

## THE FOOD PREFERENCES OF ASIAN LADY BEETLE *HARMONIA AXYRIDIS*

### POTRAVNÍ PREFERENCE SLUNÉČKA VÝCHODNÍHO *HARMONIA AXYRIDIS*

Šenkeříková P.<sup>1</sup>, Nedvěd O.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Zoology, Fisheries, Hydrobiology and Apiculture, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1/1665, 613 00 Brno, Czech Republic

<sup>2</sup>Department of Zoology, Faculty of Science, University of South Bohemia, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, Czech Republic

<sup>3</sup>Institute of Entomology, Academy of Sciences, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, Czech Republic

E-mail: xsenkeri@node.mendelu.cz, nedved@prf.jcu.cz

---

#### ABSTRACT

Survey of food preferences of Asian ladybird *Harmonia axyridis* included two-choice and no-choice tests. Wingless females of aphids *Acyrtosiphon pisum*, *Aphis fabae cirsiacanthoidis* and *Aphis sambuci* were offered to twenty-four hours starving ladybirds. No-choice tests we conducted only with adults. We gave them 20 individuals of one aphid species and we found that ladybirds fed most number of *A. pisum*. In two-choice test, we combined pairs of studied species: *A. f. cirsiacanthoidis* × *A. pisum*, *A. pisum* × *A. sambuci*, *A. sambuci* × *A. f. cirsiacanthoidis*. We put 10 aphids of each of the two species combined into a plastic Petri dish and then we introduced one ladybird adult or larva. We made 20 replicates with adults. We found that there was statistical difference only in the combination *A. sambuci* vs. *A. f. cirsiacanthoidis*, where males consumed more individuals of the toxic aphid *A. sambuci*. For this combination, we then made 20 replicates with larvae who preyed in contrast with males more of the suitable food *A. f. cirsiacanthoidis* than toxic *A. sambuci*. We also studied the influence of contrasting background on food choice in adults. We used both tests and all combinations. We found that females did not prefer any aphid species, except for the black *A. f. cirsiacanthoidis* being consumed more often than the green *A. pisum* on black background. Because they consumed much more *A. pisum* in no-choice experiment on both backgrounds, the difference in choice experiment is very strong and its polarity surprising.

**Key words:** ladybird, Coccinellidae, *Harmonia axyridis*, prey, aphid

**Acknowledgments:** The study was supported by grant No. QH82047 from the Ministry of Agriculture.

## ÚVOD

*Harmonia axyridis* Pallas, 1773 je slunéčko náležící k tribu Coccinellini z čeledi Coccinellidae. Oblastí jeho původu je Asie s pravděpodobným rozšířením od pohoří Altaj na západě k pobřeží Tichého oceánu na východě a od jihu Sibíře na severu až po jižní Čínu na jihu (Koch 2003). Mezi lety 1916 až 2003 se pro svou vysokou žravost a plodnost stalo hojně vyhledávaným predátorem využívaným v biologické ochraně rostlin (Brown et al. 2008, Vondrášková 2009). Za účelem regulace mšic a červců bylo záměrně introdukováno v Severní Americe i Evropě. Komerčně využívaní jedinci pocházeli z laboratorních chovů, proto se nepředpokládalo jejich okamžité přizpůsobení vnějším podmínkám. V průběhu několika let se však začala *H. axyridis* usazovat ve volné přírodě a následně se migrací rozptylovat do nových zemí. Ke zvýšení hodnoty fitness, lepší lokální adaptaci a rychlejšímu tempu růstu populace přispěli přeživší jedinci, u nichž došlo k postupnému odstranění škodlivých recesivních alel. Po dosažení nosné kapacity prostředí se zvýšila míra rozptylu a došlo k disperzi jedinců za novými zdroji (Brown et al. 2008). Studie tohoto druhu ukázaly, že kromě schopnosti slunéčka rychle osidlovat velké plochy se také často stává dominantním druhem v mšičožravém cechu (Adriaens 2003).

Potravní spektrum *Harmonia axyridis* je velmi široké, živí se zástupci hmyzích skupin Aphididae, Psyllidae, Coccoidea, Tetranychidae, nedospělými stadii Chrysomelidae, Curculionidae, Lepidoptera, popřípadě pylem, nektarem a zralými plody ovoce (Koch 2003). Laboratorně prováděnými pokusy a pozorováními ve volné přírodě bylo zjištěno, že jsou slunéčka schopna reagovat na pach zdravých i mšicemi napadených listů. Čichové podněty jim pomáhají vybírat místa s pravděpodobným výskytem mšic. Zaznamenána byla také schopnost *H. axyridis* používat vizuální podněty, jako je pohled na zelené listy (Obata 1997). Nicméně toto se v dalších pokusech nepotvrdilo. Harmon et al. (1998) použili pro výzkum vnímání barev růžové a zelené morfotypy mšice *Acyrtosiphon pisum* v kombinaci s bílým, červeným a zeleným pozadím. Výsledky jejich pokusů ukazují, že spotřeba mšic obou barev slunéčkem *H. axyridis* nezávisela na barvě pozadí. Ve všech případech pozřelo více růžových mšic, což napovídá tomu, že se spíše než zrakovými podněty řídí jinými smysly.

Smyslové vnímání kořisti *H. axyridis* má také vliv na pářící chování a kladení vajíček. Páření schopní samci míjejí často kolonie mšic bez povšimnutí a pravděpodobně je využívají jako signalizaci přítomnosti samic. Za nepříznivých potravních podmínek odmítají samičky *H. axyridis* kopulaci daleko častěji než samice, které mají potravy nadbytek. Vysvětlením může být snaha zachování energie a času při vyhledávání další potravy (Obata 1997), ale i fakt, že pokud by byly samičky oplozeny a kladly vajíčka v blízkosti slábnoucí populace mšic, vylíhlé larvy by

v důsledku vyhladování nepřežily (Koch 2003). Larvy *H. axyridis* mohou za celý svůj vývoj pozřít 600 až 1 000 mšic. Dospělci konzumují v průměru 70 až 90 mšic za den (Andrýsová 2008). Nicméně v těchto údajích se jednotliví autoři liší, např. podle Vondráškové (2009) může dospělec zkonsumovat 90 až 270 mšic za den, Koch (2003) zase uvádí hodnoty pro dospělé od 15 do 65 mšic s tím, že samice zkonsumují více potravy než samci, přičemž záleží na druhu kořisti. Přesto, že je *H. axyridis* polyfág, byly pro něj některé druhy kořisti shledány rovněž jako toxické, např. mšice *Aulacorthum magnoliae* Essig a Kuwana, 1918; *Aphis sambuci* Linnaeus, 1758 nebo *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Hodek, Evans 2012).

Naše studie, v rámci kterých jsme sledovali míru potravní preference sluněčka *Harmonia axyridis* pro tři druhy mšic s rozdílnou nutriční hodnotou, probíhaly od 26.5.2011 do 17.6.2011 formou laboratorních pokusů. Výzkumy byly prováděny na Katedře zoologie Přírodovědecké fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

## MATERIÁL A METODIKA

Pro realizaci pokusů jsme použili:

- Dospělce *Harmonia axyridis*, které jsme sbírali na keřích v okolí Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Chycené jedince jsme shromažďovali ve sklenici o objemu 0,5 l a poskytovali jim buničinu s vodou a potravu. Sklenici jsme umístili do inkubátoru s nastavenou teplotou  $25 \pm 0,5$  °C a fotoperiodou 18L:6D. Před zahájením pokusu jsme odebrali stejný počet samců i samic a umístili je zvlášť do velkých Petriho misek. Takto oddělené jedince jsme nechali 24 hodin hladovět, aby se maximalizovala jejich motivace shánět si potravu.
- Larvy *Harmonia axyridis* ve čtvrtém instaru, které pocházely z laboratorních chovů udržovaných na mšici *Acyrtosiphon pisum*. Abychom měli jistotu, že jsou všechny larvy zahrnuté do pokusů stejně staré, odebrali jsme z chovu larvy třetího instaru a umístili je zvlášť do malých Petriho misek. Larvy jsme pravidelně kontrolovali a po dobu, než se svlékly do instaru čtvrtého, jsme je krmili běžnou stravou. Čerstvě svlečené jedince jsme nechali 24 hodin hladovět.
- Bezkrídle samice tří druhů mšic: kyjatka hrachová *Acyrtosiphon pisum*, mšice pustorylová *Aphis fabae cirsiacanthoidis* náležící k široce variabilnímu druhu *Aphis fabae*, mšice bezová *Aphis sambuci*

Pro výzkum potravní preference jsme zvolili dvouvýběrový a nevýběrový test. Dvouvýběrový test jsme využili k určení míry preference, jakou vykazují dospělci a larvy *H. axyridis* pro jednotlivé druhy kořisti. V rámci tohoto testu jsme vytvořili dvojice zkoumaných druhů: *A. f. cirsiacanthoidis* × *A. pisum*, *A. pisum* × *A. sambuci*, *A. sambuci* × *A. f. cirsiacanthoidis*. Do středně velkých (9 cm) plastových Petriho misek jsme od každého druhu mšice z testované dvojice vložili 10 jedinců

(dohromady 20 mšic) a k nim přidali po jednom dospělci nebo larvě sluněčka. S dospělci jsme pro každou dvojici vytvořili 20 opakování, tzn. 10 opakování se samicemi a 10 opakování se samci (ve všech opakováních bylo souhrnně použito 60 dospělců). Larvy jsme pozorovali pouze v kombinaci *A. f. cirsiacanthoidis* × *A. sambuci* a vytvořili jsme s nimi 20 opakování.

Nevýběrový test jsme zakládali současně s výběrovým testem. Sloužil nám k ověření množství zkonzumované potravy. Použity byly stejné postupy jako u dvouvýběrového testu až na to, že jsme každému dospělci poskytli 20 samic od jednoho druhu mšice. Nevýběrový test jsme uskutečnili pouze s dospělci. Kromě pokusů prováděných bez podkladu (průhledné dno Petriho misek) jsme vytvořili také opakování s černou a zelenou podložkou. Vliv kontrastního prostředí na výběr potravy jsme sledovali jen u dospělců. Využili jsme oba testy a všechny kombinace.

Dvouvýběrový i nevýběrový test probíhal v inkubátoru při 25 °C, osvětlení a po dobu 6 hodin. Zkonzumované mšice nebyly během pokusu doplňovány novými. Po uplynutí stanoveného času jsme nejprve ze všech misek odebrali predátory a následně spočítali množství zkonzumované kořisti. Spočítali jsme počet mšic každého druhu, které byly zkonzumovány částečně, počet mšic, které byly vysáty, přičemž kutikulu sluněčko nekonzumovalo, a počet netknutých mšic. Počet mšic zcela zkonzumovaných byl vypočten jako rozdíl počtu mšic do pokusu vcházejících a počtů jednotlivých výše spočítaných kategorií na konec pokusu. Navíc jsme spočítali počet tzv. ekvivalentních zkonzumovaných mšic, což byl počet mšic zcela zkonzumovaných plus polovina počtu mšic zkonzumovaných částečně plus polovina mšic vysátých.

## VÝSLEDKY

V nevýběrovém testu zkonzumovali samci přibližně stejné množství potravy jako samice (4,3 ekvivalentní mšice,  $Z < 0,01$ ;  $p > 0,99$ ) s tím rozdílem, že samice měly tendenci požírat mšice celé, zatímco samci je ve většině případů jen vysávali, takže kutikula mšic zůstávala obvykle nedotčená (4,4 mšice na samce, 1,6 mšice na samici,  $Z = 3,31$ ;  $p = 0,0009$ ). V nevýběrovém experimentu požírali dospělci nejvíce mšice *Acyrtosiphon pisum* (6,6 ekvivalentní mšice), následovala mšice *Aphis fabae cirsiacanthoidis* (3,7 ekvivalentní mšice) a nejméně konzumovali mírně toxickou mšici *Aphis sambuci* (2,8 ekvivalentní mšice, Graf 1). Rozdíly mezi druhy mšic byly velmi významné ( $H(2, N = 60) = 24,3$ ;  $p < 10^{-4}$ ). Z celkového počtu zabitých mšic dospělci vysáli v průměru 58 % jedinců mšice *A. pisum*, 26 % *A. f. cirsiacanthoidis* a 48 % *A. sambuci*.

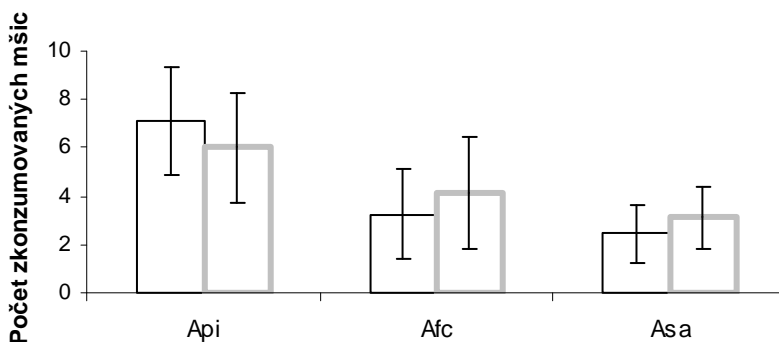
Ve dvouvýběrových testech jsme zaznamenali významný rozdíl pouze u kombinace *Aphis sambuci* vs. *Aphis fabae cirsiacanthoidis*, kde samci konzumovali více toxické mšice *A. sambuci* než *A. f. cirsiacanthoidis* (1,7 vs. 0,7 ekvivalentní mšice,  $Z = 2,01$ ;  $p = 0,04$ ). Ve zbylých kombinacích nepreferovali dospělci žádnou z přítomných mšic (Graf 2). Kombinaci *A. sambuci* vs. *A. f. cirsiacanthoidis* jsme použili také pro larvy, které požíraly narozdíl od dospělců podstatně více *A. f. cirsiacanthoidis* než *A. sambuci* (1,9 vs. 0,8 ekvivalentní mšice,  $Z = 2,71$ ;  $p = 0,0066$ ). Larvy konzumovaly většinou celé mšice.

Při porovnání jednovýběrových a dvouvýběrových testů jsme zjistili, že celkové množství zkonzumovaných mšic v rámci kombinací dvouvýběrových testů bylo přibližně stejné jako průměry obou mšic v nevýběrových testech (5,0 ekvivalentní mšice u *A. pisum* + *A. f. cirsiacanthoidis*, 4,4 ekvivalentní mšice u *A. pisum* + *A. sambuci* a 2,9 ekvivalentní mšice u *A. f. cirsiacanthoidis* + *A. sambuci*). Sání jako způsob konzumace bylo opět méně časté u *A. f. cirsiacanthoidis* než u dalších dvou druhů.

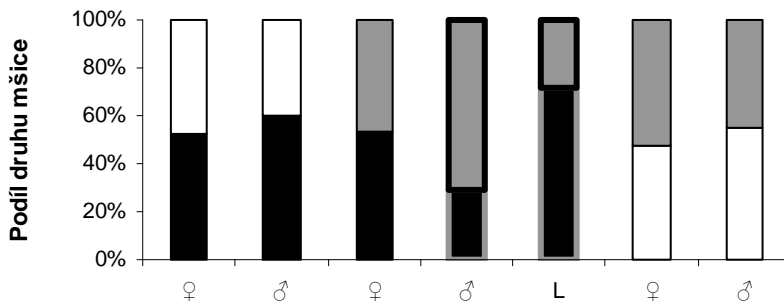
V nevýběrových testech, které jsme pro slunéčko *Harmonia axyridis* vytvořili s barevnými podložkami, se od sebe počty ekvivalentních mšic zkonzumovaných samicemi příliš nelišily: 7,9 (zelená) a 7,3 (černá) u mšice *A. pisum*, 4,3 a 4,5 u mšice *A. f. cirsiacanthoidis* a 3,3 a 2,7 u mšice *A. sambuci*. Stejně tomu bylo při porovnání nevýběrových testů s barevnými podklady a bez nich.

Ve dvouvýběrových testech, kde jsme použili barevné podklady, nevykazovaly samice *H. axyridis* preferenci pro žádné druhy mšic podobně jako u dvouvýběrových testů bez barevných podkladů. Výjimku tvořila černá mšice *A. f. cirsiacanthoidis*, která byla na černém podkladu konzumována daleko častěji než zelená mšice *A. pisum* (5,6 ekvivalentní mšice a 2,9 ekvivalentní mšice,  $Z = 3,20$ ;  $p = 0,0014$ , Graf 3). Podobně jako v předchozím experimentu vykazovala slunéčka stejný poměr vysátých a zcela zkonzumovaných mšic.

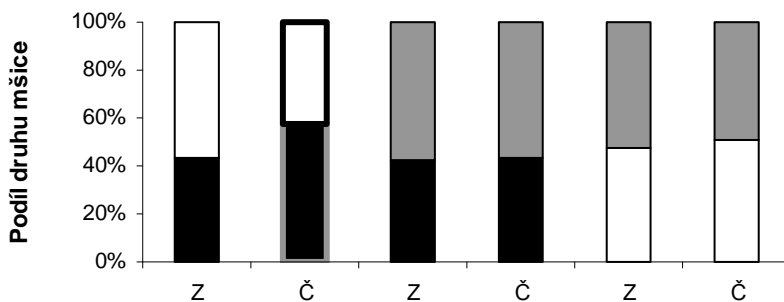
*Graf 1 Průměrný počet ( $\pm SD$ ) mšic Acyrthosiphon pisum (Api), A. f. cirsiacanthoidis (Afc), Aphis sambuci (Asa) konzumovaných samci (vlevo) a samicemi (vpravo, šedý sloupec) slunéčka Harmonia axyridis v nevýběrových testech, během 6 hodin (upraveno podle Šenkeříková a Nedvěd, 2012).*



Graf 2 Poměr mšic *Acyrtosiphon pisum* (bílá), *A. f. cirsiacanthoidis* (černá), *Aphis sambuci* (šedá) zkonsumovaných samicemi (♀), samci (♂) a larvami (L) sluněčka *Harmonia axyridis* ve dvouvýběrových testech, během 6 hodin. Kombinace s významnými odchylkami do 50 % jsou orámované (upraveno podle Šenkeříková a Nedvěď, 2012).



Graf 3 Poměr mšic *Acyrtosiphon pisum* (bílá), *A. f. cirsiacanthoidis* (černá), *Aphis sambuci* (šedá) zkonsumovaných samicemi sluněčka *Harmonia axyridis* ve dvouvýběrových testech se zelenými (Z) a černými (Č) podklady, během 6 hodin. Kombinace s významnou odchylkou do 50 % je orámovaná (upraveno podle Šenkeříková a Nedvěď, 2012).



## ZÁVĚR

Množství mšic jednotlivých druhů (*Acyrtosiphon pisum*, *Aphis fabae cirsiacanthoidis* a *Aphis sambuci*), zkonzumovaných sluněčky *Harmonia axyridis* během nevyběrového testu, bylo výrazně odlišné což by mohlo poukazovat na jejich různou vhodnost či oblíbenost. Sluněčka upřednostňovala především mšici *A. pisum*, nicméně v nevyběrových testech, kde jsme použili barevné podklady, byla černá mšice *A. f. cirsiacanthoidis* na černém podkladu konzumována překvapivě častěji než zelená mšice *A. pisum*. V souladu s našimi předpoklady byla toxická mšice bezová (*A. sambuci*) konzumována nejméně. Dále z výsledků vyplývá, že samci zkonzumovali přibližně stejné množství potravy jako samice s tím rozdílem, že samice měly tendenci požírat mšice celé, zatímco samci je ve většině případů jen vysávali.

Ve dvouvýběrových testech většinou nevyšel rozdíl mezi mírou konzumace různých druhů mšic. Sluněčka nebyla schopná rozpoznat jejich vhodnost a nekopírovala množství zkonzumované v nevyběrovém testu. Statisticky významný byl jediný rozdíl, kdy samci konzumovali více toxické mšice *A. sambuci* než *A. f. cirsiacanthoidis*, zatímco larvy naopak méně. Vysvětlujeme si to tak, že samcům stačí k přežití i méně vhodná potrava, zatímco larvy k vývoji musejí mít potravu kvalitní. Vyšší konzumace toxické mšice *A. sambuci* byla zaznamenána také při studiu potravní preference sluněčka sedmitečného *Coccinella septempunctata* (Nedvěd a Salvucci 2008). Je možné, že tato mšice spoléhá na svou toxicitu a má méně vyvinuté další obranné mechanismy, takže v krátkém pokusu, než se toxicita projeví fyziologicky, je snadněji lovena. Význam má zřejmě v první řadě obranná reakce a mobilita kořisti, energetické náklady a rizika, která souvisí s ulovením kořisti (Provost et al. 2006) a až poté chuť spolu s výživovou hodnotou (Hodek 1993).

## LITERATURA

- Adriaens T., Branquart E., Maes D., 2003: The multicoloured asian ladybird *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae), a threat for native aphid predators in Belgium?. Belg. J. Zool., 133 (2): 201–87.
- Andrýsová K., 2008: Asijské sluněčko *Harmonia axyridis* – pomocník, nebo vetřelec?. Databáze online [cit. 2009-09-18]. Dostupné na: <<http://jarojaromer.cz/invaze/akce/soutez08/13.doc>>
- Brown P.M.J., Adriaens T., Bathon H., Cuppen J., Goldarazena A., Hägg T., Kenis M., Klausnitzer B.E.M., Kovář I., Loomans A.J.M., Majerus M.E.N., Nedvěd O., Pedersen J., Rabitsch W., Roy H.E., Ternois V., Zakharov I.A., Roy D.B., 2008: *Harmonia axyridis* in Europe: spread and distribution of a non-native coccinellid. BioControl, 53: 5–21.
- Harmon P.J., Losey E.J., Ives A.R., 1998: The role of vision and color in the close proximity foraging behavior of four coccinellid species. Oecologia, 115: 287–292.
- Hodek I., 1993: Habitat and food specificity in aphidophagous predators. Biocontrol Science and Technology, 3: 91–100.

Hodek I., Evans E.W., 2012: Food relationships. In: Hodek I., van Emden H.F., Honěk A. (eds.), Ecology and Behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae), Wiley–Blackwell, 141–274.

Koch R.L., 2003: The multicolored Asian lady beetle, *Harmonia axyridis*: A review of its biology, uses in biological kontrol, and non-target impacts. Journal of Insect Science, 32 (3): 1–16.

Nedvěd O., Salvucci S., 2008: Ladybird *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) prefers toxic prey in laboratory choice experiment. Eur. J. Entomol, 105: 431–436.

Obata S., 1997: The influence of aphids on the behaviour of adults of the ladybird beetle, *Harmonia axyridis* (Col.: Coccinellidae). Entomophaga, 42 (1/2): 103–106.

Provost C., Lucas É., Coderre D., Chouinard G., 2006: Prey selection by the lady beetle *Harmonia axyridis*: the influence of prey mobility and prey species. Journal of Insect Behavior, 19 (2): 265–277.

Šenkeříková P., Nedvěd O., 2012: Preference among three aphid species by predatory ladybird beetle *Harmonia axyridis* in laboratory. IOBC Bulletin 81:

Vondrášková Š., 2009: Využití dravého hmyzu v biologické ochraně rostlin. Databáze online [cit. 2009-08-24]. Dostupné na:

<<http://www.agronavigator.cz/UserFiles/File/Vyuit%20dravho%20hmyzu%20v%20biologick%20ochran%20rostlin.pdf>>