

BELJAKOVINSKO ENERGETSKE POGAČE ZA ČEBELE



Projekt EIP, podukrep 16.2

Ljubljana, 2025

OSNOVNI PODATKI O PROJEKTU

Vodilni partner

Emona razvojni center za prehrano d. o. o.

Ostali člani partnerstva:

UNIVERZA V MARIBORU, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor

KGZS Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto

KGZS Kmetijsko gozdarski zavod Maribor

KGZS Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota

DIALOGCO, komunikacijske rešitve d. o. o., Ljubljana

BUTALA Matej

CESAR Marko

PAVLIČ DOLINAR Kristina

HRASTELJ Jože

KAPUN Erik

LUZNAR Janez

MENCIN Aleš

METELKO Miha

NAKRST Mitja

SALETINGER Ivan

TROBEC Grozdan

ZUPAN Špela

Tip projekta

EIP, podukrep 16.2

Tematika projekta:

Prehrana čebel v času pomanjkljive paše

Obdobje trajanja projekta:

11. 5. 2023 - 10. 5. 2025

Višina odobrenih sredstev:

239.184,54 €

Avtorji:

Matjaž ČERVEK, Ajda OTA, Aleš GREGORC, Tamara HRIBERNIK, Caio Eduardo Da Costa Domingues

KAZALO

UVOD	4
Ključne prehranske zahteve čebel	4
REZULTATI	6
Vpliv dodatka na vsebnost sladkorja v medu	6
Nosemavost v Evropi	9
Ključna sporočila za čebelarje	14
ZAKLJUČEK	15

UVOD

Čebele igrajo ključno vlogo pri opraševanju in ohranjanju biotske raznovrstnosti, vendar njihovo zdravje vse bolj ogrožajo podnebne spremembe in prehranske pomanjkljivosti. Ti izzivi ne vplivajo samo na populacije medonosnih čebel, ampak imajo tudi pomembne posledice za kmetijstvo in stabilnost ekosistema, kar poudarja nujno potrebo po učinkovitih strategijah za dopolnjevanje njihove prehrane v spreminjajočih se okoljskih razmerah. Da bi zmanjšali negativne posledice podnebnih sprememb, je treba vzpostaviti bolj trajnostne kmetijske prakse, ki vključujejo omejevanje uporabe pesticidov in spodbujanje raznolikih avtohtonih rastlinskih združb. Obenem je nujno razvijati in promovirati prilagodljive čebelarske prakse, ki lahko omilijo pomanjkanje naravnih virov hrane ter zagotovijo dobro zdravstveno stanje čebeljih družin. Eden od pristopov za blažitev teh učinkov je zagotavljanje dodatne prehrane v obliki dopolnilnega krmljenja, zlasti v obdobjih pomanjkanja paše.

V Sloveniji, ki je znana po dolgoletni tradiciji čebelarjenja in avtohtoni kranjski čebeli, so posledice podnebnih sprememb za čebele vse bolj opazne. Naše podnebje vse pogostejše zaznamujejo toplejše zime in nenadne temperaturne spremembe, ki povzročajo, da nekatere rastline zacvetijo prezgodaj ali pa jih prizadenejo spomladanske pozebe. Ko čebelje družine spomladi postanejo aktivne, to otežuje zbiranje nektarja in cvetnega prahu. Podobno težavo predstavljajo vse pogostejša sušna obdobja in vročinski valovi, ki lahko povzročijo pomanjkanje vlage v rastlinah ter zmanjšano medenje, medtem ko močni nalivi in neurja v kratkem času uničijo cvetoče rastline ali pa čebelam preprečijo izletavanje. Čebelarji se ob tem pogosto srečujejo z izzivi, povezanimi z vzdrževanjem stabilnih zalog hrane v panjih. V obdobjih, ko v naravi primanjkuje cvetočih rastlin, morajo posegati po dopolnilnem krmljenju, kar pa je zahtevna naloga, saj težko nadomestimo pester nabor naravnih hranil, ki jih čebele potrebujejo za močan imunski sistem.

Projekt Beljakovinsko energetske pogače za čebele

V projektu smo razvili, proizvedli in v praksi testirali energetsko beljakovinske pogače za prehrano čebel. Z znanstvenim in strokovnim pristopom smo pogače prilagodili fiziološkim in prehranskim potrebam čebeljih družin za proizvodnjo medu in za vzrejo matic. V pogače smo vključili vse potrebne hranilne snovi, ki jih čebele potrebujejo za vzdrževanje zdrave čebelje družine. Biološko vrednost beljakovin smo dvignili z vključevanjem posameznih esencialnih aminokislin. Spremljali smo zdravstveno stanje in razvoj čebelje družine (pokrita in odkrita zalega), vzorčili smo zaloge hrane in čebele delavke pred in po krmljenju.

Rezultate projekta smo predstavili na izobraževanjih za čebelarje, svetovalno službo, na mednarodnih strokovnih srečanjih, na posvetih Javne službe kmetijskega svetovanja in v TV oddaji Ljudje in zemlja. Rezultati so objavljeni tudi na spletni strani vodilnega partnerja www.e-rcp.si.

Ključne prehranske zahteve čebel

Čebele potrebujejo uravnoteženo prehrano, bogato z beljakovinami, ogljikovimi hidrati, lipidi, vitamini, minerali in steroli, da ohranijo optimalno zdravje in delovanje družine. Primarni vir teh hranil je cvetni prah, v obdobjih pomanjkanja pa je nujno dodajanje hrane bodisi v obliki sladkornih raztopin bodisi v obliki pogač. Še posebej kritična hranila so:

- Beljakovine in aminokisline, ki so bistvenega pomena za proizvodnjo zaroda, delovanje imunskega sistema in splošno rast kolonij. Primarni vir beljakovin je cvetni prah, vendar so alternative, kot sta spirulina in kvas, obetavni nadomestki.
- Ogljikovi hidrati (nektar in sladkorni dodatki), ki zagotavljajo energijo za iskanje hrane in aktivnosti v panju.
- Lipidi in steroli, ki so nujni za celovitost celične membrane in proizvodnjo hormonov.
- Vitamini in minerali, katerih pomanjkanje lahko oslabi delovanje imunskega sistema in odzive na stres.

Tehnološka priporočila za dokrmeljevanje čebel se osredotočajo na vzpostavljanje zadostnih zalog hrane, ki čebelam v različnih obdobjih leta zagotavljajo normalno delovanje in preživetje. Običajno se dokrmeljevanje izvaja z dvema glavnima vrstama hrane: raztopino kristalnega sladkorja (saharoza) in invertno mešanico glukoze ter

fruktoze. V hladnejših obdobjih leta se za hitro reševanje pomanjkanja hrane pogosto uporabljajo pogače, ki so čebelarjem dostopne tudi pri nizkih temperaturah.

Glavna skrb čebelarja je krmljenje, ki se začne takoj po zadnjem točenju medu (lipa, kostanj) in običajno traja do začetka septembra, ko so noči že hladnejše. V tem obdobju morajo čebele predelati dovolj hrane, da si zagotovijo zadostne zimske zaloge; navadno to pomeni vsaj 15 do 20 kg na družino, pri čemer je dejanska količina odvisna od moči družine ter podnebja. Spomladi se krmljenje izvaja predvsem zaradi spodbude razvoja, saj zgodnja zalega potrebuje stalen dotok hrane.

V okviru projekta smo razvili beljakovinsko energetske pogače za čebele, pri čemer smo se poskušali čim bolj približati sestavi cvetnega prahu. V prvem poskusu smo pripravili pogače z visoko vsebnostjo beljakovin, a smo kasneje, na podlagi rezultatov prvega krmljenja, kjer je bila slaba ješčnost z beljakovinami najbogatejše pogače (P1 25 % SB, P2 5% SB, P3 0% SB), formulacijo spremenili in zmanjšali vsebnost beljakovin. Formulacija pogač, ki smo jih uporabili v nadaljnjih testiranjih, je podana v preglednici 1.

Preglednica 1: **Sestava beljakovinsko energetskih pogač**

oznaka		saharoza	invertni sladkor	pivski kvas	sojin konc.	koruzni gluten	repično olje	premik
P1	0% SB	0,75	0,25	/	/	/	/	/
P2	2,5% SB	0,65	0,25	0,025	0,01	0,013	0,05	dodan
P3	5% SB	0,60	0,25	0,05	0,02	0,026	0,05	dodan

*SB- surove beljakovine

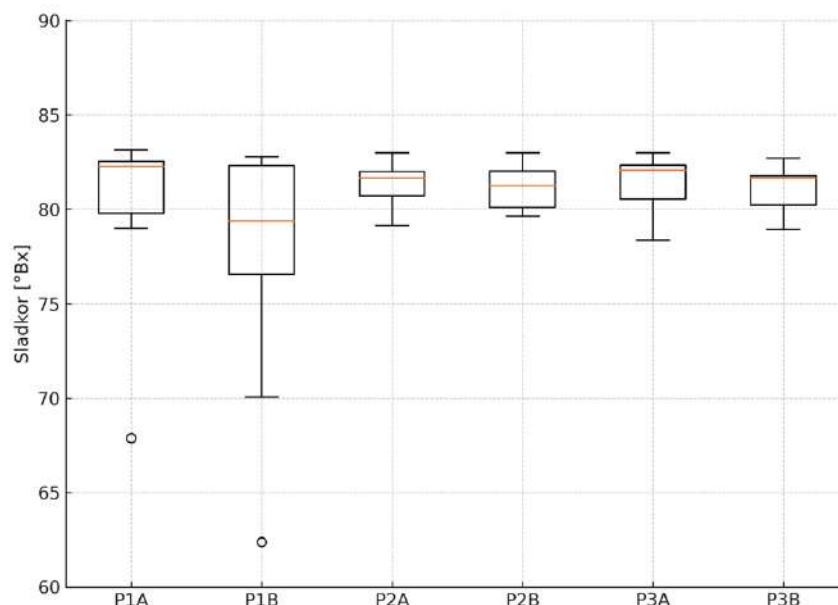
Preglednica 2: **Sestava vitaminsko mineralnega premiksa**

		mg/kg
vitamini	E	1010
	C	1002
	B1	2
	B2	2
	PANTOTENSKA K.	4
	B6	2
	FOLNA K.	0,6
	BIOTIN	0,15
	NIKOTINSKA K.	25
minerali	CINK	4
	ŽELEZO	35
	MANGAN	3
aminokisline	Lys	4000
	Trp	2000

REZULTATI

Vpliv dodatka na vsebnost sladkorja v medu

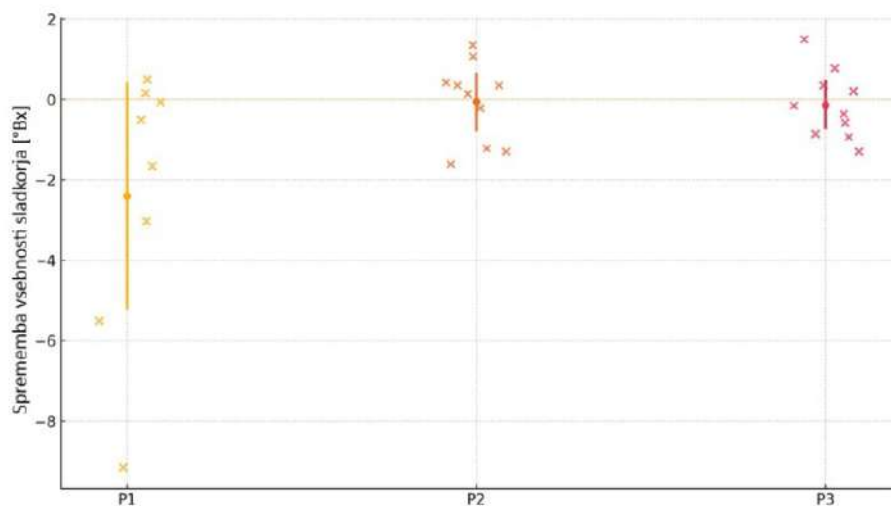
Med smo vzorčili pred vsakokratnim dodatkom beljakovinsko energetskih pogač (A) in po njihovi konzumaciji (B). Vsebnost sladkorja v medu smo določili refraktometrično.



Slika 1:

Vsebnost sladkorja v medu pred (A) in po (B) dodatku beljakovinsko energetskih pogač (prvo krmljenje). P1 – 25% SB, P2 – 5% SB, P3 – 0% SB.

Najbolj izrazit padec vsebnosti sladkorja je bil opazen pri dodatku beljakovinsko najbogatejše pogače P1, kjer smo opazili tudi najslabšo ješčnost. Spremembe vsebnosti sladkorja po dodatku P2 in P3 so bile večinoma med -1 in $+1$ °Bx, kar je v praksi zelo malo.

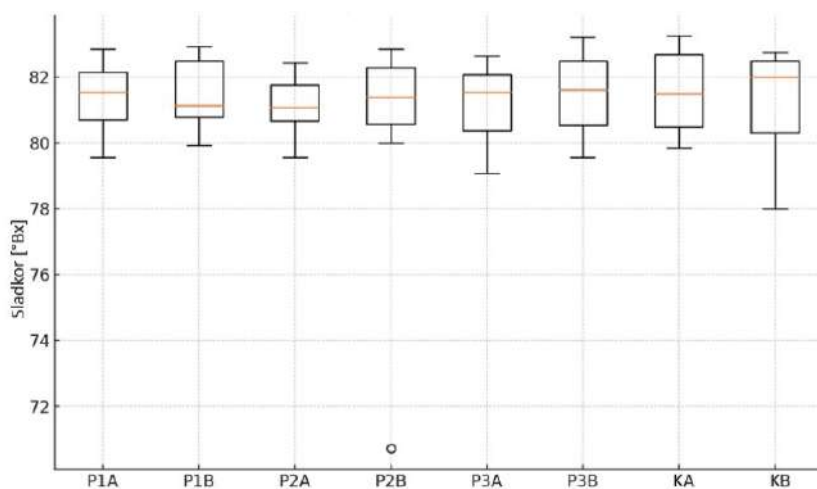


Slika 2:

Sprememba vsebnosti sladkorja v medu (prvo krmljenje; B-A). P1 – 25% SB, P2 – 5% SB, P3 – 0% SB.

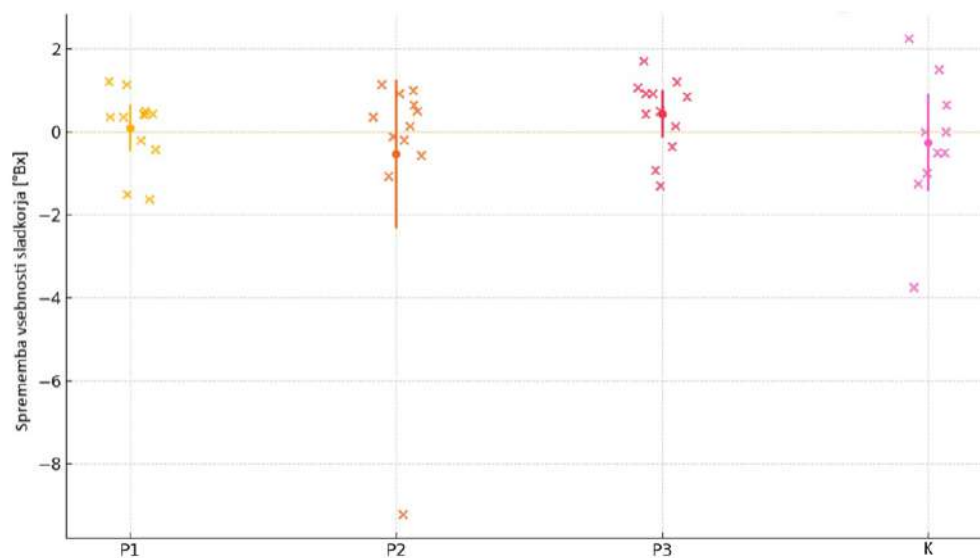
Med skupinama A in B (pred in po dodatku) za posamezne pogače ni statistično značilnih razlik (vsi parni t-testi: $p > 0,05$), čeprav je razlika pri P1A–P1B rahlo bližje mejni vrednosti ($p = 0,085$).

Na osnovi opravljenih testov lahko zaključimo, da ni statistično potrjenega učinka niti med različnimi pogačami v isti skupini niti med skupinama A in B za isto pogačo.



Slika 3:

Vsebnost sladkorja v medu pred (A) in po (B) dodatku beljakovinsko energetskih pogač (drugo krmljenje). P1 – 0% SB, P2 – 2,5% SB, P3 – 5% SB, K – kontrola brez.

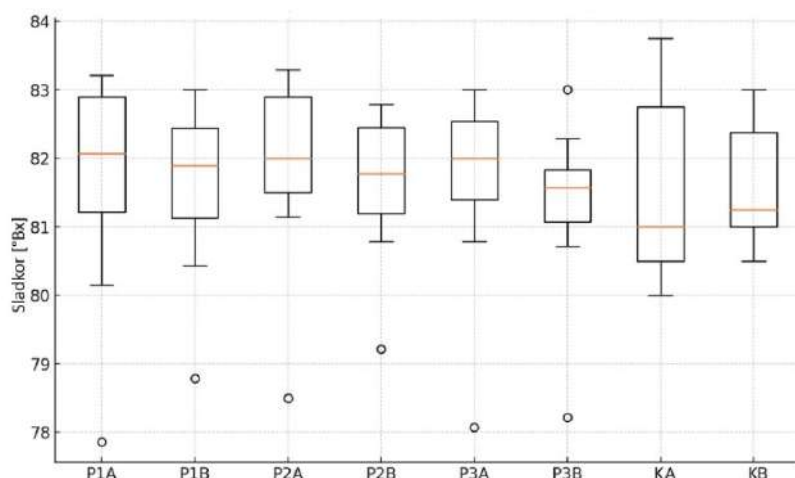


Slika 4:

Sprememba vsebnosti sladkorja v medu (drugo krmljenje; B-A). P1 – 0% SB, P2 – 2,5% SB, P3 – 5% SB, K – kontrola brez.

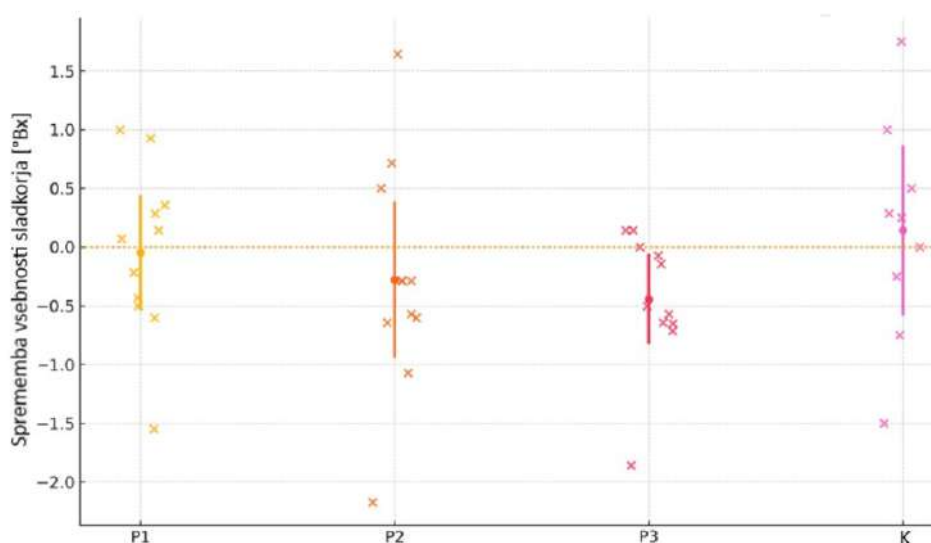
Med pari A–B (P1, P2, P3, K) ni zaznati statistično značilnih sprememb ($p > 0,05$ za vse). Skratka, v teh podatkih ni dokazljivih statističnih razlik pri ponovljenih meritvah pred/po dodatku pogač (niti med posameznimi pogačami v A ali B). Seveda ostaja pri interpretaciji pomembno, da gre za razmeroma majhen vzorec; pri večjem številu ponovitev bi se lahko pokazale drugačne (tudi statistično značilne) razlike.

REZULTATI



Slika 5:

Vsebnost sladkorja v medu pred (A) in po (B) dodatku beljakovinsko energetskih pogač (tretje krmljenje). P1 – 0% SB, P2 – 2,5% SB, P3 – 5% SB, K – kontrola brez.



Slika 6:

Sprememba vsebnosti sladkorja v medu (tretje krmljenje; B - A). P1 – 0% SB, P2 – 2,5% SB, P3 – 5% SB, K – kontrola brez.

Med merjenji pred in po dodatku pogač je bila zaznana le statistično značilna razlika pri skupini P3 (P3A P3B), kar kaže, da je dodatek pogače P3 povzročil pomembno spremembo izmerjene vrednosti. Ti rezultati nakazujejo, da so tri pogače in kontrola (v sklopu A ali B) znotraj posamezne merilne faze (pred ali po dodatku) relativno podobne, vendar se je pri P3 po dodatku pogače pokazal statistično značilen učinek. Za dokončne zaključke je pomembno upoštevati še velikost vzorca, biološko/realen pomen sprememb ter morebitno prisotnost manjkajočih podatkov, ki v manjših vzorcih vplivajo na statistično moč.

Nosemavost v Evropi

Evropske čebele danes obolevajo predvsem za *Nosema ceranae*, ki se je z južnega dela celine po letu 2005 hitro razširila proti severu in v številnih državah izrinja avtohtono *N. apis*. V slovenski terenski študiji 2017–2018, ki je analizirala vzorce delavk na štirih lokacijah, je bilo 87,5 % vzorcev medonosne čebele pozitivnih na *N. ceranae*, medtem ko *N. apis* ni bila zaznana (Pislak Ocepek in sod., 2021). To potrjuje, da se tudi pri nas odraža evropski trend prevlade invazivne vrste noseme.

Preglednica 3: Vrste, ki jih najdemo v Evropi

Vrsta	Izvor	Današnja razširjenost v EU	Ključne razlike v biologiji
<i>Nosema apis</i>	avtohtona pri <i>A. mellifera</i>	Še prisotna, a lokalno redka; večja pri hladnejših, gorskih območjih	Sezonska (zimsko-spomladanska), značilna "dizenterija" na panju
<i>Nosema ceranae</i>	prvotno pri azijski čebeli <i>A. cerana</i>	Dominantna po vsej Evropi – sever do Skandinavije, zahod do Irske	Celoletna okužba, spor ne uniči vročina, subtilni klinični znaki
(občasno) <i>Nosema neumanni</i>	opisano 2022 pri afriških čebelah	Za zdaj ni potrjenih najdb v evropskih panjih	Pomembno predvsem kot morebitni prihodnji uvoženi patogen

Velik vpliv na širjenje noseme imajo tudi podnebne spremembe. Višje povprečne temperature in mile zime skrajšajo diapavzo spor in obdobje brez zalege, zato se populacije *Nosema* spp. obnavljajo hitreje; v toplejšem podnebnju doseže *N. ceranae* vrh že spomladi, medtem ko *N. apis* navadno šele pozneje v sezoni. Toplotni stres in vročinski valovi dodatno oslabijo črevesno bariero čebel, povečajo virulenco *N. ceranae* in potrjeno povzročajo hujše poteke bolezni. Hkrati ekstremni vremenski dogodki, kot so suše in nalivi, zmanjšajo dostopnost cvetnega prahu in nektarja, zaradi česar kronično podhranjene kolonije postanejo še dovzetnejše; metaanalize podnebnih vplivov kažejo, da se ob beljakovinski podhranjenosti smrtnost okuženih čebel lahko podvoji.

Okužba zmanjša sposobnost termoregulacije in prinese do 20 % nižjo medonosnost; hkrati se poveča poraba hrane, kar je posebej kritično v sušnih letih. Ukinitev antibiotika fumagilina v EU od čebelarjev zahteva iskanje alternativnih, prehransko-podpornih in biotehničnih ukrepov.

Laboratorijsko vzorčenje *Noseme* in definiranje obsega pokrite, odkrite zalege ter obsega hrane

V laboratorijih Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru smo vzorce čebel delavk preiskali na spore *Nosema*. Zadke čebel smo zmacerirali z destilirano vodo (1 zadek/1 mL ddH₂O), ter šteli spore *Noseme* s pomočjo mikroskopa.

REZULTATI



Slika 7:

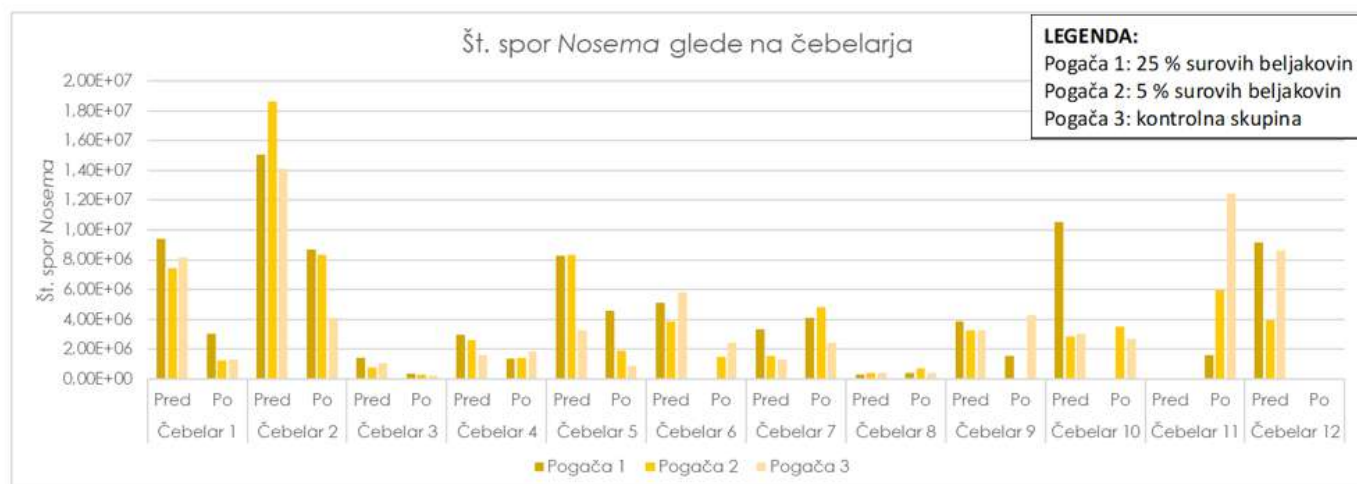
Spore *Nosema* sp. pod mikroskopom.

Na podlagi evidenc, ki so jih v sklopu projekta vodili čebelarji, smo pripravili grafični prikaz stanja čebeljih družin pred in po krmljenju z beljakovinskimi pogačami.

a) Jesensko krmljenje čebeljih družin s poskusnimi pogačami

Vzorčenje po zaključku paše - pozno poletno krmljenje:

Pri večini čebelarjev je opažen upad števila **spor Noseme** po krmljenju s testnimi pogačami. Vendar je statistično značilen upad celotnega števila spor *Noseme* opazen v posameznih čebelarstvih.



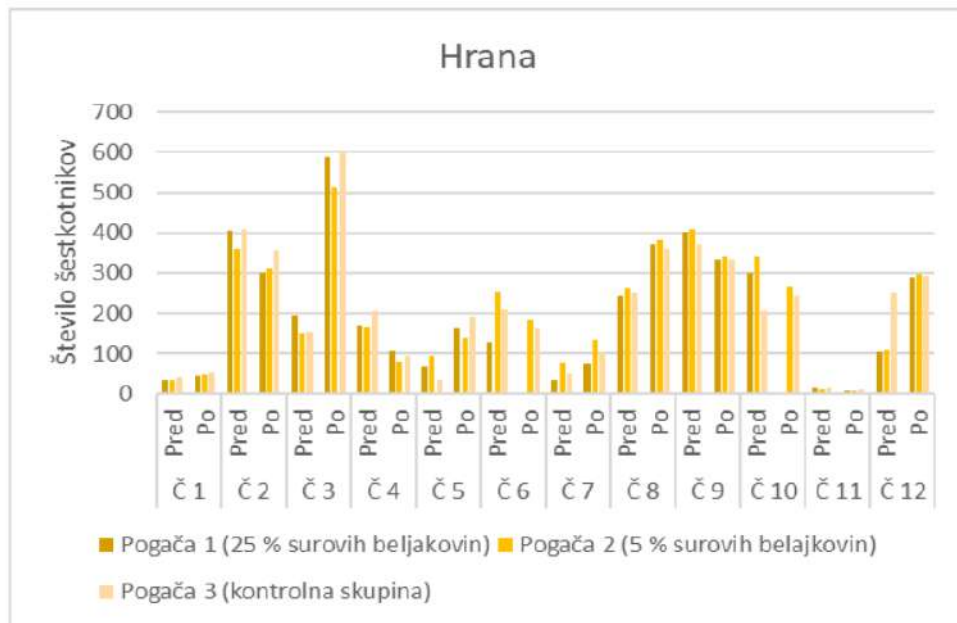
Slika 8:

Število spor *Nosema* pri posameznem čebelarju – 1. krmljenje.

Ugotavljali in analizirali smo tudi obseg hrane, ki je bila skladiščena v satju v čebeljih družinah po krmljenju pogač.

Slika 9:

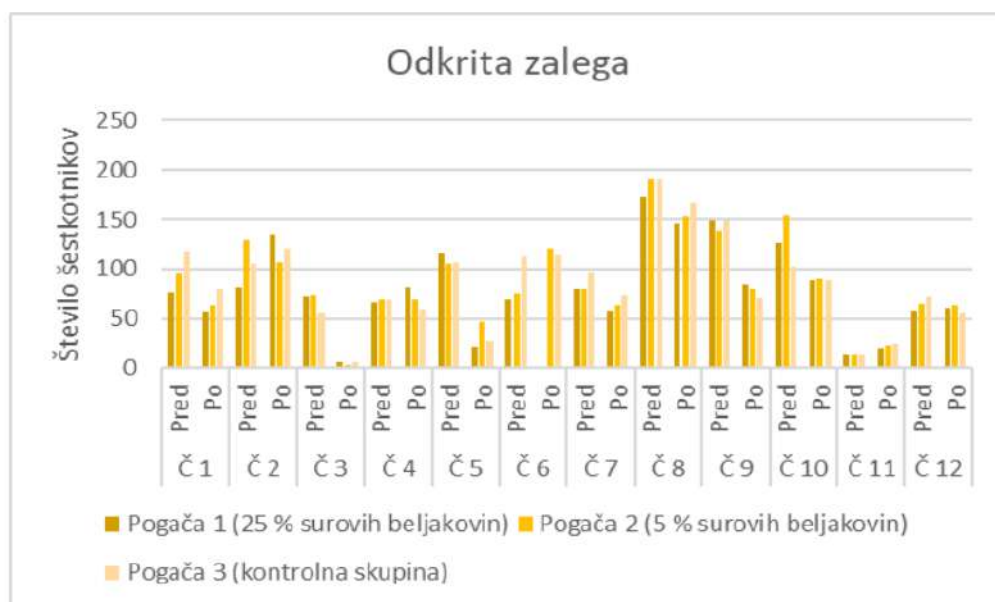
Obseg hrane na satju pri posameznem čebelarju.



Obseg hrane na satju se je statistično značilno povečal po dodatku poskusnih pogač pri čebelarjih 1, 3, 7, 8, 12.

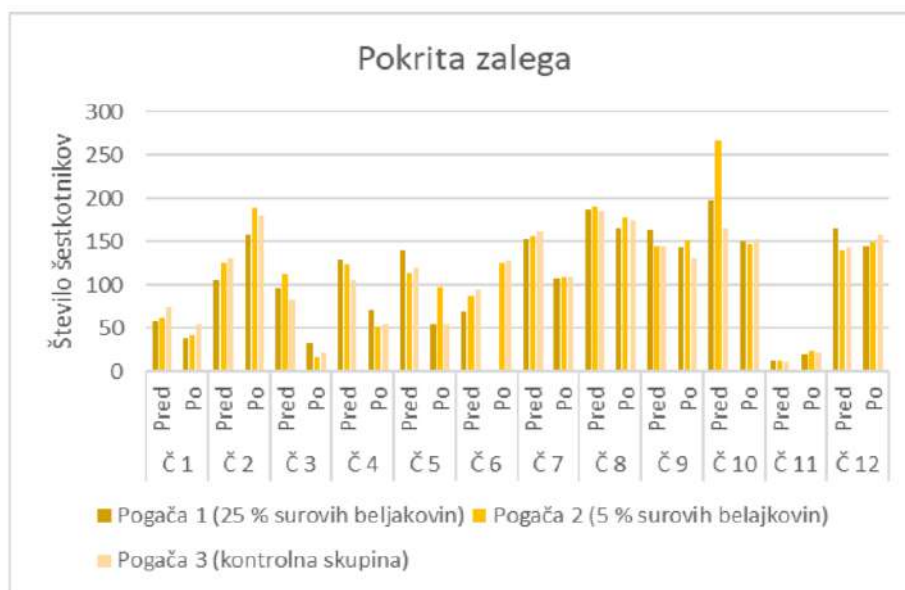
Slika 10:

Obseg odkrite zalege pri posameznem čebelarju.



V jesenskem obdobju se pri večini čebelarjev pojavlja trend zmanjšanja obsega odkrite zalege po krmljenju s poskusnimi pogačami. Statistično značilno se je celoten obseg odkrite zalege zmanjšal pri čebelarjih 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10.

REZULTATI



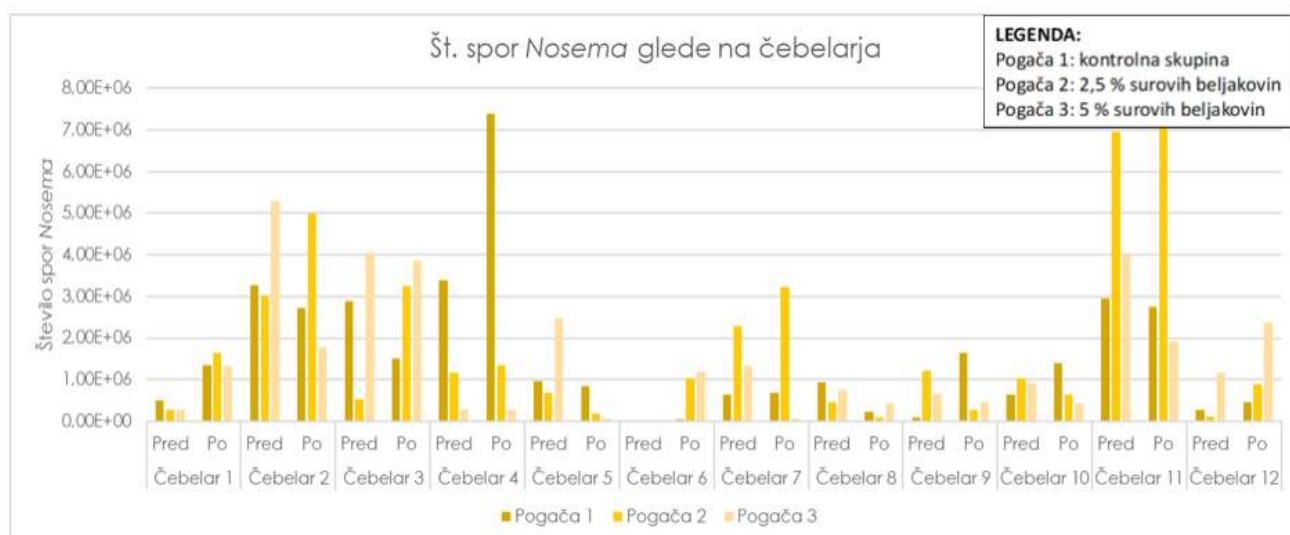
Slika 11:

Obseg pokrite zalege pri posameznem čebelarju

Pri večini čebelarjev se pojavlja **trend zmanjšanja obsega pokrite zalege** po krmljenju. Statistično značilno se je celoten obseg pokrite zalege zmanjšal pri čebelarju 1, 3, 4, 5, 7, 10.

b) Spomladansko krmljenje čebeljih družin s poskusnimi pogačami

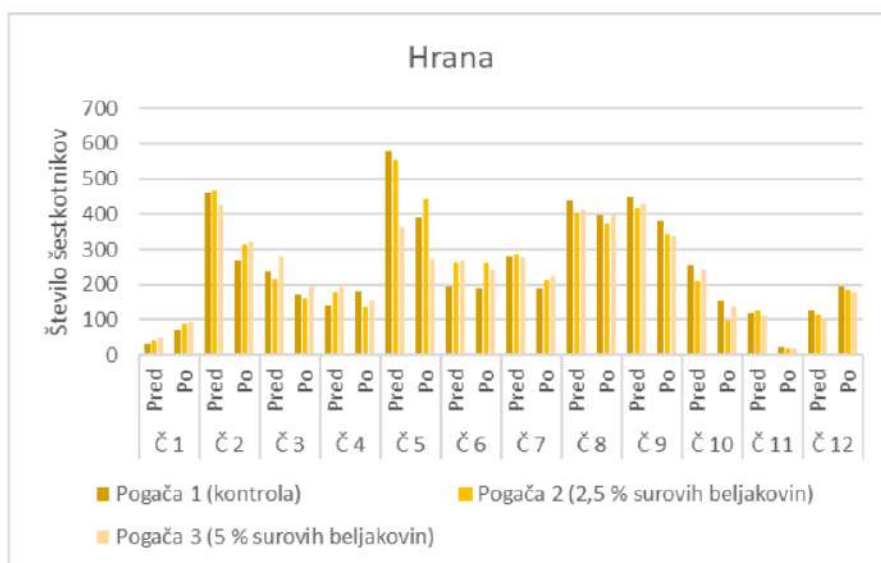
Vzorčenje po spomladanskem krmljenju



Slika 12:

Število spor Nosema pri posameznem čebelarju – 2. krmljenje.

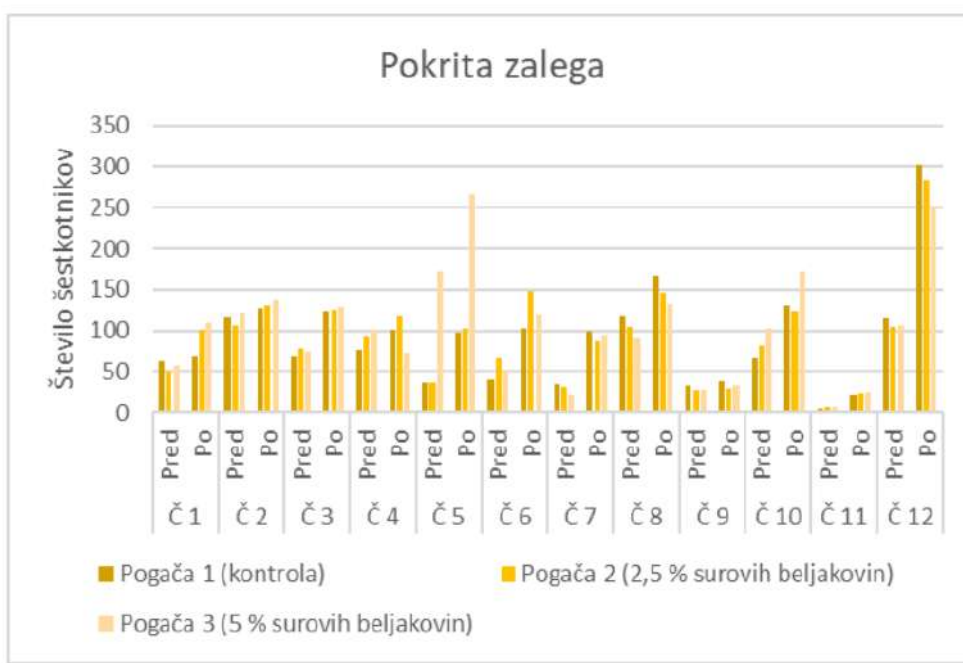
Po spomladanskem krmljenju smo ugotovili manjše število spor Nosema v primerjavi z jesenskim krmljenjem. Celotno število spor Nosema se je statistično značilno zmanjšalo ali povečalo pri posameznih čebelarjih; kar je razvidno v grafu.



Slika 13:

Obseg hrane na satju pri posameznem čebelarju.

Obseg hrane v satju se je statistično značilno povečal pri čebelarju 1 in 2 in zmanjšal pri čebelarju 3 in čebelarju 11 pri vseh treh pogačah. Pri čebelarju 2 se je zmanjšal pri pogači 1 in pogači 2; pri čebelarju 5 pa pri pogači 1.

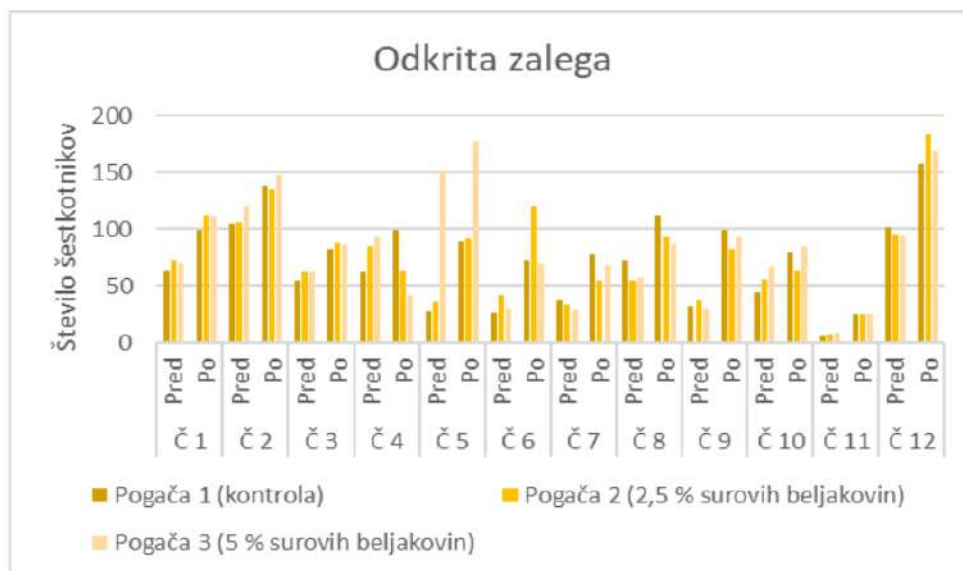


Slika 14:

Obseg pokrite zalege pri posameznem čebelarju.

V spomladanskem obdobju je značilno povečevanje obsega pokrite zalege. Celoten obseg pokrite zalege se je statistično značilno povečal pri večini čebelarjev: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12.

REZULTATI



Slika 15:

Obseg odkrite zalege pri posameznem čebelarju.

Ugotovljeno je povečanja obsega odkrite zalege po krmljenju s poskusnimi pogačami. Celoten obseg odkrite zalege se je statistično značilno povečal pri čebelarjih 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12.

Pri krmljenju poskusnih pogač so se pokazali pozitivni učinki delovanja na obseg pokrite in odkrite zalege.

KLJUČNA SPOROČILA ZA ČEBELARJE

Nosemavost se seli vse globlje na sever in postaja celoletna težava. Blaga zima ni več jamstvo, da se bo pritisk bolezní zmanjšal; nasprotno, kolonije lahko spomladi vstopijo v sezono že s polno infekcijo. Podnebne spremembe povečujejo multifaktorski stres. Višje temperature, spremenjena fenologija rastlin in skrajna vremenska nihanja skupaj slabijo imunski sistem čebel in delujejo sinergistično z *N. ceranae*. Prehranska podpora je prva obrambna linija. Energijsko-beljakovinske pogače, obogatene z vitamini, minerali in ustreznimi lipidi, dokazano znižujejo spore v čebelah in zmanjšujejo izgube čebel v obdobjih podhranjenosti. Potrebno je kontinuirano spremljanje. Z usmerjenim nadzorom in proaktivnim prehranskim pristopom lahko čebelarji znatno ublažijo vpliv nose mavosti, četudi se klimatski pogoji še naprej hitro spreminjajo.

Najpomembneje je, da dohrmljevanje vključuje pravočasno, a uravnoteženo dodajanje ustrezne vrste hranil, ki ga prilagajamo potrebam in stanju čebelje družine. Skladnost z letnim ciklom čebel, pravo razmerje med količino zalege in količino zalog ter redno preverjanje stanja so temeljni pogoji za uspešno prezimovanje in močan spomladanski razvoj. Z znanjem, izkušnjami in doslednim upoštevanjem teh smernic bo čebelar čebelar zagotovil stabilno, zdravo okolje, ki se bo odražalo v močnem razvoju družin ter v dobrih pridelkih medu.



Kontakt vodilnega partnerja
dr. Matjaž Červek, vodja projekta

Emona RCP, Kavčičeva ulica 72, Ljubljana

T: 01 584 26 55

E: razvojni.center@e-rcp.si

www.e-rcp.si

Ljubljana, 2024

