

**Agrovoc descriptors:** parasitoids, food chains, hosts, trophic levels, semiochemicals

**Agris category codes:** H10

University of Ljubljana  
Biotechnical Faculty  
Department of Agronomy

COBISS koda 1.02

## Medsebojni vplivi trofičnih nivojev v prehranjevalni verigi parazitoidov

Katarina KOS<sup>1</sup>, Stanislav TRDAN<sup>2</sup>

Delo je prispelo 12. marca 2008; sprejeto 28. aprila 2008  
Received March 12, 2008, accepted April 28, 2008.

### IZVLEČEK

Prispevek predstavlja odnose med trofičnimi nivoji v prehranjevalni verigi parazitoidov. Z njihovim poznavanjem je mogoče lažje razumeti interakcije med organizmi, ki so za nas pomembni z gospodarskega in biološkega vidika. Vsi trofični nivoji so med seboj povezani s semiokemikalijami, ki služijo za komunikacijo med gostiteljskimi rastlinami in herbivori, parazitoidi, plenilci, hiperparazitoidi in drugimi organizmi v trofičnih nivojih. V prispevku je v besedi in sliki predstavljenih pet scenarijev prehranjevalnih verig parazitoidov.

**Ključne besede:** trofični nivoji, prehranjevalna veriga, parazitoidi, hiperparazitoidi, semiokemikalije, scenariji

### ABSTRACT

#### MUTUAL INFLUENCES OF TROPHICAL LEVELS IN FOOD CHAIN OF PARASITIDS

The paper introduces the relationships between trophic levels in food chain of parasitoids. With their familiarity it is possible much easier to understand the interactions between organisms, which are important from the economical and biological point of view. All trophic levels are connected between each others with semiochemicals, which serves for communication between host plants and herbivores, parasitoids, predators, hyperparasitoids and other organisms in trophic levels. In this contribution five scenarios of food chain of parasitoids are represented in written and illustrated forms.

**Key words:** trophic levels, food chain, parasitoids, hyperparasitoids, semiochemicals, scenarios

---

<sup>1</sup> Teach. Assist., B. Sc., Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana, e-mail: katarina.kos@bf.uni-lj.si

<sup>2</sup> Assist. Prof., Ph. D., ibid.

## **1 UVOD**

Prehranjevalno verigo sestavljajo trije pomembni členi: proizvajalci, porabniki in razkrojevalci. Med proizvajalce večinoma štejemo rastline, porabniki (ti lahko pripadajo različnim trofičnim nivojem) so lahko herbivori, karnivori ali omnivori, razkrojevalci pa krog zaključijo, saj razkrajajo rastlinske in živalske ostanke. Pri tem nastane v tleh organska snov, ki jo v anorganski obliki porabijo rastline (proizvajalci). Glavni cilj pri raziskavah tritrofičnih interakcij je ugotoviti ali je mogoče biotično varstvo rastlin kombinirati z odpornostjo gostiteljskih rastlin. Na ta način bi bilo namreč mogoče razviti učinkovit program okolju sprejemljivega zatiranja škodljivcev gojenih rastlin (Hare, 2002).

Hlapljive snovi imajo pomembno vlogo v trofičnih sistemih, ki vključujejo gostiteljske rastline, rastlinojede in parazitoide (ali plenilce), pa tudi sekundarne parazitoide (hiperparazitoide) in terciarne parazitoide. Tako lahko specifično lastnost rastlin, da privabljajo naravne sovražnike herbivorov, imenujemo kar posredna obramba rastlin pred škodljivci (Thompson, 1996). Rastline lahko posredno ali neposredno vplivajo na parazitoide ali plenilce, in sicer tako z morfološkimi lastnostmi (velikost rastline, oblika celotne rastline in posameznih delov, barva rastlin, fenološke razlike in lastnosti rastlinskega površja, kot je poraščenost ali povoskanost), kot tudi s semiokemikalijami, ki delujejo neposredno na naravne sovražnike.

Hlapljive semiokemikalije so pogosto atraktanti; ne le za herbivore, ampak tudi za naravne sovražnike. Nekatere od teh snovi se tvorijo v rastlinah, ne glede na to ali je rastlina poškodovana ali ne. Druge snovi se iz rastlin izločajo le ob mehanskih poškodbah ali pa se izločajo le ob prehranjevanju točno določene vrste herbivora. Alelokemikalije rastlin, ki jih sprejmejo herbivori, so lahko večkrat neugodne za naravne sovražnike. To se zgodi tedaj, ko se herbivor prilagodi rastlinskemu toksinom, parazitoid pa ne, ali pa posredno, ko rastlinski toksini vplivajo na manj intenzivno prehranjevanje herbivorov. Takšni gostitelji so manjši in predstavljajo manj kakovostno hrano za parazitoide. Po drugi strani pa lahko toksini oslabijo obrambne sposobnosti rastlinskih škodljivcev in s tem povečajo njihovo občutljivost na naravne sovražnike. To je ugodno tako za slednje, kot tudi posredno za rastline. Na njih vpliva tudi rastlinska diverziteta in gostota rastlin (Hare, 2002).

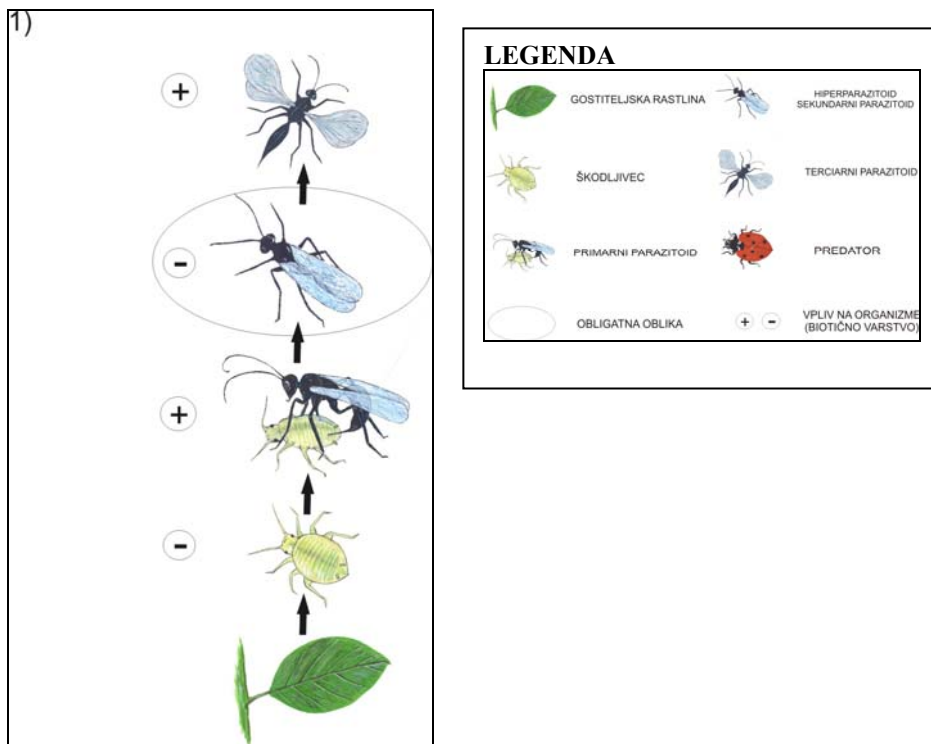
## **2 SCENARIJI RAZLIČNIH PREHRANJEVALNIH VERIG PARAZITOIDOV**

Hiperparazitoidi so sekundarni parazitoidi žuželk. Imajo izredno velik pomen ob razmnožitvi primarnih parazitoidov, saj predstavljajo četrti trofični nivo (Sullivan in Völkl, 1999). V biotičnem varstvu rastlin jih navadno obravnavamo kot negativni dejavnik, saj večinoma parazitirajo koristne primarne parazitoide rastlinskih škodljivcev. Poznamo tudi terciarne parazitoide, ki parazitirajo hiperparazitoide in izhajajo iz kompeticije med vrstami ali znotraj vrste.

Hiperparazitizem je lahko obligaten ali fakultativen (hiperparazitoidi se lahko razvijajo kot primarni ali kot sekundarni parazitoidi). Fakultativni hiperparazitoidi so nastali zaradi kompeticije med parazitoidi zaradi pomanjkanja gostiteljev –

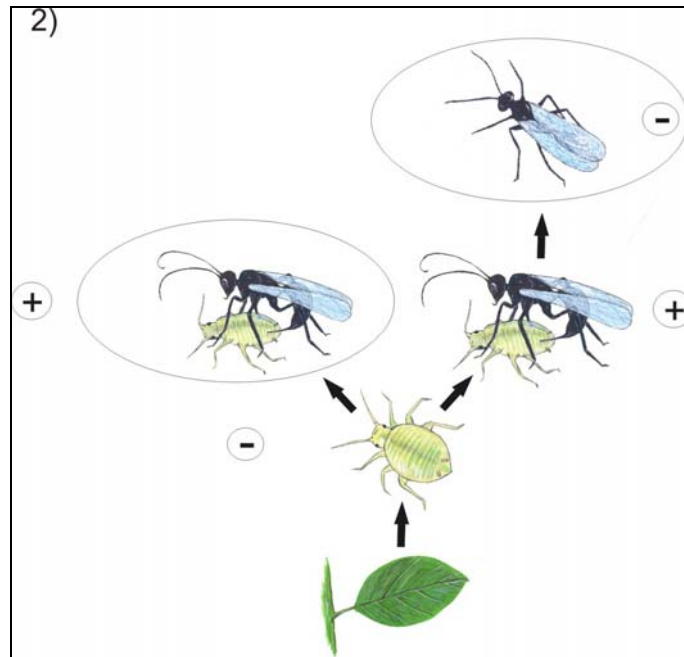
rastlinskih škodljivcev. V večini primerov je fakultativni hiperparazitizen interspecifičen. Heteronomne vrste iz družine Aphelinidae producirajo samice kot primarne parazitoide, samce pa kot hiperparazitoide (tudi na samicah iste vrste) (Godfray, 1994).

Kompleksnost prehranjevalne verige lahko ponazorimo s prikazom petih scenarijev, ki povezujejo gostiteljske rastline, rastlinojede in primarne, sekundarne ter terciarne parazitoide, ki so hkrati lahko tudi parazitoide drugih naravnih sovražnikov škodljivih organizmov (Hochberg in Ives, 2000). V nadaljevanju prikazujemo omenjene scenarije.



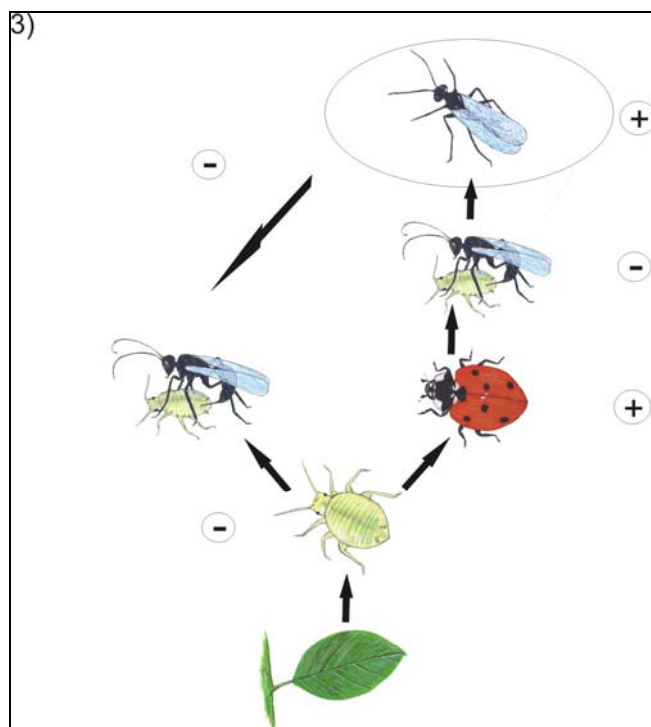
Slika 1: Preprosta linearna prehranjevalna veriga parazitoidov (K. Kos).

1. scenarij. Obligatni hiperparazitoide napadejo primarne parazitoide herbivorov (slika 1). Ta scenarij kaže tudi primer terciarnega parazitizma, ko hiperparazitoide napadejo drug drugega na naslednjem trofičnem nivoju. Tu imajo obligatni hiperparazitoide negativni vpliv na biotično varstvo, medtem ko so terciarni hiperparazitoide koristni.

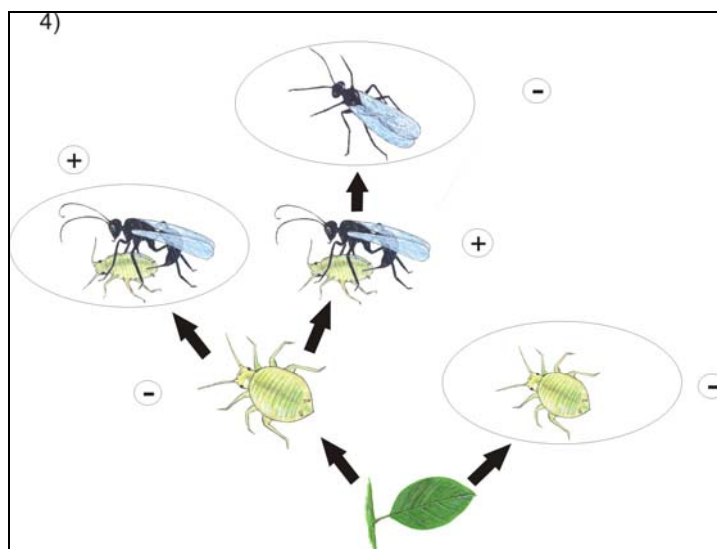


Slika 2: Enostavna veriga fakultativnih hiperparazitoidov. Pomen posameznih členov verige je opisan v legendi slike 1 (K. Kos).

2. scenarij. Ta odgovarja situaciji, kjer imajo hiperparazitoidi vlogo fakultativnih hiperparazitoidov, ki so lahko primarni ali sekundarni parazitoidi herbivorov (slika 2). Tako imajo lahko koristen ali negativen vpliv na herbivore. Čeprav se fakultativni hiperparazitoid lahko razvije kot primarni parazitoid, lahko deluje tudi kot sekundarni hiperparazitoid, pri čemer ima lahko ob namernem izpustu negativno vlogo (ga ne uporabljamo v biotičnem varstvu).
3. scenarij. V tem primeru se lahko vrsta razvije kot hiperparazitoid herbivora ali herbivorovega plenilca (slika 3). Vrsta *Prochiloneurus aegyptiacus* (Mercet) je lahko hiperparazitoid agrumovega volnatega kaparja (*Planococcus citri* [Risso]), saj izkorišča njegovega primarnega parazitoida, vrsto *Anagyrus pseudococci* (Girault). Lahko je tudi hiperparazitoid vrste *Homalotylus flaminus* (Dalman), ki je primarni parazitoid plenilske polonice *Chilocorus bipustulatus* (L.). Tako ima lahko hiperparazitoid vlogo koristnega organizma, saj napade primarnega parazitoida plenilca, ali pa ima negativno vlogo, ko napade primarnega parazitoida herbivora (Neuenschwander in sod., 1987).

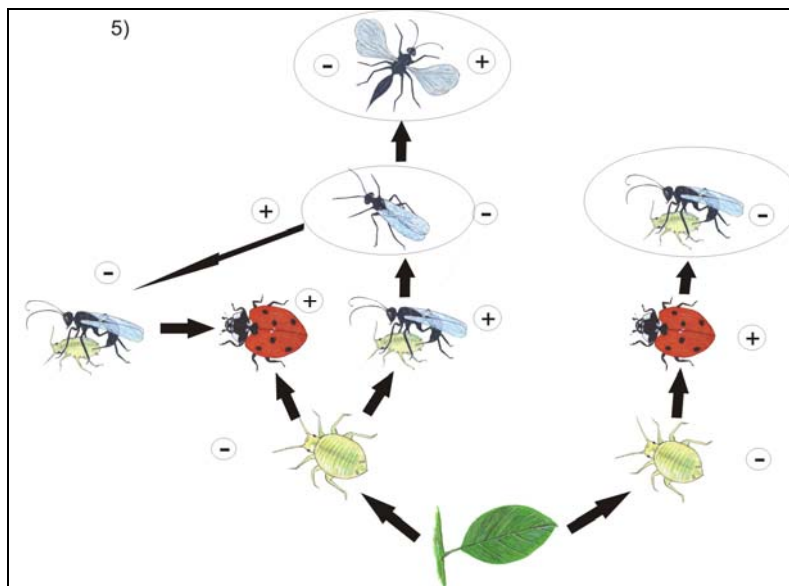


Slika 3: Druga oblika obligatnega hiperparazitizma. Pomen posameznih členov verige je opisan v legendi slike 1 (K. Kos).



Slika 4: Kompleksnost odnosov med hiperparazitoidi in njihovimi gostitelji. Pomen posameznih členov verige je opisan v legendi slike 1 (K. Kos).

4. scenarij. Grizlica *Eurytoma brunniventris* Ratzeburg lahko živi v šiškah osic iz družine Cynipidae in ima sposobnost hranjenja s tkivom rastlinskih šišk, parazitiranja povzročiteljev nastanka šišk (herbivorov) ali parazitiranja primarnih parazitoidov osic, ki povzročajo šiške (slika 4). Ta fakultativni idiobiont je ektoparazitoid in ima sposobnost, da izrablja kateregakoli od teh treh prehrabnih nivojev v istem mikrohabitatu. Tega je sposobnih le nekaj vrst iz rodov *Eurytoma* in *Sycophila* (Eurytomidae) (Gauld in Bolton, 1988).



Slika 5: Prilagodljivost vrste *Pachyneuron concolor* (Förster) na gostitelje. Pomen posameznih členov verige je opisan v legendi slike 1 (K. Kos).

5. scenarij. Opisuje fascinante gostiteljske odnose vrste *Pachyneuron concolor* (Förster) iz družine Pteromalidae, ki se razvija kot ektoparazitoid na bubah znotraj kokona ali na mumijah njenih drugih gostiteljev. Je polifagni obligatni hiperparazitoid kaparjev in primarni parazitoid plenilcev listnih uši. Razvije se lahko na vrsti *Microterys flavus* (Howard), parazitoidu kaparjev in na različnih vrstah primarnih parazitoidov plenilske polonice kaparjev, vrste *Chilocorus bipustulatus* Linnaeus. Lahko se razvije tudi kot fakultativni inter- ali intraspecifični terciarni hiperparazitoid ali kot primarni parazitoid predstavnikov iz rodu *Leucopis*, afidofagnih plenilcev iz reda dvokrilcev (Kfir in Rosen, 1981).

### 3 ZAKLJUČKI

Prikazani scenariji nakazujejo, da splošna predstavitev hiperparazitoidov, ki so postavljeni na sam vrh prehranjevalne verige, ne odseva vedno dejanskega dogajanja v naravi. Fakultativni hiperparazitoidi se lahko vključujejo v kompleksne trofične

odnose, ko lahko ena vrsta zasede dva, tri ali celo štiri različne nivoje (Memmott in Godfray, 1994).

Vsi organizmi v ekosistemu so med seboj biokemično povezani in ta odnos se izraža predvsem v prehranjevalnih verigah in mrežah. Najpreprostejša linearna prehranjevalna veriga vsebuje vsaj tri med seboj povezane trofične nivoje. V tej trofični interakciji se je član nižjega trofičnega nivoja prisiljen razvijati tako, da zmanjša hranjenje višjega trofičnega nivoja, medtem ko člani višjega trofičnega nivoja težijo k povečani porabi. Pomembna lastnost tritrofične interakcije je tudi, da imajo alternativni trofični nivoji v prehranjevalni verigi pogosto simbiotski odnos. Naravni sovražniki škodljivcev rastlinam koristijo, ko zmanjšujejo številčnost škodljivcev, medtem ko lahko rastline oslabijo škodljivce in jih tako naredijo bolj ranljive za naravne sovražnike (Price in sod., 1980).

Rastlinojedi so najpomembnejši člen v tritrofični interakciji, saj so v interakciji tako z gostiteljskimi rastlinami, kot tudi z naravnimi sovražniki. Herbivori proizvajajo semiokemikalije z namenom oslabitve rastline ali odvrnitve naravnega sovražnika (proizvajanje medene rose pri listnih ušeh privabi mravlje, ki jih varujejo pred plenilci). Herbivori proizvajajo tudi kairomone, ki privabijo naravne sovražnike. Leti navadno izkoriščajo feromone njihovega plena/gostiteljev. Alomoni lahko služijo herbivoru pri ustvarjanju ustreznega življenjskega habitata (žuželke z izločanjem kemikalij vplivajo na nastanek rastlinskih šišk, ki so vir hrane in obramba pred naravnimi sovražniki) (Ahmad in sod., 2004).

Tudi naravni sovražniki oddajajo sinomone, alomone (obramba ali pritegnitev plena) in kairomone, ki vplivajo tako na rastline, herbivore (škodljivec zazna te kairomone in pobegne, da se izogne napadu) kot tudi na naslednji trofični nivo (Ahmad in sod., 2004).

#### 4 ZAHVALA

Prispevek je nastal s finančno pomočjo Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS in podjetja Unichem d.o.o. v okviru projekta L4-1013-0481-08.

#### 5 VIRI

- Ahmad, F., Aslam, M., Razaq, M. 2004. Chemical ecology of insects and tritrophic interactions. *J. Res. (Science)*, 15: 181-190
- Hare, J.D. 2002. Plant genetic variation in tritrophic interactions. V: Tschamtker, T. in Hawkins, B.A. 2002. *Multitrophic level interactions*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.: 282 str.
- Gauld, I.D., Bolton, B. 1988. *The Hymenoptera*. Oxford, Oxford University Press: 332 str.
- Godfray, H.C.J. 1994. *Parasitoids. Behavioral and Evolutionary Ecology*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 488 str.

- Hochberg, M.E., Ives, A.R. 2000. Parasitoid population biology. Princeton, New Jersey, Princeton University Press: 366 str.
- Kfir, R., Rosen, D. 1981. Biology of the hyperparasite *Pachyneuron concolor* (Förster) (Hymenoptera: Pteromalidae) reared on *Microterys flavus* (Howard) in brown soft scale. J. Entomol. Soc. South. Afr. 44: 151-163
- Memmott, J., Godfray, H.C.J. 1994. The use and construction of parasitoid webs. V: Hawkins, B.A. in Sheehan, W. (ur.). Parasitoid Community Ecology, New York: Oxford University Press: 301-318.
- Neuenschwander, P., Hennessey, R.D., Herren, H.R. 1987. Food web of insects associated with the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae), and its introduced parasitoid *Epidinocarsis lopezi* (De Santis) (Hymenoptera: Encyrtidae), in Africa. Bull. Entomol. Res. 77: 177-189
- Price, P.W., Bouton, C.E., Gross, P., McPheron, B.A., Thompson, J.N., Weis, A.E. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plant on interactions between insect herbivore and natural enemies. Ann. Rev. Ecol. Syst. 11: 41-65
- Sullivan, D.J. in Völkl, W. 1999. Hyperparasitism. Multitrophic ecology and behavior. Annu. Rev. Entomol. 44: 291-315
- Thompson W.M. 1996. Plants and Parasitoids of Herbivorous Insects: A Mutually Beneficial Relationship.
- [http://www.colostate.edu/Depts/Entomology/courses/en570/papers\\_1996/thompson.html](http://www.colostate.edu/Depts/Entomology/courses/en570/papers_1996/thompson.html)  
(20.4.2007).