

## UTJECAJ PRIHRANE NA PROLJETNI RAZVOJ PČELINJIH ZAJEDNICA I NJIHOVU ZARAŽENOST NOZEMOZOM

### INFLUENCE OF SUPPLEMENT FEEDING ON SPRING DEVELOPMENT OF HONEY BEE COLONIES AND INFECTION WITH NOSEMOSIS

Z. Puškadija, F. Jaman, Josipa Štavalj, Karolina Tucak, M. Kovačić

Izvorni znanstveni članak - Original scientific paper  
Primljeno- Received: 30. ožujak – March 2023

#### SAŽETAK

Medonosna pčela (*Apis mellifera* L.) jedan je od najznačajnijih oprašivača. Međutim, klimatske promjene, uz bolesti koje uzrokuju stradanje pčela, prepoznate su kao jedan od osnovnih problema pčelarstva u budućnosti. Sušna ljeta i hladna proljeća, ukoliko pčelar ne intervenira, mogu dovesti do stradanja zajednica ili sporig proljetnog razvoja. U ovom istraživanju tijekom dvije sezone ispitan je utjecaj stimulativne proljetne prihrane proteinskim pogačama na razvoj pčelinjih zajednica i prisutnost spora nozemoze (*Nosema spp.*) na ukupno 1200 pčelinjih zajednica smještenih na 20 pčelinjaka na području kontinentalne Hrvatske. Rezultati su pokazali pad broja spora nozemoze kod zajednica prihranjenih proteinskim pogačama, dok nisu utvrđene značajne razlike u snazi zajednica (broju okvira zaposjednutih pčelama i leglom) između ispitivanih skupina.

Ključne riječi: medonosna pčela, prihrana, proljetni razvoj, nozemoza

#### UVOD

Klimatske promjene posljednjih godina značajno utječu na promjene u strukturi medonosnih paša kontinentalne Hrvatske. Istraživanja na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek (Puškadija, 2011.) pokazala su kako su do 2000. godine proljetne paše (voćno-vrbova, uljane repice, bagrema, lipe i kestena) i ljetne paše (suncokreta i livadne) bile podjednako zastupljene u prinosima meda. Daljnja analiza ovih podataka pokazala je kako su ljetne paše do 2000. godine bile znatno izdašnije (naročito suncokreta i zlatošipke). Međutim, nakon 2005. godine pa sve do danas, 67 % prinosa meda se dogodi u proljeće, preostalih 33 % se dogodi tijekom ljeta i sve češće izostane (Puškadija, 2011.).

U takvim uvjetima potrebno je pčelinjim zajednicama omogućiti ubrzani proljetni razvoj s ciljem

boljeg iskorištavanja ranih proljetnih paša. Kako bi se postigao ovaj cilj, potrebna je potpuna i pravilna podjela rada između radilica u pčelinjoj zajednici (Huang i Robinson, 1996.). Pravilna podjela rada može se postići samo u jakim zajednicama uz dovoljnu zalihu meda u košnici. Zimske rezerve peludi imaju važnu ulogu krajem zime, kada zajednice započinju s uzgojem legla, pogotovo u uvjetima kada nema unosa peludi (Seeley i Visscher, 1985.). Dovoljna i uravnotežena zaloha hrane osigurava normalan razvoj zdravih pčelinjih zajednica (Brodschneider i Crailsheim, 2010.), dok njen nedostatak može ograničiti njihov razvoj (Khoury i sur., 2013.), posebno u proljeće, kada je podjela rada među radilicama u najosjetljivijoj fazi (Standifer i sur., 1973.). Kad zaloha hrane u košnici postanu oskudne, povećava se broj skupljačica tako da mlade radilice, preskačući fazu hraniteljica legla postaju skupljačice (Schulz i sur.,

Prof. dr. sc. Zlatko Puškadija, e-mail: zlatko.puskadija@fazos.hr, orcid.org/0000-0001-9613-3251; Filip Jaman, mag. ing. agr., e-mail: fjaman@fazos.hr; Josipa Štavalj, mag. ing. agr. e-mail: jstavalj@gmail.com; Karolina Tucak, e-mail: ktucak@fazos.hr; doc. dr. sc. Marin Kovačić, e-mail: marin.kovacic@fazos.hr, orcid.org/0000-0001-5319-7503; Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska

1998.). Tada, u vrijeme inače vrlo intenzivnog proljetnog uzgoja legla, u zajednici nedostaje radilica za brigu o leglu i uzgoj legla stagnira te se zajednica usporeno razvija. Uz dostatne zalihe meda važna je i dostatna zaliha peludi. Loši vremenski uvjeti krajem zime i u proljeće mogu, uz smanjen unos nektara, uzrokovati i značajno smanjen unos peludi tijekom ovog razdoblja intenzivnog uzgoja legla. Ukoliko se potroše rezerve peludi, uzgoj se legla može smanjiti ili čak obustaviti (Imdorf i sur., 1998.).

Ovi neželjeni scenariji u razvoju pčelinjih zajednica mogli bi se spriječiti njihovom pravovremenom stimulativnom prihranom. Stimulativna prihrana krajem ljeta osigurava dovoljno zimskih pčela koje, između ostalog, osiguravaju pravilan razvoj u proljeće. Zajednice pripremljene za prezimljavanje na ovaj način, dobro reagiraju na stimulativnu prihranu krajem zime što povoljno utječe na proljetni razvoj zajednica i bolje iskorištavanje proljetnih medonosnih paša (Puškadija i sur., 2017.). Stoga je cilj ovog istraživanja bio utvrditi utjecaj prihrane zajednica proteinskom pogačom na brzinu proljetnog razvoja pčelinjih zajednica i razvoj nozemoze.

## MATERIJAL I METODE

Istraživanje je provedeno tijekom proljeća 2021. i 2022. godine na ukupno 1200 pčelinjih zajednica u dvije regije kontinentalne Hrvatske: Sisak i okolica te Osijek i okolica. U svakoj regiji testiranje je provedeno na 10 pčelinjaka, a na svakom pčelinjaku je bilo uključeno 30 pčelinjih zajednica. Svaki pčelar na početku istraživanja odabrao je zajednice ujednačene snage koje su prihranjivane s tri različite pogače (skupine T1 i T2 su testne proteinske pogače i skupina S je standardna šećerna pogača) ili nisu prihranjivane te su služile kao kontrolna skupina (K skupina). Prije početka istraživanja provedene su dvije radionice s ciljem edukacije pčelara uključenih u istraživanje s metodologijom mjerenja i skupljanja uzoraka kako bi se dobili ujednačeni podaci i skupljeni uzorci.

Prihrana pčelinjih zajednica izvršena je dodavanjem pogača na satonoše. Pogače su dodane isti dan svim testnim zajednicama na pčelinjaku. Daljnje dodavanje pogače obavljalo se prema potrošnji, odnosno, kada je zajednica potrošila većinu pogače dodana je nova.

Populacija pčela u pčelinjoj zajednici određena je brojanjem okvira zaposjednutih pčelama prilikom otvaranja košnice pogledom na nastavak od gore i dolje. Jedan okvir pčela znači da pčele zauzimaju najmanje dvije trećine okvira. Polovične vrijednosti (0,5) po potrebi su korištene za preciznije opisivanje razlika između okvira zaposjednutih pčelama u košnicama na pčelinjaku. Površina legla ocijenjena je brojem okvira s leglom. Brojani su svi okviri koji sadrže leglo bez obzira na fazu u kojoj se leglo nalazi. U obzir su se uzimali i okviri s malim brojem stanica legla. Leglo na samo jednoj strani okvira brojano je kao pola (0,5) okvira legla.

Za analizu zaraženosti sporama nozemoze, pčelari su na početku i na kraju istraživanja skupili uzorak od 1 dcl pčela iz svake zajednice u pripremljenu ambalažu koju su dobili. Uzorak je uziman s krajnjih okvira u medištu ili plodištu. Uzorci su nakon prikupljanja skladišteni u zamrzivač do otpremanja u laboratorij Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek gdje su pohranjeni u zamrzivač na -18 °C do dana provođenja laboratorijske pretrage. Uzorci su analizirani prema preporučenim standardnim metodama (Fries i sur., 2013.; Human i sur., 2013.). Analiza je provedena na skupnom uzorku od 60 radilica. Ukratko, na 60 odvojenih zadaka dodano je pomoću pipete 1 ml destilirane vode po radilici. Pripremljeni preparat je analiziran na hemocitometru pod povećanjem od 400 puta te je utvrđen prosječni broj spora po radilici u uzorku.

Za statističku analizu korišten je general linear model za utvrđivanje utjecaja godine, regije i skupine na snagu zajednica (pčele i leglo) i na utvrđeni broj spora nozemoze. Za utvrđivanje razlika između skupina korišten je Bonferroni post-hoc test.

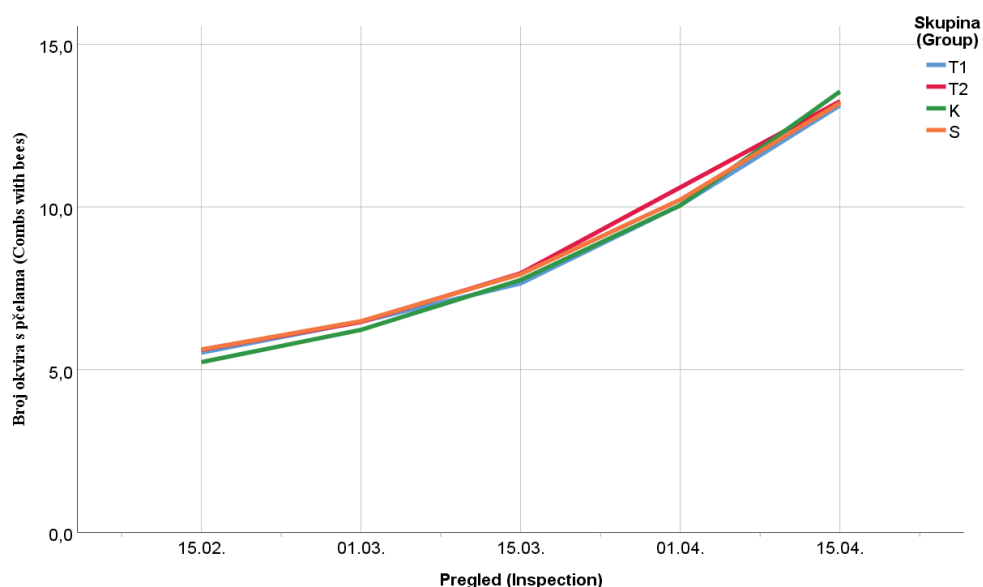
## REZULTATI I RASPRAVA

Analizirajući razvoj pčelinje zajednice od sredine veljače do sredine travnja, kada počinje prva intenzivna paša uljane repice, na grafikonu 1. vidljivo je kako su zajednice narasle s prosječnih 5,5 okvira na 13,2 okvira pčela. Sve su skupine imale ujednačeni rast, a skupina T2 je imala nešto jači porast broja pčela tijekom ožujka. Međutim, između skupina nisu utvrđene statistički značajne razlike ( $F(3, 4916) = 1,483, p = 0,217, \text{Tablica 1.}$ ).

**Tablica 1. Utjecaj skupine, regije i godine na broj okvira s pčelama**

**Table 1 Effect of group, region and year on the number of frames with bees**

| Izvor varijacije<br>Source of variation | df<br>df | Sredina kvadrata<br>Mean square | F        | Sig.  |
|---|----------|---------------------------------|----------|-------|
| Model / Model                           | 9        | 38807,665                       | 2884,460 | 0,000 |
| Godina / Year                           | 1        | 763,762                         | 56,768   | 0,000 |
| Regija / Region                         | 1        | 526,261                         | 39,115   | 0,000 |
| Skupina / Group                         | 3        | 19,949                          | 1,483    | 0,217 |
| Regija * Skupina / Region * Group       | 3        | 6,578                           | 0,489    | 0,690 |
| Greška / Error                          | 4907     | 13,454                          |          |       |
| Ukupno / Total                          | 4916     |                                 |          |       |



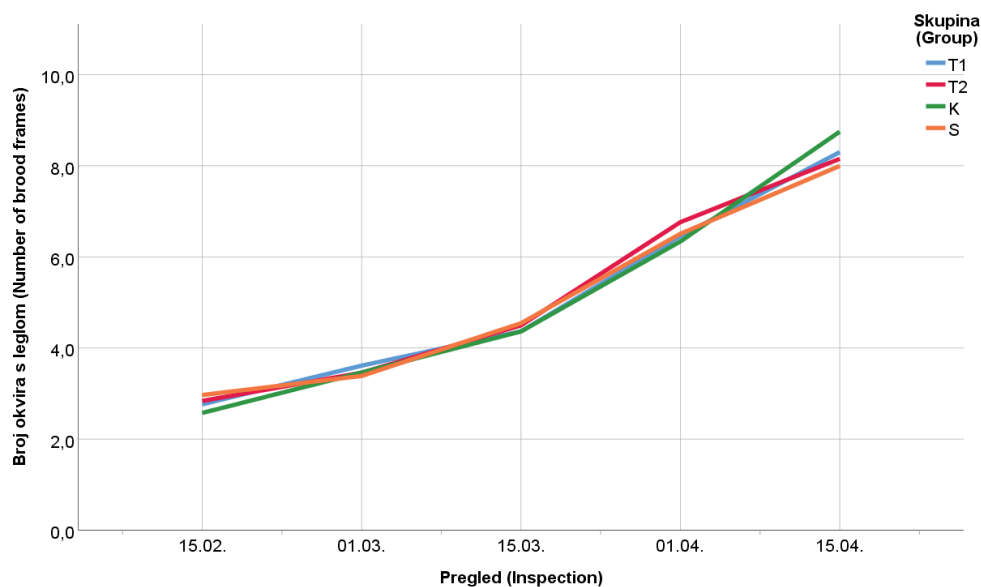
Grafikon 1. Prosječni broj okvira s pčelama po skupini i kontrolnom pregledu

Figure 1 Average number of frames with bees per group and inspection

Na broj okvira s pčelama utjecaj su imali godina ( $F(1, 4916) = 56,768, p < 0,01$ ) i regija ( $F(1, 4916) = 39,115, p < 0,01$ ). Tako je tijekom 2022. godine bilo prosječno više ( $p < 0,05$ , Bonferroni) okvira s pčelama (8,75 okvira) nego u 2021. (7,96), dok su zajednice na području Osijeka imale više okvira s pčelama (8,71,  $p < 0,01$ , Bonferroni) nego zajednice na području Siska (8,01).

Prosječni broj okvira s pčelama nije se razlikovao između skupina i kretao se od  $8,221 \pm 0,132$  u skupini K do  $8,484 \pm 0,091$  u skupini T2.

Praćenjem razvoja pčelinjih zajednica mjerenjem broja okvira s leglom (Grafikon 2.) može se jasno uočiti kakav eksplozivan razvoj pokazuje autohtona siva pčela (*Apis mellifera carnica*). Vidljivo je kako je u samo 2 mjeseca broj okvira s leglom narastao s prosječnih 2,8 na 8,3. Kod zajednica T2 skupine nešto je jači razvoj bio tijekom ožujka da bi na kraju istraživanja najveći broj okvira s leglom bio zabilježen u K skupini (Grafikon 2.). Ipak, potrebno je naglasiti kako između skupina nisu bile utvrđene statistički značajne razlike ( $F(3, 4916) = 0,188, p = 0,905$ , Tablica 2.).



Grafikon 2. Prosječni broj okvira s leglom po skupini i kontrolnom pregledu  
 Figure 2 Average number of brood frames per group and inspection

Tablica 2. Utjecaj skupine, regije i godine na broj okvira s leglom

Table 2 Effect of group, region and year on the number of brood frames

| Izvor varijacije<br>Source of variation | df<br>df | Sredina kvadrata<br>Mean square | F<br>F   | Sig.<br>Sig. |
|---|----------|---------------------------------|----------|--------------|
| Model / Model                           | 9        | 13205,497                       | 1900,747 | 0,000        |
| Godina / Year                           | 1        | 48,707                          | 7,011    | 0,008        |
| Regija / Region                         | 1        | 191,324                         | 27,538   | 0,000        |
| Skupina / Group                         | 3        | 1,307                           | 0,188    | 0,905        |
| Regija * Skupina / Region * Group       | 3        | 5,071                           | 0,730    | 0,534        |
| Greška / Error                          | 4783     | 6,948                           |          |              |
| Ukupno / Total                          | 4792     |                                 |          |              |

Na broj okvira s leglom utjecaj su imali godina ( $F(1, 4792)=7,011, p=0,008$ ) i regija ( $F(1, 4916)=27,538, p<0,01$ ) (Tablica 5.). Prosječni ukupni broj okvira s leglom nije se razlikovao između skupina jer je kod obiju skupina (K i T2) bio  $4,9\pm 0,1$ .

Zdravlje i dugovječnost pčele te rast broja pčela u zajednici ovise o dostupnosti i nutritivnoj vrijednosti hrane. Prehrambene potrebe pčele podmiruju nektarom i peludi. Nektar osigurava ugljikohidrate, a pelud proteine i sve ostale hranjive tvari (Brodschneider i Crailsheim 2010.). Pelud je neophodna za rast pčelinjih zajednica iskazanog u broju pčela i broju stanica legla, ali kada ona nije dostup-

na, pčelari pčelinje zajednice prihranjuju proteinskim dodacima (Nabors, 2000.; Mattila i Otis, 2006.; DeGrandi-Hoffman i sur., 2008.). Pčelinje zajednice se obično prihranjuju proteinskim dodacima tijekom zime, kada su zalihe peludi niske, a biljke koje u okolišu cvjetaju nisu bogate peludom. Također i meteorološke prilike u kasnu zimu i proljeće često nisu pogodne pčeli za sakupljanje hrane. Sve nabrojano se negativno odražava na intenzitet uzgoja legla i posljedično na snagu pčelinjih zajednica u proljeće. Međutim, hranjenje proteinskim dodacima u jesen i tijekom zime postalo je sve češće u SAD-u, posebno za košnice koje oprašuju rane usjeve

**Tablica 3. Utjecaj skupine, regije i godine na utvrđeni broj spora uzročnika nozemoze po pčeli**

**Table 3 Influence of group, region and year on the determined number of nosema spores per bee**

| Izvor varijacije<br>Source of variation | df<br>df | Sredina kvadrata<br>Mean square | F<br>F  | Sig.<br>Sig. |
|---|----------|---------------------------------|---------|--------------|
| Model / Model                           | 9        | 1863114432953415,000            | 53,688  | 0,000        |
| Godina / Year                           | 1        | 3936778691231498,500            | 113,444 | 0,000        |
| Regija / Region                         | 1        | 2679716150327410,500            | 77,220  | 0,000        |
| Skupina / Group                         | 3        | 285388242113415,300             | 8,224   | 0,000        |
| Regija * Skupina / Region * Group       | 3        | 188826585627917,750             | 5,441   | 0,001        |
| Greška / Error                          | 2211     | 34702322525302,510              |         |              |
| Ukupno / Total                          | 2220     |                                 |         |              |

**Tablica 4. Post-hoc analiza između skupina pokusnih zajednica za utvrđeni broj spora uzročnika nozemoze**

**Table 4 Post-hoc analysis between groups of experimental colonies for the determined number of nosema spores**

| (I) Skupina<br>(I) Group | (J) Skupina<br>(J) Group | Srednja razlika (I-J)<br>Mean difference (I-J) | Std. greška<br>Std. error | Sig.<br>Sig. | 95 % Interval pouzdanosti<br>95% Confidential interval |                               |
|--------------------------|--------------------------|--|---------------------------|--------------|--|-------------------------------|
|                          |                          |  |                           |              | Donja granica<br>Lower bound                           | Gornja granica<br>Upper bound |
| T1                       | T2                       | -182009,287                                    | 305821,074                | 1,000        | -989570,795  | 625552,221                    |
|                          | K                        | 1038570,437*                                   | 384347,970                | 0,042        | 23648,140  | 2053492,733                   |
|                          | S                        | -1114389,438*                                  | 369351,371                | 0,015        | -2089711,205   | -139067,670                   |
| T2                       | K                        | 1220579,724*                                   | 384358,701                | 0,009        | 205629,090   | 2235530,358                   |
|                          | S                        | -932380,150                                    | 369363,541                | 0,070        | -1907734,056   | 42973,755                     |
| K                        | S                        | -2152959,874*                                  | 436607,634                | 0,000        | -3305880,812   | -1000038,937                  |

poput badema (DeGrandi-Hoffman i sur., 2008.). Mortensen i sur. (2019.) u svojim istraživanjima govore o tome kako proteinske zamjenice u hrani za pčele nemaju pozitivan učinak na veličinu pčelinjih zajednica i veću proizvodnju meda. Međutim, oni u svojim istraživanjima ne uzimaju u obzir vremenske prilike u proljeće i ne analiziraju dostupnost peludne paše iz okoliša.

Tako je ovo istraživanje pokazalo da su zajednice kojima je tijekom proljeća dodana pelud ili peludna zamjenica imale slične rezultate u svim mjerenim parametrima, što znači da bi se ulaganje u dopunu prehrane zajednica peludom ekonomski isplatilo u situacijama u kojima je pčelaru važno imati velike i snažne pčelinje zajednice u proljeće (veći broj intenzivnih pčelinjih paša u proljeće), ali dugoročno poboljšanje u prinosima meda može se ostvariti samo kada je proljetna ishrana ozbiljno smanjena zbog lošeg vremena. Pčelari bi trebali odvagati ove in-

formacije u odnosu na nedostatke u prehrani koji se često stvaraju u zajednicama zbog stresa uzrokovano intenzivnim komercijalnim gospodarenjem (Mattila i sur., 2006.). Dakle, ekonomska isplativost intenzivne proljetne prehrane pčelinjim zamjenicama isplativa je samo u uvjetima ekstremno loših vremenskih prilika u proljeće.

Uzorci pčela iz svake pčelinje zajednice za analizu na nozemozu skupljani su prije početka i nakon završetka prehrane. Tako je tijekom 2021. godine analizirano 1 094 uzoraka, a u 2022. godini 1 126 uzoraka koji su bili podjednako zastupljeni iz obje regije. Statistička analiza (Tablica 3.) pokazala je značajan utjecaj godine ( $F(1, 2220)=113,444, p<0,01$ ) i regije ( $F(1, 2220)=77,220, p<0,01$ ) na broj spora nozemoze. Također, skupina je bio isto značajan faktor u analizi ( $F(3, 2220)=8,224, p<0,001$ ). U 2022. godini utvrđen je značajno manji broj spora uzročnika nozemoze po pčeli (581 705) u odnosu na 2021.

godinu kada je bilo utvrđeno prosječnih 3 335 557. Ono što je svakako bilo zanimljivo je utvrđena statistički značajna razlika između dvije regije. Tako je regija Sisak imala prosječno 3 128 824 spora uzročnika nozemoze po pčeli, dok je regija Osijek imala 827 526 spora. Isti trend zabilježen je u obje godine istraživanja. Broj utvrđenih spora razlikovao se i između skupina te je najmanji prosječni broj spora po pčeli od  $879\,405 \pm 317\,754$  zabilježen u skupini K, a najveći od  $3\,032\,365 \pm 299\,438$  u skupini S.

Između skupina pokusnih zajednica utvrđena je statistički značajna razlika. Preciznije, skupina S imala je značajno više spora uzročnika nozemoze od svih ostalih skupina, dok je skupina K imala značajno manje spora od skupina T1 i T2. Između skupina T1 i T2 nisu bile utvrđene statistički značajne razlike (Tablica 4.).

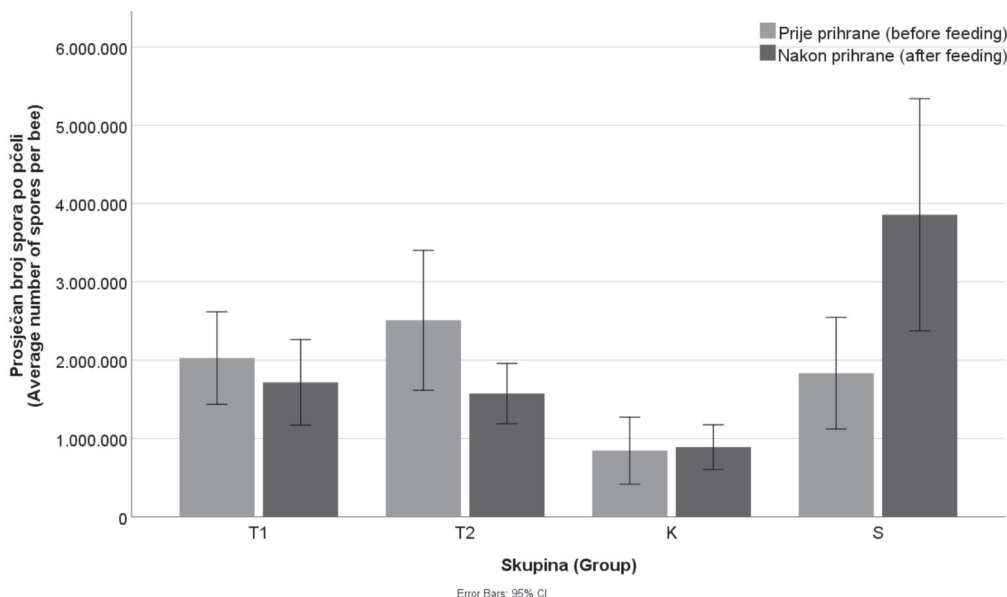
Ono što je svakako potrebno naglasiti je vidno smanjenje broja spora uzročnika nozemoze nakon prihrane utvrđen u skupinama T1, T2 i K, dok je u skupini S broj spora prilikom drugog uzorkovanja narastao (Grafikon 3.). Razina infekcije nozemozom prirodno je niža ljeti u usporedbi s proljećem i jeseni (Meixner i sur., 2014.). Vjerojatno zbog brže zamjene starijih pčela, pčelama u nastajanju. Također je uobičajena pčelarska praksa stimulatивно prihraniti

zajednice u proljeće, što dodatno olakšava zamjenu zimskih pčela mladim ljetnim pčelama što prirodno smanjuje opterećenje sporama uzročnika nozemoze (Charistos i sur., 2015.).

## ZAKLJUČCI

Pčelinje zajednice koje su prihranjene testnim pogačama nisu pokazale statistički značajno veću snagu niti u broju pčela niti u broju stanica legla. Ovakav rezultat može se pripisati meteorološki povoljnim proljećima tijekom obje godine istraživanja i poklapa se s rezultatima brojnih autora koji navode kako je značaj proljetne prihrane veći što su pašni i vremenski uvjeti u proljeće lošiji. Međutim, istraživanje je pokazalo značajan učinak testnih pogača na pad broja spora uzročnika nozemoze tijekom obje godine istraživanja. Upravo zbog toga profesionalni pčelari, više nego hobi pčelari, traže alternative za liječenje svojih zajednica i poboljšanje ukupnog zdravstvenog statusa zajednica.

**NAPOMENA:** Ovo istraživanje financirano je u sklopu IRI projekta KK.01.2.1.02.0037 "Istraživanje i razvoj inovativne funkcionalne hrane za pčele radi povećanja efikasnosti globalne pčelarske proizvodnje".



Grafikon 3. Prosječno utvrđeni broj spora uzročnika nozemoze po pčeli između skupina pokusnih zajednica u uzorcima skupljenima prije i nakon prihrane

Graph 3 The average determined number of nosema spores per bee between groups of experimental colonies in samples collected before and after feeding

## LITERATURA

1. Brodschneider, R., Crailsheim, K. (2010.): Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41: 278-294.
2. Burnham, A. J. (2019.): Scientific Advances in Controlling *Nosema ceranae* (Microsporidia) Infections in Honey Bees (*Apis mellifera*). *Frontiers in Veterinary Science*, 6: 79.
3. Charistos, L., Parashos, N., Hatjina, F. (2015.): Long term effects of a food supplement HiveAlive™ on honey bee colony strength and *Nosema ceranae* spore counts. *Journal of Apicultural Research*, 54(5): 420-426.
4. DeGrandi-Hoffman, G., Wardell, G., Ahumada-Secura, F., Rinderer, T. E., Danka, R., Pettis, J. (2008.): Comparisons of pollen substitute diets for honeybees: consumption rates by colonies and effects on brood and adult populations. *Journal of Apicultural Research*, 47(4): 265–270.
5. Fries, I., Chauzat, M.-P., Chen, Y.-P., Doublet, V., Genersch, E., Gisder, S., Higes, M., McMahon, D. P., Martin-Hernandez, R., Natsopoulou, M., Paxton, R. J., Tanner, G., Webster, T. C., Williams, G. R. (2013.): Standard methods for *Nosema* research. *Journal of Apicultural Research*, 52(1): 1–28.
6. Huang, ZY., Robinson, G. (1996.): Regulation of honey bee division of labor by colony age demography. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 39: 147–158.
7. Human, H., Brodschneider, R., Dietemann, V., Dively, G., Ellis, J. D., Forsgren, E., Zheng, H.-Q. (2013.): Miscellaneous standard methods for *Apis mellifera* research. *Journal of Apicultural Research*, 52(4): 1–56.
8. Imdorf, A., Rickli, M., Kilchenmann, V., Bogdanov, S., Wille, H. (1998.): Nitrogen and mineral constituents of honey bee worker brood during pollen shortage. *Apidologie*, 29: 315-325.
9. Khoury, D. S., Barron, A. B., Myerscough, M. R. (2013.): Modelling Food and Population Dynamics in Honey Bee Colonies. *PLoS ONE*, 8(5): e59084.
10. Mattila, H., Otis, G. (2006.): Influence of pollen diet in the spring on the development of the honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies. *Journal of Economic Entomology*, 99: 604–613.
11. Meixner, M., Francis, R. M., Gajda, A., Kryger, P., Andonov, S., Uzunov, A., Topolska, G., Costa, C., Amiri, E., Berg, S., Bienkowska, M., Bouga, M., Büchler, R., Dyrba, W., Gurgulova, K., Hatjina, F., Ivanova, E., Janes, M., Kezic, N., Korpela, S., Le Conte, Y., Panasiuk, B., Pechhaker, H., Tsoktouridis, G.V., Wilde, J. (2014.): Occurrence of parasites and pathogens in honey bee colonies used in a European genotype-environment interactions experiment. *Journal of Apicultural Research*, 53(2): 215–229.
12. Mortensen, A. N., Jack, C. J., Bustamante, T. A., Schmehl, D. R., & Ellis, J. D. (2019.): Effects of supplemental pollen feeding on honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony strength and *Nosema* spp. infection. *Journal of Economic Entomology*, 112(1): 60-66.
13. Nabors, R. (2000.): The effects of spring feeding pollen substitute to colonies of *Apis mellifera*. *American Bee Journal*, 140: 322–323.
14. Puškadija, Z. (2011.): Promjene u sezonskoj strukturi medova kontinentalne Hrvatske kao posljedica klimatskih promjena. Prva nacionalna konferencija o strategiji vrednovanja kakvoće meda. Opatija, 8. travnja 2011.
15. Puškadija, Z., Spiljak, L., Kovačić, M. (2017.): Late winter feeding stimulates rapid spring development of carniolan honey bee colonies (*Apis mellifera carnica*). *Poljoprivreda*, 23(2): 73-77.
16. Schulz, D. J., Huang, Z.Y., Robinson, G.E. (1998.): Effects of colony food shortage on behavioral development in honey bees. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 42: 295-303.
17. Seeley, T. D., Visscher, P. K. (1985.): Survival of honey bees in cold climates: the critical timing of colony growth and reproduction. *Ecological Entomology*, 10: 81-88.
18. Standifer, L. N., Haydak, M. H., Mills, J. P., Levin, M. D. (1973.): Influence of pollen in artificial diets on food consumption and brood production in honey bee colonies. *American Bee Journal*, 113: 94-95.

## SUMMARY

The honey bee (*Apis mellifera* L.) is one of the most important pollinators. However, climate changes, along with diseases that cause loss of colonies, is recognized as one of the basic problems of beekeeping in the future. Dry summers and cold springs, if the beekeeper does not intervene, can lead to colony losses or slow spring development. In this study, over two seasons, the impact of stimulating spring feeding with protein patties on the development of honey bee colonies and the presence of nosema spores (*Nosema spp.*) was examined in a total of 1200 honey bee colonies located in 20 apiaries in continental Croatia. The results showed a decrease in the number of nosema spores in the colonies fed with protein patties, while no significant differences in the strength of the colonies (number of frames with bees and brood) were found between the groups.

Key words: honey bee, feeding, spring development, nosemosis