

Propolis a mikrobiota pszczoł miodnych zakażonych *Nosema ceranae*

Anna Żebracka¹, Kamil Żebracki², Anna Chmielowiec-Korzeniowska¹, Grzegorz Borsuk³

¹ Katedra Higieny Zwierząt i Zagrożeń Środowiskowych, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, Polska

² Katedra Genetyki i Mikrobiologii, Instytut Nauk Biologicznych, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin, Polska

³ Zakład Pszczelnictwa, Instytut Biologicznych Podstaw Produkcji Zwierzęcej, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, Polska

Wstęp

Pszczoły miodne (*Apis mellifera*) odgrywają kluczową rolę w ekosystemach i rolnictwie, lecz są narażone na wiele zagrożeń, m.in. infekcje pasożytnicze wywoływane przez *Nosema ceranae* [1]. Infekcja ta prowadzi do uszkodzenia nabłonka jelitowego, osłabienia odporności i skrócenia życia. Mikrobiota jelitowa pszczoł wspiera odporność i metabolizm, a jej zaburzenia mogą pogłębiać skutki infekcji [2]. Propolis, produkt pszczeli o właściwościach immunomodulujących, może stabilizować mikrobiotę i redukować skutki zakażenia [3].

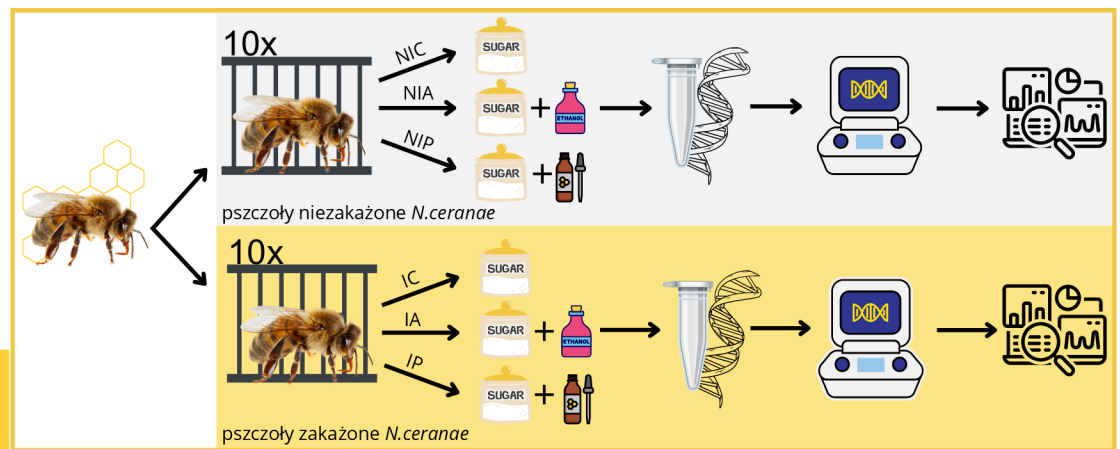
Celem badania było sprawdzenie, czy etanolowy ekstrakt propolisu (EEP) wpływa korzystnie na mikrobiotę pszczoł zakażonych *N. ceranae* oraz czy może ograniczyć skutki infekcji i negatywne działanie etanolu.

Wyniki

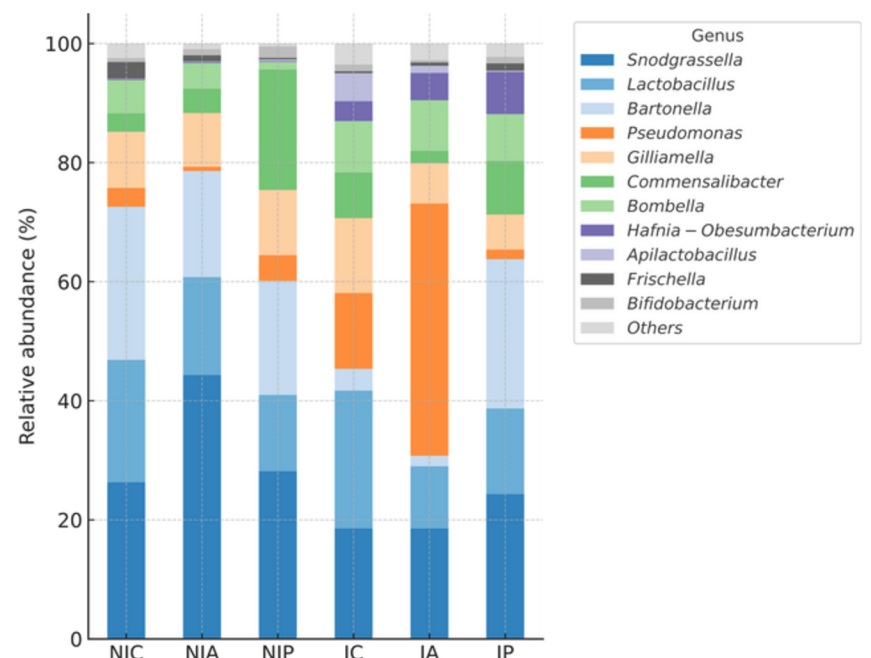
- Suplementacja etanolem znacząco podnosiła śmiertelność pszczoł (do ~91% w grupach zakażonych, $q < 0,001$) i negatywnie wpływała na mikrobiotę; EEP częściowo ograniczał te skutki.
- Zarówno infekcja, jak i suplementacja (alkohol, EEP) wpływały na skład mikrobioty (Ryc. 2).
- Wskaźniki różnorodności alfa (Chao1, Shannon, Simpson) nie różniły się istotnie między grupami, choć infekcja *N. ceranae* podwyższała wskaźniki Shannon i Simpson ($p < 0,05$).
- Analiza beta-różnorodności (NMDS, PERMANOVA) wykazała istotny wpływ infekcji na skład mikrobioty ($p = 0,019$), a interakcja infekcji z suplementacją była wysoce istotna ($p = 0,005$) (Ryc. 3).
- Analizy statystyczne (dwukierunkowa ANOVA lub ART ANOVA oraz odpowiednie testy post hoc) pozwoliły zidentyfikować rodzaje bakterii, których liczebność istotnie różniła się pomiędzy badanymi grupami ($q < 0,05$):
 - infekcja *N. ceranae* zwiększała liczebność bakterii kojarzonych z dysbiozą (*Blautia*, *Enterococcus*, *Morganella*, *Pseudomonas*);
 - suplementacja EEP wpływała istotnie na liczebność bakterii z rodzajów *Commensalibacter* i *Bifidobacterium* niezależnie od statusu infekcji;
 - zaobserwowano także interakcje między infekcją i suplementacją EEP w przypadku rodzajów *Pseudomonas* i *Bartonella*, co sugeruje modulujący wpływ EEP w obecności patogenu.

Materiały i metody

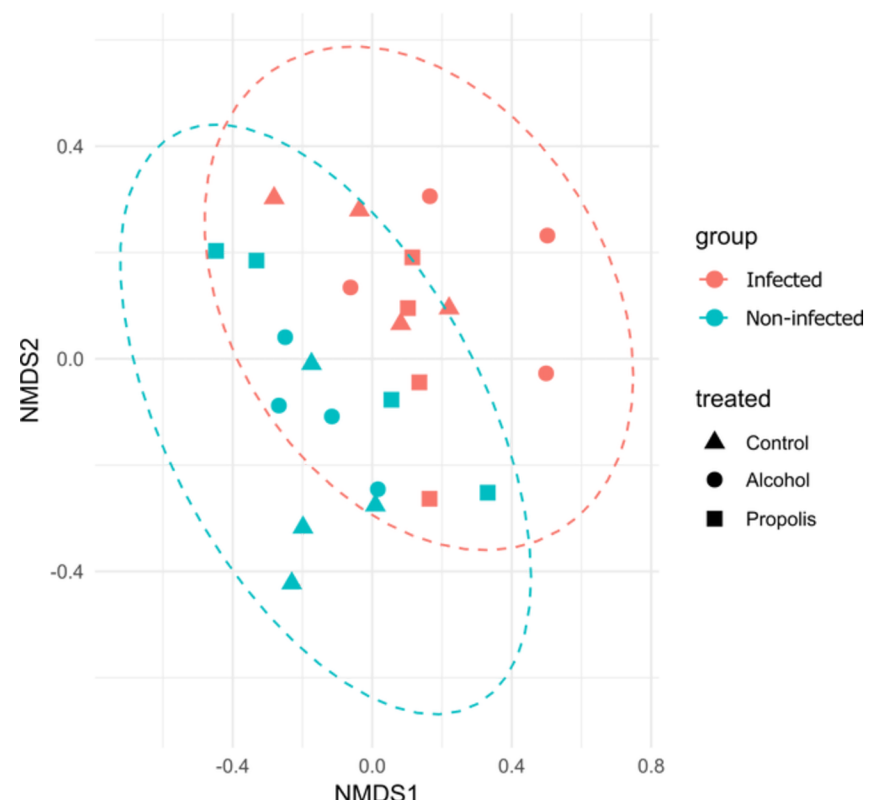
Eksperyment przeprowadzono na pszczołach utrzymywanych w warunkach laboratoryjnych (model klatkowy), podzielonych na sześć grup: zdrowe lub zakażone *N. ceranae*, z suplementacją etanolem, EEP lub tylko syropem cukrowym (Ryc. 1). Analizę mikrobioty wykonano poprzez sekwencjonowanie regionów V3–V4 genu 16S rRNA. Przeprowadzono również analizę przeżywalności.



Ryc. 1. Przebieg eksperymentu profilowania mikrobioty jelitowej pszczoły miodnej



Ryc. 2. Taksonomiczny skład mikrobioty jelitowej pszczoł na poziomie rodzaju
Stress = 0.164



Ryc. 3. Rozmieszczenie NMDS społeczności mikrobioty jelitowej pszczoł miodnych (dystans Bray–Curtis)

Literatura:

1. Carreck, N., & Williams, I. (1998). The economic value of bees in the UK. *Bee World*, 79(3), 115–123.
2. Panek, J., Paris, L., Roriz, D., Mone, A., Dubuffet, A., Delbac, F., Diogon, M., & El Alaoui, H. (2018). Impact of the microsporidian *Nosema ceranae* on the gut epithelium renewal of the honeybee, *Apis mellifera*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 159, 121–128.
3. Naree, S., Ellis, J. D., Benbow, M. E., & Suwannapong, G. (2021). The use of propolis for preventing and treating *Nosema ceranae* infection in western honey bee (*Apis mellifera* Linnaeus, 1787) workers. *Journal of Apicultural Research*, 60(5), 686–696.