas	10	163	Šempas	7	79
obalno-kraška	Povir	11	220	Štanjel	5	23	Štanjel	4	14

V podravske in goriške regiji so v okolici stojišča prisotni intenzivni in ekstenzivni nasadi jablan, breskev in češenj. Okolica stojišča Hoče v podravske regiji je imela prijavljenih 13 oz 23 družin v kilometerskem krogu, v dvokilometerskem pa je bilo prijavljenih cca 330 družin. Okolica stojišča Hoče 2, ki ravno tako zajema isti intenzivni sadovnjak, ima prijavljenih cca 55 družin. Ker so sadovnjaki koncentriran vir medicine v obdobju in na področju, kjer je alternative malo, menimo, da je cvetenje pritegnilo čebele iz okoliških čebelnjakov v zadostem številu. V Šempasu je skupni delež intenzivnih in ekstenzivnih sadovnjakov je 4 oz. 5 %, oz malo manj kot 16 ha. Po preračunu pri 67 – 83 prijavljenih družinah to pomeni gostoto 4.2 – 5.2 družine/ha, kar pokriva tudi najbolj ambiciozne zahteve (Stern et al., 2001).

Na lokaciji v gorenjske regiji Senično nismo opazili posevkov, ki bi zahtevali visoko koncentracijo čebeljih družin. Sadno drevje je razpršeno po naselju. Na lokaciji Senično v gorenjske statistične regije je bilo v letu 2017 znotraj kilometerskega kroga registriranih 113 družin, sezona 2019 pa se je začela s prijavljenimi 175 družinami. Hkrati nismo zabeležili posevkov, ki bi zahtevali visoko koncentracijo čebeljih družin; sadovnjaki pa so ekstenzivni in razpršeni po naselju. Menimo, da je za opraveševanje dobro poskrbljeno. Osrednjeslovenska lokacija Ljubljana je urbanega značaja. Mestni drevoredi občasno nudijo pašo, ekosistemska storitev opraveševanja na tej lokaciji ni potrebna. Na primorsko-notranjske lokaciji Postojna je število prijavljenih čebeljih družin naraslo iz 79 na 102 v treh letih spremljanja. Opraveševanje je potrebno predvsem za sadno drevje (ekstenzivno), zato je gostota čebeljih družin za te

potrebe zadovoljiva. Lokaciji v obalno-kraški statistični regiji (Povir in Štanjel) sta obe označeni kot ekstenzivni oz. gozd. Število čebeljih družin na lokaciji je zadostno.

Na nobeni od lokacij niso bili spremljani divji opraševalci, katerih prispevek ni zanemarljiv (Bevk, Prešern, v pripravi). Glede na zgoraj navedeno zaključujemo, da je za polinacijo dobro poskrbljeno.

4 INTERPRETACIJA REZULTATOV IN SPLOŠNE UGOTOVITVE

Urbano in ruralno okolje se na prvi pogled razlikujeta po virih hrane in vplivih na čebelje družine. Naša raziskava pa kaže, da okolji po vplivih nista tako različni z izjemo prehranskih virov, ki jih je v mestu manj. Čebelarke sezone so se med seboj razlikovale. V sezoni 2017 je aprilski zmrzal prizadela sadno drevje, lipo, robinijo in kostanj, v letu 2018 pa je bila bera akacijevega medu na skoraj vseh lokacijah zadovoljujoča, ravno tako bera lipovega medu. Za sezono 2017 je bil značilen pojav smrekovega kaparja konec aprila oz. maja, ki pa je v sezonah 2018 in 2019 skoraj popolnoma izpadel. V letu 2019 je zaradi vremena ponovno zatajila akacija, ki je sicer cvetela, vendar so se dnevi cvetenja akacije na Primorskem in v pomurski regiji večinoma prekrivali z obdobjem deževnega vremena. Sezona 2018 je bila zaznamovana s pojavom daljšega hojinega medenja, ki pa je bilo pogosto prekinjeno z močnimi padavinami, kar je prizadelo donos. Donos je odvisen od 1) razpoložljivih prehranskih virov in 2) od lokalne gostote čebeljih družin, izračunane kot št. družin na kubični meter lesne zaloge v primeru medenja drevesnih vrst (Prešern, Mihelič in Kobal, 2019).

Analiza medu, nabranega na naših stojiščih v sezonah 2017, 2018 in 2019 ni pokazala ostankov FFS, kar je pozitivno. Nasprotno, analiza peloda je pokazala pristotnost folpeta na večih lokacijah. Folpet je fungicid, ki se v pticah in sesalcih razgradi; eden od produktov razgradnje je tiofosgen, ki je pri sesalcih toksičen *in vitro*, *in vivo* pa ne (Arce et al., 2010). Epoksikonazol je ravno tako fungicid, ki je opisan kot zmerno toksičen za ptice, vodne organizme in žuželke, vključno s čebelami. Njegov mehanizem delovanja je preko reaktivnih kisikovih spojin, kot so peroksid, superoksid in hidroksilni radikal (Hamdi et al., 2018). Fluopiram se uporablja kot fungicid in ima nematicidno aktivnost. Za ta fungicid ni podatkov o vplivu na čebele, pri manjših sesalcih lahko večji vnos povzroči jetrne tumorje, kar so pokazali v laboratorijskih testih na podganah (Tinwell et al., 2014). Za razliko od prej naštetih je klorantraniliprol insekticid, ki preko rianodinskih kalcijevih kanalčkov povzroči paralizo in smrt osebkov (Usherwood, 1995). Toksičnost pri čebelah je pri oralnem vnosu označena kot nizka in pri kontaktnem kot zmerna. V mrtvicah je bil najden fungicid ciprodinil, ki pa ga podatkovne baze obravnavajo kot nizko toksičnega za čebele (PPDB University of Hertfordshire). Glede FFS je bilo zlasti problematično leto 2018: junijsko vreme je bilo zelo nestabilno in vlažno, zato je bila povečana uporaba pesticidov, zlasti fungicidov, ki preprečujejo pojave plesni.

Študija težkih kovin je po pričakovanjih pokazala obremenjenost cvetnega prahu s težkimi kovinami. Evropska komisija je z Uredbo 629/2008 določila maksimalne vrednosti v prehranskih dopolnilih: 3 mg/kg za svinec in 1 mg/kg za kadmij. Iz tega sledi, da noben od analiziranih vzorcev ne presega predpisanih mejnih vrednosti. Študije (Fakhimzadeh in Lodenius, 2000) se strinjajo, da je koncentracija težkih kovin v medu praviloma precej nižja kot v pelodu; hkrati pa navajajo, da je koncentracija težkih kovin v čebelah praviloma večja od pelodne. Avtorji tudi ugotavljajo, da bi bile čebele delavke dobri bio-indikatorji za težke kovine.

Dodajanje probiotikov ni izboljšalo oz. statistično spremenilo obremenjenosti z *Nosema* v čebeljih družinah. V študiji so bili uporabljeni trije pari razvjonih dodatkov, po en na sezono. Med njimi ni bilo razlik, kar se tiče obremenjenosti s spori mikrosporidija vrste *Nosema* sp., bila pa je razlika kar se tiče velikosti zalege: tako je komercialna proteinska pogača HoneyBee Pro presegla domačo sladkorno pogačo s kvasom v sezoni 2018. Nasprotno, družine z sladkorno pogačo Medopip STANDARD so dosegle boljše rezultate, kar se tiče

zalege v primerjavi s proteinsko pogačo Medopip PLUS. Študija prehranskih dodatkov kaže, da je potrebno jemati priporočila in oglase proizvajalcev z zrnem soli. Ravno tako prehranski dodatki niso imeli nobenega očitnega vpliva na prevalenco virusov. V vsakem letu je bil v skoraj vseh družinah prisoten virus črnih matičnikov, nikjer (kjerkoli smo opazili matičnike), pase virus ni izrazil.

Gostota čebeljih družin se med lokacijami močno razlikuje, čebelnjaki se pogosto nahajajo ob robovih naselij. V kolikor smo opazili upadanje teže družine, smo zabeležili, da trenutno razpoložljivi viri ne podpirajo lokalne gostote čebeljih družin. Da bi to tezo potrdili, bi bilo potrebno primerjati več družin znotraj iste lokacije oz. primerjati s situacijo znotraj kroga polmera 1 km. Možno je namreč, da družina enostavno virov ni našla oz. je sama družina prešibka. Menimo tudi, da je bila ekosistemska storitev opraševanja zagotovljena v zadostni meri in da je gostota čebel s tega stališča zadostna.

5 LITERATURA

- Aizen MA in Harder LD. 2009.** Geographic variation in the growth of domesticated honey bee stocks: disease or economics? *Commun Integr Biol*, 2, 464-466
- Arce GT, Gordon EB, Cohen SM, Singh P. 2010.** Genetic toxicology of folpet and captan. *Crit Rev Tox*. 40(6): 546 – 574.
- Baša Česnik H, Kmecl V, Bolta Velikonja Š. 2019.** Pesticide and veterinary drug residues in honey – validation of methods and a survey of organic and conventional honeys from Slovenia. *Food Add Cont A*. DOI: 10.1080/19440049.2019.1631492.
- Blacquiére T, Smagghe G, van Gestel CAM, Mommaerts V. 2012.** Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side effects and risk assessment. *Ecotoxicology*. 21(4): 973–992.
- Commission Regulation (EC) No 629/2008 of 2 July 2008** amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (2008), issued by European Commission, Official Journal of the European Union, L 173/6
- Crailsheim K, Schneider LHW, Hrassnigg N, Buehlmann G, Brosch U, Gmeinbauer R, Schoeffmann B. 1992.** Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*): dependence on individual age and function. *J Insect Physiol*: 38(6): 409 – 419.
- Fakhimzadeh K, Lodenius M. 2000.** Honey, pollen and bees as indicator of metal pollution. *Acta Universitatis Carolinae Environmentalica* 14: 13 – 20.
- Gallai N, Salles JM, Settele J, Vaissiere BE. 2009.** Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68(3): 810 – 821.
- Garibaldi LA, Steffan-Dewenter I, Winfree R, Aizen MA, Bommarco R, Cunningham SA, Kremen C. and others. 2013.** Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science* 339 (6127): 1608 – 1611.
- Garrat MPD, Breeze TD, Jenner P, Polce C, Biesmeijer JC, Potts SG. 2014.** Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agric Ecosyst Environ* 184 (100): 34 – 40.
- Goulson D, Lye GC, Darvill B. 2008.** Decline and conservation of bumble bees. *Annu Rev Entomol* 53:191–208.
- Hoehn P, Tscharncke T, Tylianakis JM, Steffan-Dewenter I. 2008.** Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. *Proc Roy Soc* 275 (1648): 2283 – 2291.
- Hamdi H, Ben Salem I, Ben Othmene, Y, Annabi E, Abid-Essefi S. 2018.** The involvement of ROS generation on Epoxiconazole-induced toxicity in HCT116 cells. *Pest Biochem Physiol* (148): 62 – 67.
- Interaktivna karta Slovenije z zbirkami ZRC-SAZU**, Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti. <http://gis.zrc-sazu.si/zrcgis/>
- Klein AM, Vaissiere BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Tscharncke T. 2007.** Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc R Soc B* 274:303–313.
- Kluser S, Neumann P, Chauzat M-P, Pettis JS. 2011.** UNEP emerging issues: global honey bee colony disorder and other threats to insect pollinators: http://www.unep.org/dewa/Portals/67/pdf/Global_Bee_Colony_Disorder_and_Threats_in_sect_pollinators.pdf
- Kwak MM, Velterop O, van Andel J. 1998.** Pollen and gene flow in fragmented habitats. *Appl Veg Sci* 1:37–54.
- Mazzei M, Fronte B, Sagona S, Carrozza ML, Forzan M, Pizzurro F, Bibbiani C, Miragliotta V, Abramo F, Millanta F, Bagliacca M, Poli A, Felicioli A. 2016.** Effect of

1,3-1,6 β -Glucan on Natural and Experimental Deformed Wing Virus Infection in Newly Emerged Honeybees (*Apis mellifera ligustica*). PLoS One 9,11.

OPP Pesticide Ecotoxicity. National Site for the Regional IPM Centers, U.S. Environmental Protection Agency <http://cfpub.epa.gov/ecotox/>

Potts S. s sod. 2015. Status and trends of European pollinators. Pensoft Publishers, Sofia, 72 str.

Prešern J. 2016. Monitoring obremenitev stojišč v intenzivnih in ekstenzivnih kmetijsko - pašnih okoljih s fitofarmacevtskimi sredstvi ter z drugimi dejavniki, ki vplivajo na stanje čebeljega fonda kranjske čebele : programsko obdobje 2014 - 2016 : poročilo o izvedenih nalogah v letu 2016 : poročilo o izvedenem ukrepu v letu 2016, (Program ukrepov na področju čebelarstva v Republiki Sloveniji, 2016/1). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije.

Prešern J, Smodiš Škerl MI. 2017. Aplikativna raziskava vpliva ruralnega in urbanega okolja ter prehranskih virov na razvoj čebeljih družin : programsko obdobje 2017 - 2019: poročilo o izvedenih nalogah v letu 2017 : poročilo o izvedenem ukrepu v letu 2017. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 2017. 34 f., ilustr.

Prešern J, Smodiš Škerl MI. 2018. Aplikativna raziskava vpliva ruralnega in urbanega okolja ter prehranskih virov na razvoj čebeljih družin : programsko obdobje 2017 - 2019 : poročilo o izvedenih nalogah v letu 2018. Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 2018. 32 f., pril., ilustr.

Prešern J, Mihelič J, Kobal M. 2019. Growing stock of nectar- and honeydew-producing tree species determines the beekeepers' profit. For Eco Man, 448: 490 – 498.

Samson-Robert O, Labrie G, Mercier P-L, Chagnon M, Derome N in Fournier V. 2015. Increased acetylcholinesterase expression in bumble bees during neonicotinoid-coated corn sowing. Scientific Reports 5:12636

Thompson HM. 2010. Risk assessment for honey bees and pesticides: recent developments and 'new issues'. Pest Manag Sci 66:1157–1162.

Tinwell H, Rouquie D, Schorsch F, Geter D, Wason S, Bars R. 2014. Liver tumor formation in female rat induced by fluopyram is mediated by CAR/PXR nuclear receptor activation. Reg Tox Pharm 70(3):648-658.

Tlak Gajger I, Ribarić J, Smodiš Škerl M, Drmič D, Vlainić J, Suran J, Sikirić P. 2017. Stable Gastric Pentadecapeptide BPC 157 in Honeybee Therapy, to Control *N. ceranae* Invasions in Apiary Conditions. The FASEB Journal vol. 31 no. 1 Supplement 1068.13.

Toplak I, Rihtarič D, Jamnikar Ciglencečki U, Hostnik P, Jenčič V, Barlič-Magajna D. 2012. Detection of six honeybee viruses in clinically affected colonies of carnioloan gray bee. Slov Vet Res 49(2): 89 – 96.

Usherwood PNR, Vais H. 1995. Towards the development of ryanoid insecticides with low mammalian toxicity. Tox Lett 82-83: 247–54.

UVHVVR. Seznam registriranih fitofarmacevtskih sredstev na dan 17.6.2016. <http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm>

VanEngelsdorp D, Meixner MD. 2010. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. J Invertebr Pathol 103: S80–S95.

Velthuis HHW, Van Doorn A. 2006. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. Apidologie 37:421–451.

6 PRILOGA. REZULTATI PALINOLOŠKIH PREISKAV

2017		pomurska	podravska	koroska	savinjska	zasavska	posavska	JV Slovenija	osrednjeslovenska	gorenjska	primorsko-notranjska	goriška	obalno-kraška
<i>Acer</i>	javor	<1	<1	<1	23	77	5	1	9	21	8	<1	11
<i>Aesculus</i>	divji kostanj		<1						5		3		
<i>Alnus</i>	jelša								<1				
<i>Apiaceae</i>	kobulnice				1	<1			<1				
<i>Asteraceae</i>	nebinovke		<1	57	5	1	1	<1	3	55	4		
<i>Betula</i>	breza				<1								
<i>Brassicaceae</i>	križnice	91	5	<1		<1	<1	35	<1		4	<1	
<i>Carex</i>	šaš				<1			1		<1			
<i>Caryophyllaceae</i>	klinčnice								<1				
<i>Castanea</i>	pravi kostanj	2	83	<1	2	3	2	18	42	<1	3	85	6
<i>Cornus sanguinea</i>	rdeči dren								<1				2
<i>Cotinus</i>	ruj			21									5
<i>Fagopyrum</i>	ajda	<1	1					<1					<1
<i>Filipendula</i>	oslad							<1			5		16
<i>Fragaria</i>	jagodnjak								<1		1		
<i>Fraxinus</i>	jesen			<1									
<i>Gleditsia</i>	gledičje		<1						2				
<i>Hedera</i>	bršljan		<1			<1	1	<1	3				1
<i>Helianthemum</i>	popon												3
<i>Impatiens</i>	nedotika					<1			<1		2		
<i>Juglans</i>	oreh								<1				
<i>Juniperus</i>	brin						<1						
<i>Lamiaceae</i>	ustnatice					<1			<1		1		<1
<i>Ligustrum</i>	kalina	<1		2					<1				<1
<i>Liliaceae</i>	lilijevke	<1				<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
<i>Loranthus</i>	ohmelje											<1	
<i>Lotus</i>	nokota										1	<1	4
<i>Malus/Prunus</i>	jablana/tip slive	2	<1	15	41	<1	55	1	15		2		5
<i>Melilotus</i>	medena detelja								<1				
<i>Morus</i>	murva												<1
<i>Myosotis</i>	spominčica	<1		<1				<1	<1		1		<1
<i>Onobrychis</i>	turška detelja												2
<i>Papaver</i>	mak								<1		<1		
<i>Phacelia</i>	facelija												<1
<i>Pinaceae</i>	borovke			<1		<1				<1	<1		
<i>Plantago</i>	trpotec		<1		<1	<1			<1		2	<1	2
<i>Poaceae</i>	trave		<1		<1				2	21	<1		2
<i>Quercus</i>	hrast	<1	1			7	19	2			7	<1	1
<i>Ranunculaceae</i>	zlatičevke		<1		<1	7	1	<1			2		
<i>Rhamnaceae</i>	krhlikovke								<1		<1	<1	2
<i>Robinia</i>	robinija	<1	<1						<1				<1
<i>Rubus</i>	robida		<1	<1	<1		7	<1	3		<1	12	1
<i>Salix</i>	vrba	2	2	2	24	<1	6	41	9	<1	46		1
<i>Solanaceae</i>	razhudnikovke								<1				
<i>Tilia</i>	lipa				<1						<1		14
<i>Trifolium pratense</i>	črna detelja		<1			1		<1			<1		
<i>Trifolium repens</i>	tip bele detelje		4	<1	<1	<1	<1	<1		<1	2		19
<i>Vitis</i>	v. trta						<1		<1				

2018		pomurska	podravska	koroška	savinjska	zasavska	posavska	JV Slovenija	osrednjeslovenska	gorenjska	primorsko-notranjska	goriška	obalno-kraška
<i>Acer</i>	javor	11	1	23	3	<1	4	7	3	13	5	11	11
<i>Aesculus</i>	divji kostanj	<1		<1					<1	<1	<1		
<i>Alnus</i>	jelša	<1											<1
<i>Amorpha</i>	amorfa	3											
<i>Apiaceae</i>	kobulnice		<1	10		<1				4	1	2	5
<i>Aruncus</i>	kresničevje								<1				
<i>Asteraceae</i>	nebinovke	<1	<1	<1	2	<1		2	<1	<1	3	<1	<1
<i>Betula</i>	breza			<1			<1						
<i>Brassicaceae</i>	križnice	4	<1	3	<1	<1	3	39	1	<1	2	4	<1
<i>Carex</i>	šaš							<1					
<i>Castanea</i>	pravi kostanj	<1	84	16	<1	92	7	22	3	30	11	54	4
<i>Centaurea</i>	glavinec	<1											
<i>Chenopodiaceae</i>	lobodovke								<1				
<i>Convolvulus</i>	slak											<1	
<i>Cornus sanguinea</i>	rdeči dren			<1				4		<1		<1	12
<i>Corylus</i>	leska											<1	
<i>Cotinus</i>	ruj												13
<i>Fagopyrum</i>	ajda							<1					
<i>Filipendula</i>	oslad		<1	<1			2	<1	<1		<1	3	
<i>Fragaria</i>	jagodnjak		<1		<1			<1					
<i>Fraxinus</i>	jesen							<1					
<i>Hedera</i>	bršljan				<1	<1				<1			
<i>Ilex</i>	bodika			<1									
<i>Impatiens</i>	nedotika				<1								
<i>Knautia</i>	grabljšče				<1			<1					
<i>Lamiaceae</i>	ustnatice		<1				1	<1					8
<i>Liliaceae-tip</i>	tip lilijevk						21		<1		2	<1	
<i>Lotus</i>	nokota			2						2			
<i>Malus/Prunus</i>	jablana/tip slive	16	<1	10	89	<1	16	13	2	2	6	2	1
<i>Morus</i>	murva				<1								
<i>Myosotis</i>	spominčica		<1	1		4	12		80	30	4		
<i>Oleaceae</i>	oljkovke						<1					1	<1
<i>Papaver</i>	mak	3											
<i>Phacelia</i>	facelija											3	
<i>Pinaceae</i>	borovke			<1		<1					<1		
<i>Plantago</i>	trpotec	2	<1	<1		<1	<1						
<i>Poaceae</i>	trave	1	<1				1	<1		<1	26	<1	<1
<i>Quercus</i>	hrast			9	<1	<1	<1	<1	<1	<1			<1
<i>Ranunculaceae</i>	zlatičevke	<1				<1	<1			<1			
<i>Rhamnaceae</i>	krhlikovke		<1	1		<1				<1		<1	3
<i>Robinia</i>	robinija	39	<1	<1	<1		14	3	<1	<1		3	9
<i>Rosaceae</i>	rožnice			5									
<i>Rubus</i>	robida	3	1	3	<1		1	<1	<1	<1	1	1	3
<i>Salix</i>	vrba	6	1	12	3	1	11	5	7	14	16	5	9
<i>Sambucus</i>	bezeg											2	
<i>Tilia</i>	lipa	4							<1			<1	
<i>Trifolium incarnatum</i>	inkarnatka	1											
<i>Trifolium pratense</i>	črna detelja	2		<1		<1	<1					<1	<1
<i>Trifolium repens-tip</i>	tip bele detelje	1	<1	<1		<1	<1			<1	16	4	1
<i>Vicia</i>	grašica										2		
<i>Vitis</i>	v. trta		7		<1		<1		<1			4	17
<i>Zea</i>	koruza	<1		<1			<1						

	2019	pomurska	podravska	koroška	savinjska	zasavska	posavska	JV Slovenija	osrednjeslovenska	gorenjska	primorsko-notranjska	goriška	obalno-kraška
<i>Acer</i>	javor	<1	1	2	2	3	4	<1	39	43			3
<i>Aesculus</i>	divji kostanj	8							<1		1		<1
<i>Ailanthus</i>	pajesen								21				
<i>Alnus</i>	jelša			<1		<1					1		
<i>Anacardiaceae</i>	rujevke										<1		<1
<i>Apiaceae</i>	kobulnice			<1	11			<1					<1
<i>Aruncus</i>	kresničevje								8				
<i>Asteraceae</i>	nebinovke		<1	2	4	16	<1		3	6	3	1	2
<i>Betula</i>	breza						<1		<1	<1			
<i>Brassicaceae</i>	križnice	34	25	9	3	6	3	3	1	7		3	1
<i>Carex</i>	šaš					<1							
<i>Caryophyllaceae</i>	klinčnice			<1		<1							
<i>Castanea</i>	pravi kostanj	6	29	57	14	14	7	91	<1		5	65	46
<i>Centaurea</i>	glavinec									3			
<i>Cornus sanguinea</i>	rdeči dren	2		<1				<1			<1	<1	
<i>Echium</i>	gadovec								<1				
<i>Ericaceae</i>	vresovke			<1		2				2			
<i>Euphorbiaceae</i>	mlečkovke				1								<1
<i>Fagopyrum</i>	ajda			<1	4								
<i>Fagus</i>	bukev									<1			
<i>Filipendula</i>	oslad						2				<1		
<i>Fragaria</i>	jagodnjak								1				
<i>Fraxinus</i>	jesen			<1		<1				1			
<i>Gleditsia</i>	gledičje								<1				
<i>Impatiens</i>	nedotika				<1	1							
<i>Juglans</i>	oreh										<1		
<i>Juniperus</i>	brin									<1			
<i>Knautia</i>	grabljishče										<1		
<i>Lamiaceae</i>	ustnatice				<1	<1	1			<1	1		<1
<i>Ligustrum</i>	kalina			<1		3			2	<1	<1		
<i>Liliaceae-tip</i>	tip lilijevk			<1	<1	<1	21			<1			<1
<i>Liriodendron</i>	tulipanovec										<1		
<i>Loranthus</i>	ohmelje				<1								<1
<i>Lotus</i>	nokota				2			<1					
<i>Malus/Prunus</i>	jablana/sliva	3	12	2	2	2	16	<1	4	13	3		3
<i>Myosotis</i>	spominčica					18	12						
<i>Oleaceae</i>	oljkovke						<1				3		
<i>Onobrychis</i>	turška detelja				<1								
<i>Phacelia</i>	facelija							<1					
<i>Pinaceae</i>	borovke		<1			5		<1		<1	1		
<i>Plantago</i>	trpotec			2	3	2	<1	1	<1		2		<1
<i>Poaceae</i>	trave			<1		3	1	<1	1	1	21		<1
<i>Quercus</i>	hrast			5	2		<1	<1	6	<1	1		<1
<i>Ranunculaceae</i>	zlatičevke			<1	1	5	<1		<1	<1	<1		<1
<i>Rhamnaceae</i>	krhlikovke			2									6
<i>Robinia</i>	robinija	26	2	<1	1		14			<1			
<i>Rubus</i>	robida		1	9		<1	1	1		<1	14	28	7
<i>Rumex</i>	kislica				<1								
<i>Salix</i>	vrba	4	21	3	37	18	11	<1	5	20	3		5
<i>Sambucus</i>	bezeg								<1		<1		
<i>Tilia</i>	lipa			<1	<1				3		31	1	<1
<i>Trifolium pratense-tip</i>	črna detelja	16	2		<1	<1	<1	<1			1		
<i>Trifolium repens-tip</i>	bela detelja	<1	6	3	8		<1	2	<1		7		
<i>Viola</i>	vijolica							<1					
<i>Vitis</i>	v. trta			<1			<1						25
<i>Zea</i>	koruza						<1						