

Škůdci na obilninách a jejich přirození nepřátelé



Metodika

**A. Honěk, Z. Martinková, H. Platková,
P. Saska, J. Skuhrovec**

Barevné ilustrace: M. Kocián

**Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Praha – Ruzyně**

2021

Škůdci na obilninách a jejich přirození nepřátelé



Metodika

**A. Honěk, Z. Martinková, H. Platková,
P. Saska, J. Skuhrovec**

Barevné ilustrace: M. Kocián

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Praha – Ruzyně

2021

Dedikace

Certifikovaná metodika je závazným výsledkem projektu QK 1910281 " Zavedení cílené ochrany porostů obilnin proti hmyzím škůdcům v precizním zemědělství", NAZV, MZe ČR. Výsledek byl spolufinancován z projektu institucionální podpory na rozvoj VÚRV, v.v.i, č. rozhodnutí RO0418 MZe ČR.

Metodice bylo uděleno osvědčení UKZUZ 228661/2021 o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací.

O uplatnění metodiky byla uzavřena smlouva s uživatelem č. 19/2021 podle ustanovení § 1746 odst. 2 zákona č. 89/2012 Sb., občanského zákoníku.

Oponentky:

Prof. RNDr. Milada Holecová, CSc.,

Přírodovědecká fakulta, Katedra zoologie, Univerzita Komenského v Bratislavě.

Ing. Jana Patočková, Ph.D.,

Oddělení metod monitoringu a prognóz výskytu škodlivých organismů, ÚKZÚZ, Brno.

Kontakt na autory: honek@vurv.cz, martinkova@vurv.cz, platkova.hana@gmail.com, saska@vurv.cz, skuhrovec@vurv.cz

Vydal: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha, 2021

ISBN je 978-80-7427-363-6

Náklad: 300 ks

© A. Honěk, Z. Martinková, H. Platková, P. Saska, J. Skuhrovec

© ilustrace: M. Kocián

Grafická úprava a návrh obálky: M. Kopecký

Tisk: SIGNPEK s.r.o.

Vydáno bez jazykové úpravy

OBSAH

I.	Úvod	6
II.	Cíl metodiky	6
III.	Vlastní popis metodiky	7
III.	1 Škůdci na obilninách	7
III	1.1 Mšice	7
III	1.2 Další škůdci obilnin	16
III	2 Přirození nepřátelé škůdců	20
III	2.1 Rozdělení a význam	20
III	2.2 Významné druhy	24
IV.	Srovnání novosti postupů	30
V.	Popis uplatnění certifikované metodiky	30
VI.	Ekonomické aspekty spojené s uplatněním metodiky	30
VII.	Seznam použité literatury	31
VIII.	Seznam publikací, které předcházely metodice	34
IX.	Obrazová příloha	35

I. Úvod

Názory na význam a škodlivost hmyzích druhů v zemědělské výrobě se mění v čase. Tyto proměny lidského hodnocení závisejí na objektivních příčinách, jako je skladba pěstovaných plodin a výběr kultivarů, agrotechnika a dlouhodobé změny početnosti populací jednotlivých druhů škůdců. Podílejí se však na nich i příčiny sociální, například politické zájmy na subvencování jednotlivých odvětví zemědělské výroby, výnosy a ceny komodit a v neposlední řadě i čistě subjektivní, psychologické faktory související s úrovní vzdělanosti a pozorností veřejnosti.

Při četbě starších příruček ochrany rostlin se setkáme zcela jistě s tvrzením, že k vážným škůdcům obilnin patří mšice. V druhé polovině minulého století byly mšice skutečně významným faktorem snížení výnosu obilnin a jejich počty v některých letech několiknásobně překračovaly práh ekonomické škodlivosti. V současné době se však výskyt obilních mšic značně snížil. Vzniká otázka, zda jde o trvalý ústup, nebo je možno očekávat nové období škodlivých výskytů. Jak se na tuto možnost připravit?

Kromě mšic se na obilninách vyskytuje řada dalších druhů škůdců. Jejich význam pro zemědělskou výrobu se rovněž během času mění. Stojí za to upozornit na druhy, které mohou významně ovlivnit produkci obilnin v současnosti. Jejich vliv na výnos je v současných podmínkách většinou nevýrazný. Je tomu tak proto, že spolehlivým, nikoli však neškodným prostředkem pro kontrolu těchto druhů škůdců jsou chemické způsoby ochrany. Pro jejich užití jsou v současné době příznivé okolnosti protože náklady na jejich použití jsou nízké v poměru k výšce výnosů a cenám komodit. Nedostatečně je proto oceňován význam přirozených nepřátel škodlivých druhů – hmyzích dravců a parazitoidů. Všímáme si proto i těchto v současnosti podceňovaných faktorů ochrany obilnin proti škůdcům.

Metodika popisuje hlavní druhy obilních mšic a dalších škůdců, v některých případech také metody zjišťování jejich populační hustoty a stanovení prognózy populačního vývoje. Dále pojednává o využití a zvýšení účinnosti přirozené biologické složky ochrany proti nim.

II. Cíl metodiky

Metodika shrnuje především nové výsledky a zkušenosti autorského kolektivu, který dlouhodobě studuje biologii některých škůdců obilnin a jejich přirozených nepřátel. Cílem je seznámit čtenáře s nově získanými výsledky, dosud v populární literatuře nepřístupnými (poslední metodická příručka vyšla v roce 2017). Metodika má upozornit na vybrané druhy škůdců, poskytnout návod jak je rozeznat, v některých případech zjistit jejich aktuální počty v porostech obilnin a v rámci možností současného poznání předpovědět další vývoj jejich abundance v daném porostu a odhadnout snížení výnosu. Dalším cílem je rekapitulace možností ochrany s důrazem na využití přirozených nepřátel. Třetí cíl je osvětový. Metodika umožňuje přístupným způsobem porozumět biologii a procesům populačního vývoje škůdců obilnin (především mšic) tak, aby čtenář nezůstal jen slepým uživatelem nezdůvodněných praktických návodů, ale sám se mohl kriticky rozhodovat podle okamžité situace.

III. Vlastní popis metodiky

III. 1 ŠKŮDCI NA OBILNINÁCH

III. 1.1 Mšice

Za nejvýznamnější škůdce na obilninách lze v současnosti považovat mšice, které jsou ekonomicky významné v některých ročnících, naposledy v letech 2009, 2011 a 2012 (Honěk et al., 2020). Proto jim věnujeme hlavní pozornost uvádíme nejprve popis druhů, pak významné detaily jejich biologie a praktické pokyny pro ochranu. Všechny významné druhy mšic napadající obilniny se vyskytují na pšenici. Tyto druhy se, kromě malého počtu výjimek, vyskytují i na ostatních druzích obilnin, avšak druhy typické pouze pro jiné druhy obilnin neexistují. Počet druhů vyskytujících se v porostech pšenice ve světě je překvapivě vysoký. Pšenice je hostitelskou rostlinou pro 33 druhů mšic, jejichž populace se na ní mohou alespoň po krátkou dobu rozmnožovat. Pro některé z těchto druhů je však pšenice jen hostitelem příležitostným, okrajovým a nepreferovaným. Kromě těchto druhů byl dočasný pobyt na obilninách doprovázený sáním bez rozmnožování pozorován u dalších 13 druhů mšic. Mezi ně patří i druhy široce polyfágní, které z nouze po krátkou dobu mohou přežít na různých náhradních hostitelských rostlinách. V našich podmínkách je to především mšice broskvoňová, *Myzus persicae* (Sulzer, 1776). Z počtu druhů, pro něž se může pšenice stát krátkodobou nebo trvalou hostitelskou rostlinou, na níž dochází k rozmnožování, se jich v ČR vyskytuje 14. Tyto druhy jsou uvedeny v tabulce 1. kde je uveden jejich vědecký název, systematické zařazení, české pojmenování (pokud existuje) a orgán hostitelské rostliny, na kterém pravidelně sají.

TABULKA 1. DRUHY MŠIC VYSKYTUJÍCÍ SE NA OBILNINÁCH V ČESKÉ REPUBLICE.

Druh	Čeleď	Český název	Žije na
<i>Anoecia corni</i> (Fabricius, 1775)	Aphididae	mšicovka svídková	kořen
<i>Diuraphis noxia</i> (Kurdjumov, 1913)	Aphididae	mšice zhoubná	list
<i>Forda formicaria</i> van Heyden, 1837	Pemphigidae		kořen
<i>Geoica utricularia</i> (Passerini, 1856)	Pemphigidae		kořen
<i>Metopolophium dirhodum</i> (Walker, 1849)	Aphididae	kyjatka travní	list
<i>Metopolophium festucae</i> (Theobald, 1917)	Aphididae	kyjatka kostřavová	list
<i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856)	Aphididae	mšice kukuřičná	list
<i>Rhopalosiphum padi</i> (Linnaeus, 1758)	Aphididae	mšice stěmchová	list, klas
<i>Schizaphis graminum</i> (Rondani, 1852)	Aphididae	mšice obilná	list
<i>Sipha elegans</i> Del Guercio, 1905	Aphididae	brvnatka pestrá	list
<i>Sipha maydis</i> Passerini, 1860	Aphididae	brvnatka travní	list
<i>Sitobion avenae</i> (Fabricius, 1775)	Aphididae	kyjatka osenní	list, klas
<i>Sitobion fragariae</i> (Walker, 1848)	Aphididae	kyjatka obilná	list, klas
<i>Tetraneura ulmi</i> (Linnaeus, 1758)	Pemphigidae	vlnatka hladká	kořen

Z celkového počtu 14 druhů lze za prakticky významné považovat pouze šest druhů. V pořadí hojnosti a hospodářského významu to jsou:

Kyjatka osenní (Obrázek 2D) Bezkrídle samičky široce vřetenovitého tvaru těla. Zbarvení buď žlutozelené až šedozelené, nebo hnědočervené až tmavě hnědé, často lesklé. Nohy a sifunkuly často černé. Délka těla 1,3–3,3 mm. Okřídlené samičky zbarveny podobně, délka těla 1,6–2,9 mm. Kromě obilnin se vyskytuje na mnoha druzích trav, kde přezimují ve stádiu vajíčka. Do porostů obilnin migrují v průběhu května. Zde žijí nejprve na listech, asi týden po vymetání migruje většina populace do klasů, kde se stává většinou dominantním druhem. Od příbuzné kyjatky obilné, která napadá obilniny vzácněji, se odlišuje délkou sifunkulů, které jsou u kyjatky obilné více než 2 x delší než kauda, u kyjatky osenní méně než 1,5 x delší než kauda.

Kyjatka travní (Obrázek 2C) Bezkrídle živorodé samičky na obilninách protáhle vřetenovitého, dozadu se rozšiřujícího těla. Zbarvení zelené až žlutozelené, nohy, tykadla a sifunkuly stejně zbarveny jako tělo. U většiny jedinců je zřetelný světle zelený pásék táhnoucí se podélně na hřbetní straně těla. Délka těla 1,6–2,9 mm. Okřídlené samičky podobného vzhledu, bez světlejšího podélného pásku, délka 1,6–3,3 mm. Vyskytuje se téměř výhradně na listech, kde může vytvářet velké kolonie skládající se z potomstva několika samic. Osidluje hlavně od slunce odvrácenou stranu listu, většinou spodní, v případě, že list je zkroucen, i svrchní. Do klasů zabloudí ojedinělé kusy, zřejmě v důsledku pěší migrace. Primárními hostiteli na nichž pohlavní generace klade přezimující vajíčka jsou růže (*Rosa*), vzácně řepík (*Agrimonia*) nebo jahodník (*Fragaria*), může však pravděpodobně přezimovat i na travách. Letní generace se kromě obilnin mohou vyskytovat na mnoha druzích trav (*Agrostis*, *Bromus*, *Dactylis*, *Lolium*, *Poa*). Hojně se vyskytuje i na kukuřici.

Mšice střemchová (Obrázek 2A) Bezkrídle živorodé samičky mají široce hruškovité tělo a různé zbarvení, které ovšem uvnitř jedné kolonie bývá konstantní: olivově zelené, tmavě olivové až černé, nebo hnědozelené. Časté rezavě hnědé skvrny u základů sifunkulů. Okřídlené samičky migrující na jaře do porostů obilnin jsou černé, samičky narozené v porostech obilnin mají světle až tmavě zelený zadeček. Délka těla je 1,2–2,4 mm. Primárním hostitelem, na němž samice přezimují, je střemcha (*Prunus padus*), sekundárními letními hostiteli jsou, kromě obilnin a kukuřice, různé druhy trav, dále kosatce (*Iris*), šitiny (*Juncus*) a orobinec (*Typha*). Vajíčka přezimují u základů pupenů střemchy, z jara se ještě na střemše vyvíjejí 2–3 generace. Okřídlené potomstvo posledních generací migruje do porostů obilnin, většinou jako první mezi ostatními druhy. Ve svém výskytu nedává přednost žádné části rostliny: na obilninách se vyskytuje na listech (často v listových pochvách), v klasech i na podzemních částech. V porostech obilnin se může vyskytnout i příbuzný druh, mšice kukuřicová (*Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856)). Od mšice střemchové se rozezná podle kratšího terminálního výběžku posledního článku tykadla (mšice kukuřicová: méně než 2,5 x delší, mšice střemchová: více než 3 x delší než báze článku) a kratších sifunkulů (mšice kukuřicová: kratší než 1,5 délky kaudy, mšice střemchová: delší než 1,5 délky kaudy) (Obrázek 1). Mšice kukuřicová rovněž nemá nikdy vyvinuty hnědé skvrny okolo základů sifunkulů.

Mšice zhoubná (Obrázek 2B) Bezkrídle živorodé samičky vřetenovitého tvaru, světle žlutozelené až šedozelené, s jemným voskovým popraškem na povrchu těla. Od podobné kyjatky travní rozeznatelné podle krátkých sifunkulů, které jsou prostým okem

těžko viditelné. Délka těla 1,4–2,3 mm. Okřídlené živorodé samičky podobného tvaru, světle zelené, délka 1,5–2,0 mm. Vyskytují se celoročně na obilninách, hlavně ječmenu a pšenici, vzácněji na ostatních druzích obilnin, nebo travách. V porostech obilnin přezimují a vytvářejí pohlavní generaci, která klade přezimující vajíčka. Proto se první napadení může projevit již brzy z jara, na rozdíl od ostatních druhů, které v našich podmínkách migrují do porostů obilnin většinou v průběhu května. Při větším napadení poškozené listy zasychají a svinují se do trubiček. Mšice zhoubná se v posledních letech šíří z Maďarska, jižního Slovenska a Rakouska na Moravu, byla zachycena i v Čechách. Jde o potenciálně nebezpečný druh, který by mohl v případě masového výskytu způsobit větší škody v současné době je ale opět na ústupu a škodlivý výskyt v nejbližších letech pravděpodobně nehrozí.

Mšicovka svídová Bezkrídle živorodé samičky žijící na kořenech obilnin jsou bledě šedozelené až šedé, na zadečku svrchu tmavě šedá sklerotizovaná skvrna. Okřídlené samičky jsou šedé, hřbetní část těla zbarvena černě, křídla s výraznou černou skvrnou u předního okraje (pterostigma). Délka těla 2–2,5 mm. Primárním hostitelem je svída krvavá (*Cornus sanguinea*), kde druh přezimuje ve stádiu vajíčka. Na jaře zde vytváří 1–3 generace. Sekundárním hostitelem jsou obilniny a různé druhy trav, kde živorodé samičky žijí na kořenech, často navštěvovány mravenci. Její výskyt na kořenech může být velmi hojný, řádově několik desítek jedinců na rostlinu. Škodlivost tohoto druhu nebyla podrobněji zkoumána. Je zřejmě podceňována kvůli skrytému způsobu života.

Brvnatka pestrá Bezkrídle živorodé samičky široce oválné, svrchu zploštělé, na zádech porostlé dlouhými chlupy. Sifunkuly jsou velmi krátké. Zbarvení těla tmavě žluté až žlutohnědé s výrazným světlejším páskem táhnoucím se podélně uprostřed těla. Okřídlené samičky žlutohnědé se dvěma podélnými řadami tmavých teček, které v zadní části těla splývají na každém článku v příčný proužek. Délka těla 1,4–2,1 mm. Kromě obilnin žije na travách, např. píru plazivém (*Agropyron repens*), ovsíku vyvýšeném pravém (*Arrhenaterum elatius*), kostřavě luční (*Festuca pratensis*) a ječmeni myším (*Hordeum murinum*). Přezimuje na travách, do porostů obilnin migruje v průběhu června. Tvoří husté, nahloučené, často velmi početné kolonie na svrchní straně listů, nebo pod klasem. Masový výskyt převážně v období pokročilé voskové zralosti, později než u ostatních druhů mšic. Brvnatka pestrá je hojná hlavně v suchých a teplých letech, především na rostlinách stresovaných suchem a špatnou výživou. V odborné literatuře je často uváděna také jako *Sipha agropyrella* Hille Ris Lambers, 1939.

BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI MŠIC

Životní cyklus.

Mšice žijící na obilninách mají, stejně jako většina dalších druhů mšic více generací v roce a příslušníci jednotlivých generací jsou tvarově často odlišní a sají na různých hostitelských rostlinách. V našich podmínkách jsou všechny druhy obilních mšic takzvané holocyklické, to znamená že je vyvinut úplný cyklus střídání pohlavních a nepohlavních generací. Společně s tímto cyklem může být vyvinuto i střídání hostitelských rostlin, kterého si všimneme nejprve. Cyklus střídání hostitelských rostlin zahrnuje období přezimování, ke kterému dochází většinou na dřevině, jejíž nadzemní části zůstávají během zimního období zachovány. Tato rostlina se nazývá primární hostitel. Na jaře se na primárním hostiteli vyvíjí několik generací mšic, zpravidla 2 až 3. Pak dochází k tvorbě okřídlených jedinců, kteří přeletují na takzvané sekundární hostitelské rostliny, na nichž mšice žijí v jarním a letním období. Jsou

to často byliny s bujným a krátkodobým růstem, které poskytují dostatek příležitosti k sání mšic. I během období pobytu na těchto dočasných hostitelských rostlinách dochází vlivem vysoké populační hustoty mšic a zhoršené kvality rostliny k tvorbě okřídlených jedinců, kteří přeletují na jiné lépe zachovalé porosty hostitelských rostlin. Téměř po celý rok se tak vedle sebe vyskytují neokřídlení a okřídlení jedinci, jejichž úloha v životním cyklu daného druhu mšice je odlišná. Na podzim dochází k přeletu okřídlených jedinců zpět na primární hostitelské rostliny, kde se celý cyklus uzavírá. Primární hostitelské dřeviny jsou nutné pro přežití mšice střemchové, která přezimuje na střemše a kyjatky travní, která přezimuje na různých druzích růží. Brvnatce pýrové a kyjatce osenní postačí k přezimování divoce rostoucí druhy trav. Větší výběr mají naše druhy obilních mšic pokud se týká letních hostitelů. Zmíněné druhy mšic mohou sát na všech druzích obilovin, dále se vyskytují na kulturních druzích trav a některé druhy se vzácně mohou vyskytnout i na sitínách, kosatcích nebo orobinci.

Druhou charakteristickou vlastností mšic je způsob rozmnožování, který naše obilní druhy sdílí s mnoha jinými. Střídají se generace nepohlavně se rozmnožujících živorodých samic, jejichž sled je jednou za rok na podzim před zimováním přerušen jedinou pohlavně se rozmnožující generací, která naklade přezimující vajíčka. Nepohlavní živorodý způsob rozmnožování má výhodu v tom, že neobyčejně zkracuje dobu vývoje jedné generace, protože velká část vývoje každého jedince proběhne už ve stadiu dosud nenarozené larvičky, které se vyvíjí v těle matky. Nevýhoda je ve větší citlivosti "březích" matek i malých čerstvě vykladených larviček k podmínkám prostředí. Z těch má zásadní význam nízká zimní teplota, která v našich podmínkách brání pravidelnému přezimování nepohlavně se rozmnožujících populací mšic v porostech ozimů. Následkem zimních mrazů tyto populace většinou vymrznou. Naproti tomu v přímořském klimatu západní Evropy populace nepohlavně se rozmnožujících mšic v porostech ozimých obilovin běžně v zimním období přežívají, kromě nejchladnějších zim. Tyto takzvané anholocyklické populace (s neúplným životním cyklem v němž je vynecháno období pohlavní generace a vajíčka) jsou pak základem mohutného přemnožení mšic v jarním období.

Na obilninách se mšice rozmnožují výhradně nepohlavní cestou. Populace se skládají z okřídlených a bezkřídлых živorodých samic. V rozmnožovacím ústrojí samice je již v pozdním období jejího larválního vývoje (to je před dosažením dospělosti) přítomen plný počet embryí, zárodků mšic další generace. Tato embrya jsou v dalším průběhu života matky buď vykladena, nebo opětovně vstřebána do matčina těla. Vývoj a růst embryí v těle samice je ovlivňován podmínkami, které samice v období "březosti" zažívá. Teplota, ve které samice žije, a množství potravy, které má k dispozici, ovlivňují vývoj embryí přímo. Na nich závisí velikost novorozených larev. Tato velikost spoluurčuje velikost budoucí mšice v době dospělosti a tím předurčuje i její životaschopnost a plodnost. Kromě potravy a teploty je velikost novorozených larev závislá i na velikosti matky, a to tak, že větší matky produkují větší dcery. Jiné faktory, například délka dne, hustota populace mšic a kvalita potravy (zejména poměr jednotlivých aminokyselin), ovlivňují růst embryí zprostředkovaně. Tyto faktory jsou vnímány samicí, nervový systém samice ovlivňuje tvorbu hormonů a tyto pak ovlivňují růst a vývoj embryí. Již v embryonálním období, ještě před vykladením malé larvy matkou, se rozhoduje o tom, zda samice, která se z embrya vyvine, bude v dospělosti okřídlená nebo bezkřídla.

Vývoj larev po vykladení probíhá ve čtyřech vývojových stupních, instarech, oddělených od sebe svlékáním "pokožky" (kutikuly). Po posledním, čtvrtém svlékání je z larvy dospělec, imago. Charakteristickým znakem dospělosti je přítomnost kaudy- neclánkovaného, „ocáskovitého“ útvaru přivěšeného na konci těla (Obrázek 1). Podle ní rozeznáme dospělé od larev posledního čtvrtého instaru. Podle jiných znaků toto rozlišení není snadné, protože

velké larvy mohou být mnohem větší než malí dospělci. Rozdíl mezi dospělci a velkými larvami je vidět na obrázku 2, kde jsou vyobrazeni dospělci (A, B, D) a larva 4 instaru (C). Již ve čtvrtém larválním instaru lze rozlišit okřídlenou a bezkřídlou formu budoucího dospělého. Budoucí okřídlené samice mají vyvinuty tzv. křídelní pochvy, váčkovité dozadu směřující výběžky v hrudní části.

Potrava a teplota působící v průběhu larválního vývoje spoluurčují velikost a zdatnost dospělé samice, která je tím větší, čím je potrava larvy hojnější a vyváženější a čím je teplota během vývoje nižší. Porozumění vlivu teploty na vývoj mšic je nutno věnovat mimořádnou pozornost, protože je základem krátkodobých prognóz vývoje populace mšic. Vlivu teploty na vývoj mšic byla věnována pozornost v předchozí metodice a proto zde uvádíme jen vybrané významné poznatky. Rychlost vývoje mšic klesá se snižující se teplotou. Spodní prahová teplota pro vývoj (LDT) pak je ta teplota, při níž se vývoj a růst jedince zcela zastaví a při nižších teplotách, než je tato prahová teplota, vývoj neprobíhá. Druhou důležitou charakteristikou je suma efektivních teplot (SET) což je množství tepla, které je nutno organizmu dodat, aby jeho vývoj od vykladení do dospělosti proběhl. Toto množství se nejčastěji měří v tzv. denních stupních. Pro jednotlivé druhy obilních mšic byly charakteristiky LDT a SET zjištěny laboratorně a jsou uvedeny v tabulce 2. Hodnota SET je ovlivněna i kvalitou potravy a hodnoty uvedené v tabulce 2 platí v případě, že potrava vyvíjející se larvy je optimální. Na nevhodné potravě (stárnoucích rostlinách, rostlinách stresovaných suchem nebo špatnou výživou) délka vývoje (SET) stoupá.

TABULKA 2. SPODNÍ PRÁH VÝVOJE (LDT) A SUMA EFEKTIVNÍCH TEPLOT (SET) PRO HLAVNÍ DRUHY MŠIC NA OBILNINÁCH.

Druh	LDT	SET
kyjatka travní	4,6 °C	110 denních stupňů
kyjatka osenní	2,2 °C	171 denních stupňů
mšice střemchová	3,2 °C	122 denních stupňů
mšice zhoubná	5,7 °C	141 denních stupňů
mšice obilná	8,1 °C	88 denních stupňů

Teplota řídí i další životní projevy mšic. Na teplotě závisí množství vykladených larev, rychlost kladení a délka života dospělého. Zatímco rychlost kladení larev s teplotou stoupá, délka života samice se stoupající teplotou klesá. Největší množství larev je tedy vykládáno při "kompromisních" středních teplotách 18–23 °C, které jsou pro vývoj populací obilních mšic optimální. Teploty 30 °C a výše vývoj brzdí a při delším trvání mšice zahubí. Vysoké teploty jsou tolerovány především mšicí střemchovou a brvnatkou pestrá, neškodlivější jsou pro kyjatku travní.

Rovněž potrava významně ovlivňuje vývoj mšic. Mšice patří mezi savý hmyz. Dlouhý sosák (většinou delší než tělo) je stočen v torbě v přední části hrudi. Sosák je na konci opatřen smyslovými orgány dovolujícími zhodnotit kvalitu hostitelské rostliny. Sání je přizpůsobena rovněž trávicí soustava. Slouží k filtraci přijímané rostlinné šťávy, ze které jsou odebírány především volné aminokyseliny, zatímco cukerné složky, které jsou v potravě v nadbytku, jsou vylučovány jako nažloutlá lepkavá tekutina, zvaná medovice.

Mšice se živí sáním floemové šťávy z rostlin. Sosák je zaváděn do hostitelské rostliny skrze její pokožku (kutikulu), pak je postupně veden mezibuněčnými prostory

parenchymatických pletiv a konečně zaveden do cévního svazku. Po jeho nabodnutí proudí floemová šťáva vlastním tlakem z rostliny do trávicího ústrojí mšice. Je-li mšiči osák zabodnutý v rostlině odstřižen, floemová šťáva jím proudí ven sama. Tento jev, na němž jsou založeny současné techniky studia transportu asimilátů v rostlinách, ukazuje pasivní úlohu mšic v příjmu potravy z hostitelské rostliny. Výživa mšic je tedy přímo závislá na intenzitě transportu (tlaku) floemové šťávy v hostitelské rostlině a kvalitě této šťávy. Dusíkaté složky, hlavně volné aminokyseliny, jsou ve floemové šťávě v nižší koncentraci než cukry. Z hlediska mšic jsou proto v potravě v nedostatku. Výživné sloučeniny jsou ve větších koncentracích transportovány floemovou šťávou ze stárnoucích orgánů do nejbližších zrn. Pro mšice na obilninách je nejdůležitější transport ze stárnoucích praporcových listů do klasů. Využívání těchto transportních pochodů vede k tomu, že populace mšic jsou na hostitelských rostlinách shromážděny hlavně na těchto orgánech. Nahromadění mšic na praporcových listech a v klasech je patrné především v období zrání zrn.

Důležitým faktorem určujícím škodlivost mšic je jejich migrace do porostu obilnin a další pohyb. Migrace obilních mšic ze zimních hostitelských rostlin do porostů obilnin a jejich šíření uvnitř těchto porostů ovlivňuje míru jejich škodlivosti. Mšice se pohybují a rozmisťují v porostech jak letem pomocí křídel, tak lezením po hostitelských rostlinách a po zemi. Výhradně letem se děje migrace ze zimních hostitelů do porostů obilnin a šíření mezi jednotlivými porosty obilnin. Let mšic je kombinací aktivního úsilí a pasivního unášení vzdušnými proudy. Vzhledem k malé velikosti těla je aktivní let omezen na úzké rozmezí vnějších podmínek. Ke startu dochází za dne, pokud teplota překročí prahovou hodnotu 18 °C a rychlost větru je menší než 2 m s⁻¹. Okřídlená samička vzlétá pouze jednou za život několik hodin poté, kdy dospěje do stádia dospělce. Její aktivní let trvá jen krátce, 1–2 h; k delšímu letu nemá dostatečné energetické zásoby. Protože podmínky vhodné pro započetí letu jsou úzké a jeho trvání krátké, jeví let mšic výraznou dvouvrcholovou denní periodicitu, patrnou ovšem jen ve dnech s příznivými povětrnostními podmínkami. První vrchol letové aktivity nastává v dopoledních hodinách, kdy létají jedinci, kteří dospěli do stádia dospělce během noci, ale kvůli temnu a nízké teplotě nemohli startovat hned po změně v dospělce. Druhý vrchol nastává v podvečer, kdy letí jedinci dospívající v poledne a odpoledne. Jejich množství je velké kvůli zvýšené denní teplotě, která urychluje vývoj a zvyšuje počet dospívajících jedinců. Aktivní let je důležitý pro šíření mšic uvnitř porostu. Zatímco aktivní let slouží k pohybu na krátké vzdálenosti, migrace na větší vzdálenosti je důsledkem pasivního unášení větrem. Vzdušné proudy jsou téměř nutnou podmínkou šíření mšic, k němuž dochází během migrace do porostů obilnin. Ačkoliv jsou mšice větrem unášeny pasivně, mají možnost aktivní spolupráce při ukončení letu a mohou tak usměrnit přistání do vhodných porostů.

Kromě letu je významným prostředkem šíření mšic také pozemní migrace přelézáním. Slouží k rozmístění mšic na hostitelské rostlině a k jejich šíření na okolní rostliny. Přitom mšice slézají z hostitelské rostliny a mohou urazit značnou vzdálenost po povrchu půdy. Pozemní cestou mšice migrují převážně v noci, protože nejsou vystaveny vysokým teplotám na povrchu půdy panujícím zvláště ve dne. Tyto teploty jsou pro ně v době migrace velmi nebezpečné, protože lezoucí mšice nemohou doplnit zásoby vody sáním. K "pěší" migraci dochází rovněž bezprostředně poté, co jedinec dospěje, a to asi u 30 % populace. Pozemní cestou migrují nejen bezkřídlé, ale i okřídlené samičky. K "pěší" migraci některých jedinců dochází bez ohledu na stav hostitelské rostliny. Stárnutí a stres hostitelské rostliny (hlavně sucho) však podíl migrantů zvyšují. Zasychající rostliny pak opouštějí nejen mladé dospělé samičky, ale i larvy.

Škodlivost mšic

Přítomnost mšic na obilninách se projevuje větším či menším snížením výnosu, v některých případech také snížením kvality zrna. To je důležité zejména ve sladovnických a množitelských porostech. Jak k tomuto poškození dochází? Škody způsobené mšicemi lze rozdělit na přímé a nepřímé. Přímé škody vznikají sáním. Největší škody vznikají odběrem živin z transportu, ke kterému dochází mezi praporcovým listem (resp. u ječmene předposledním listem) a zrajícími zrny. Na něm se podílejí hlavně mšice usazené na horním listu a na vřeténku klasu nebo, u ovsu v latě. Výnos snižují i mšice sající na plevách. Následkem snížení toku živin do zrajícího zrna dochází ke snížení jeho kvality, především jeho hmotnosti. Velikost poškození hostitelské rostliny je součinem vlivu potravního chování mšic (posátí hostitelské rostliny a vylučování medovice) a počtu mšic přítomných na rostlině, který je dán vývojem velikosti jejich populací.

Nepřímé škody vznikají snížením asimilace listů, která je důsledkem růstu houbových mycelií rostoucích na zbytcích medovice a zabraňujících průchodu slunečních paprsků. Snížení asimilace bylo v mnoha případech shledáno jako mnohem vážnější faktor poškození rostliny, než přímé škody vzniklé sáním. U obilních mšic je vznik takového poškození omezen na roky jejich kalamitního výskytu.

Dalším významným faktorem nepřímé škodlivosti je přenos viroz, který mohou zprostředkovat všechny výše uvedené druhy obilních mšic. Dochází k němu zejména při podzimní migraci na vzházející a odnožující ozimy. Škody tohoto druhu ovšem vyžadují speciální vyhodnocení a ochranu.

Na území České republiky šíří mšice čtyři druhy obilních virů, které šíří v polních podmínkách mšice. Intenzita jejich výskytu je závislá na početnosti druhů mšic, které příslušný virus přenášejí, četnosti zdrojů infekce, infekčnosti mšic a podmínkách při migraci mšic na porosty hostitelských obilnin. Nejrozšířenějším a neškodlivějším virem ve světě i u nás je luteovirus žluté zakrslosti ječmene (barley yellow dwarf virus – BYDV), který spolu s virem zakrslosti pšenice (wheat dwarf virus) působí kalamitní poškození zejména ozimých obilnin. Ze čtyř doposud známých kmenů tohoto viru byly v ČR zjištěny dva – PAV a RMV. PAV kmen BYDV se vyznačuje silnou patogenitou na většině obilnin a je velmi efektivně přenášen mšicí střemchovou, kyjatkou osenní i kyjatkou travní. Další druhy obilních mšic přenášejí tento kmen sporadicky nebo málo účinně. Přenos BYDV – PAV mšicemi má perzistentní charakter, to znamená, že virus setrvává a množí se v těle mšice po celou dobu jejího života. Výskyt tohoto kmene na našem území silně převládá nad výskytem RMV kmene BYDV. BYDV infikuje všechny pěstované obilniny a přes 150 druhů trav, u nichž v mnoha případech probíhá onemocnění bez příznaků.

Virus BYDV způsobuje na obilninách různě silnou zakrslost. Infekci provází u citlivých obilnin porucha v metání a někdy i předčasné odumírání rostlin. Klasy nebo laty bývají redukovány, kvítky jsou do značné míry a někdy i úplně sterilní. Listy nakažených rostlin jsou zpravidla kratší a vzpřímenější než u zdravých rostlin. U ječmene a některých odrůd pšenice žloutnou od špiček a okrajů, přičemž se na čepelích tvoří žluté skvrny nebo rozplývavé pruhy, které za určitých podmínek bývají vodnaté. Infikovaný oves a některé odrůdy pšenice mají okraje a špičky listů, případně jejich čepele, oranžové, červené až červenohnědé zabarvení. U ovsu se listy rourkovitě svinují. Kořeny nemocných rostlin jsou do značné míry kratší a méně rozvětvené. Intenzita výše uváděných příznaků a tedy i škodlivost je závislá na odrůdové citlivosti obilnin na kmene viru, dále pak na povětrnostních podmínkách během vegetace, a především na růstové fázi rostlin v době infekce.

Obilniny jsou u nás infikovány BYDV ve dvou fázích. První fáze probíhá na podzim po migraci mšic na vzházející nebo vzešlé ozimy. Mšice migrují na tyto ozimy z obilního výdrolu, z travních porostů i z kukuřice, kde získávají infekceschopnost z BYDV nakažených rostlin. Druhá fáze nákazy ozimých i jarních obilnin probíhá na jaře a v létě při migraci mšic přezimující holocyklické generace. Svoji infekceschopnost získávají při přeletech na virem nakažených travách a ozimých obilninách. Podzimní i jarní a letní kolonizace porostů obilnin mšicemi nastává jak z lokálních tak ze vzdálených zdrojů ze kterých se jejich populace šíří pasivně vzdušnými proudy.

Největší škody způsobuje BYDV při podzimní infekci, ke které dojde ve fázi 1. listu až odnožování. Výsledky pokusů ukázaly, že virus může snížit výnos náchylných odrůd pšenice o cca 50–60 %, výnos mírně odolných (tolerantních) odrůd cca o 30–40 %. U silně náchylných odrůd ozimého ječmene byla zjištěna 96–100 % ztráta výnosu zrna. Při druhé etapě nákazy obilnin BYDV – PAV tj. na jaře a v létě, která probíhá v růstové fázi sloupkování a později, se u ozimé pšenice odhadují výnosové ztráty na 5–10 %, u ozimého ječmene na 10–30 %. Redukce sklizně jarního ječmene je odhadována na 10–30 %, jarní pšenice na 10–15 % a ovsy na 40 a někdy i více procent. Infekce obilovin BYDV neredukuje pouze výnosy zrna, ale způsobuje rovněž pokles jeho technologické, nutriční a biologické kvality. Kromě toho virová nákaza snižuje odolnost k nepříznivým povětrnostním podmínkám, a řadě fytopatogenních hub, jako jsou *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp. a *Septoria* spp.

Druhým virem přenosným mšicemi je polerovirus žluté zakrslosti obilnin (cereal yellow dwarf virus – CYDV), který byl donedávna považován za RPV kmen BYDV. Podobně jako BYDV má velmi široký okruh hostitelských rostlin. Jeho symptomatický projev (zakrslost rostlin, zabarvení listů) je velmi mírný a škodlivost malá. CYDV specificky hlavně přenáší mšice střemchová, někdy i další druhy mšic.

Celkově jsou ztráty způsobené mšicemi výsledkem přímého a nepřímého poškození hostitelské rostliny a dalších faktorů. Jejich velikost byla vícekrát hodnocena v polních pokusech, kde byly srovnávány výnosy v porostech napadených mšicemi a ponechaných bez ošetření a v porostech, kde byly mšice hubeny opakovaným chemickým ošetřením. Výsledky udávají maximální ztráty 10–20 % výnosu při vysokém výskytu mšic. Tyto výsledky závisejí nejen na množství mšic, ale na řadě dalších faktorů: odrůdě obilniny, počasí, agrotechnice. Je tudíž nemožné je nějak exaktně vyhodnotit, lze však uzavřít, že za určitých podmínek ztráta výnosu může být významná i v našich podmínkách.

Zjištění přítomnosti a početnosti mšic v porostech obilnin.

V našich podmínkách všechny druhy mšic přeletují z primárních hostitelských rostlin do porostu obilnin v květnu. V této době je populační hustota mšic ještě velmi nízká a přesné zjištění počtu mšic na rostlinu je nejen nad síly, ale i potřeby praktického pěstitele. O přítomnosti mšic v porostu v tomto období se však můžeme přesvědčit nepřímo. Lze využít velké vyhledávací schopnosti slunečka sedmitečného, jehož dospělci nalétají do porostu ihned po náletu mšic, v období kdy populační hustota mšic je kolem 1–2 kusů m⁻², t.j. asi jedna mšice na 300 – 500 odnoží. Za slunných dnů se slunečka vyhřívají na slunci a pozorovatel, který prohlíží porost ve směru slunečních paprsků (má slunce za zády) jejich přítomnost, lehce zpozoruje.

Kritickou fází pro zjištění početnosti mšic je období mezi kvetením a mléčnou zralostí. Početnost mšic, která bude později hospodářsky významná se dá bez nadměrného úsilí odhadnout už v tomto období. Velmi nízká početnost v tomto období naznačuje, že ani později tato početnost nedosáhne velkých hodnot. Při odhadech množství mšic je třeba vzít v úvahu dvě okolnosti. Zaprvé je to výběr místa v porostu, kde budeme mšice počítat. Počítání je třeba

provést na několika místech. Doporučuje se vybrat tato místa na úhlopříčce ležící napříč vyšetřovaného porostu. Zde upozorňujeme na jinou okolnost, která je daleko důležitější než geometrie rozmístění pozorovacích míst. Mšice je nutno počítat v té části porostu, jehož hustota a kvalita je typická (reprezentativní) pro většinu porostu. Abundance obilních mšic je totiž mimořádně ovlivněna kvalitou hostitelské rostliny a počty v řídkých a hustých částech porostu, případně na soliterních rostlinách jsou naprosto odlišné. Zadruhé je třeba zvolit náležitou úspornou metodu hodnocení zjištěných výsledků. Metody vyhodnocení se zakládají na složitých statistických úvahách a některé z nich, takzvané sekvenční (sequential sampling) metody, dovolují minimalizovat počet odebraných vzorků v závislosti na průběžných již získaných výsledcích odpočtů, t.j. přestat s počítáním brzo, když je mšic hodně, pokračovat, když je mšic málo. Podrobnosti jsou uvedeny v naší metodice z r.2017 (Honěk a kol. 2017)

Páteří moderní cílené ochrany je prognóza maximální abundance škodlivého činitele (Obrázek 3). Z tohoto odhadu lze vyjít v úvahách, zda se při daných cenách ošetření a produktu ochranný zásah proti škodlivému druhu vyplatí. Maximální abundance mšic na obilovinách závisí na třech okolnostech: velikosti populace, která do porostu přiletí, rychlosti jejího růstu a délce období po kterou růst probíhá. Naše víceletá pozorování poměrné důležitosti jednotlivých prvků určujících maximální abundanci lze zobecnit v tom smyslu, že velikost nalétající populace má na maximální abundanci zanedbatelný vliv. Rozhoduje rychlost a délka období růstu populace. Většina metod odhadu maximální abundance používá ke zjištění rychlosti růstu dvou odpočtů abundance mšic konaných v přibližně desetidenním intervalu. Z těchto dat se s použitím informací o délce fenofází porostu vypočítá maximální abundance mšic. Naše sledování vývoje mšic v porostech obilovin ukázalo, že rychlost růstu populace mšic závisí na kvalitě hostitelské rostliny, v našich podmínkách je ale podobná v jednotlivých letech. To umožňuje zjednodušit metodu prognózy maximální abundance tím, že se provádí jen jeden odpočet v době mléčné zralosti, další rychlost a trvání růstu populace se pak stanovuje v závislosti na kvalitě hostitelské rostliny. Délku období množení populace mšic je přirozené nutno měřit v biologickém čase, jako sumu teplot (SET) nad teplotním prahem vývoje mšic (LDT), který leží okolo 5 °C (viz výše). Výsledky této metody odhadu jsou velmi uspokojivé v letech s normálním průběhem vývoje populační hustoty mšic na obilovinách. Nepravidelně, s frekvencí jednou až dvakrát za deset let však přijde rok, kdy délka období rozmnožování mšic se z neznámých důvodů značně zvýší (upozorňujeme, že délka měřená v biologickém čase!). V tomto "nastaveném čase" dojde k masivnímu přemnožení mšic. Prodloužení délky vývoje populací mšic je hlavní příčinou jejich kalamičního výskytu ke kterému v některých letech dochází. Metody včasného rozpoznání možnosti takového prodloužení jsou předmětem výzkumu.

Při posuzování významnosti škod působených jednotlivými druhy mšic musíme brát v úvahu jejich abundanci (počet mšic) a délku pobytu na hostitelské rostlině. Zátěž působená rostlinám je dána součinem obou těchto prvků. Slabá populace přítomná po dlouhou dobu může způsobit škody obdobné, jako silná populace přítomná na rostlině po krátkou dobu. Maximální abundance i zátěž jednotlivými druhy mšic se liší podle orgánu hostitelské rostliny. Výpočet zátěže umožňuje srovnat intenzitu napadení mšicemi na jednotlivých orgánech rostliny. V průměru asi 15 % zátěže je směřováno do klasů, 75 % na listy a 10 % na kořeny. Tyto hodnoty kolísají v rozmezí asi 10 % v závislosti na ročníku a na stavu porostu. V době vyvinutých a vyrovnaných porostech stoupá podíl zátěže na listech, ve špatně vyvinutých porostech stoupá podíl zátěže v klasech.

Druhé složení populace mšic na listech a v klasech se liší. Na listech asi 80 % zátěže představuje kyjatka travní, zbytek kyjatka osenní a mšice stěmchová. Riziko napadení posledně jmenovaným druhem je zvýšeno nevyváženým hnojením minerálním dusíkem.

V klasech přibližně 95 % zátěže představuje kyjatka osenní, zbytek připadá na mšice střemchovou. V porostech stresovaných suchem a špatnou výživou se může v teplých letech výrazně projevit napadení brvnatkou pestrá, hlavně na listech. Maximální abundance tohoto druhu může být velmi vysoká, ale doba trvání jeho výskytu na rostlinách je vždy krátká. Celkově nejhojnější mšice je kyjatka travní. Její význam jako škůdce je však podceňován, protože se vyskytuje pouze na listech. Druhým co do hojnosti je kyjatka osenní, jejíž populace v klasech jsou významnější než populace na listech. Další co do významu jsou mšice střemchová a brvnatka pestrá. Mšice střemchová má větší význam v kvalitních porostech, brvnatka pestrá v extenzivních produkčních porostech na půdách horší kvality, zejména v suchých letech.

Ročníkové kolísání abundance mšic a jejich zátěže na rostlinu je nejvýznamnějším faktorem určujícím jejich škodlivost. Maximální abundance obou hlavních škodlivých druhů mšic, kyjatky travní na listech a kyjatky osenní v klasech kolísají v průběhu let v rozmezí tří řádů. Typické maximální abundance se u obou druhů pohybují mezi 0,5–80 mšicemi na odnož. Úměrně s tímto kolísáním abundance kolísá v jednotlivých letech i zátěž hostitelské rostliny mšicemi.

Kolísání těchto charakteristik určujících škodlivost mšic je dáno kolísáním jednotlivých parametrů jejich populačního vývoje. Největší význam má délka vývoje populace mšic, dále rychlost růstu populací.

Kvalita hostitelské rostliny má zásadní vliv na rychlost a délku množení mšic. Z významných rozdílů, které jsou v korelaci s vývojem populace mšic lze uvést celkovou velikost rostliny (hmotnost, počet odnoží, listová plocha), podíl hmoty a energie přidělovaný do jednotlivých částí (poměr kořenů k nadzemním částem, relativní velikost klasů a zrn, sklizňový index tj. podíl z celkové hmotnosti rostliny přidělovaný do tvorby zrna), kvalita listů (velikost praporcového listu a obsah chlorofylu) a délka vegetačního období (rychlost zrání a stárnutí hostitelské rostliny). Nebezpečí škodlivého přemnožení mšic stoupá s hodnotou jednotlivých výše jmenovaných charakteristik. Populace většiny druhů mšic (kyjatka travní, kyjatka osenní, mšice střemchová) se lépe vyvíjejí v porostech dobře vyvinutých rostlin přidělujících zvýšené množství energie a hmoty do cílových orgánů obsazených mšicemi (listy, klasy, zrna). Pozitivně jsou ovlivňovány velikostí listů, vytrvalostí spodních listových pater a zejména obsahem chlorofylu v listech. Pozitivní vliv má prodloužení vegetačního období, a to jak v důsledku genetických dispozic rostlin (odrůda), tak zejména v důsledku pěstebních podmínek (hustota porostu, hnojení). Výjimkou co do preference je brvnatka pestrá, která preferuje rostliny stresované špatnou výživou a/nebo suchem.

III. 1.2 Další škůdci obilnin

Počet dalších druhů hmyzu které mohou pravidelně, nebo příležitostně poškozovat v závažné míře porosty obilnin je současné době malý. Tato chudoba kontrastuje s druhovou rozmanitostí a hojností výskytu škůdců s jakou jsme se mohli setkat ještě před několika málo desítkami let. Klasická starší příručka zemědělské entomologie (Miller 1956) uvádí více než 80 druhů hmyzu poškozujících porosty obilnin. Mnohé druhy tehdy závažných škůdců zcela ztratily svůj význam, například chrousti (*Melolontha* spp.) nebo hrbáč osenní (*Zabrus tenebrioides*). O příčinách dlouhodobých změn početnosti a praktické významnosti jednotlivých druhů škůdců lze v zásadě pouze spekulovat. Hlavními možnými faktory snížení početnosti jsou technologie hospodaření na půdě, skladba plodin, struktura zemědělské krajiny a používání nových pesticidů. K tomu, aby bylo možno přesněji určit vliv jednotlivých faktorů chybí většinou

dlouhodobé řady pozorování abundance jednotlivých druhů škůdců. Tyto řady by umožnily určit časové období, ve kterém k rozhodujícímu poklesu početnosti škůdce došlo a z této informace usuzovat na příčiny tohoto poklesu. I v současnosti mohou některé druhy významně poškodit porosty obilnin. Těmto škodám předchází paušálně prováděná chemická ochrana porostů cílená hlavně proti kohoutku černohlavému a mšicím. Takto prováděná ochrana je sice rentabilní, je však zátěží pro životní prostředí a je, dle zjištění autorů metodiky, v mnoha případech aplikována zbytečně. Kdyby chemická ochrana nebyla používána paušálně, byly by zřejmě ekonomicky významné škody na porostech stejně pouze lokální a nedocházelo by k nim každoročně. Chemická ochrana by tedy měla být používána cíleně a větší důraz by měl být kladen na použití alternativních prostředků, například podporu přirozených nepřátel škůdců.

Níže uvádíme výběr těch druhů škůdců, které se v uplynulých deseti letech vyskytovaly v pokusných porostech obilnin Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni. Je pravděpodobné, že právě tyto druhy jsou potenciálními škůdci, kteří by v současnosti působili škody v neošetřovaných polních porostech. Škůdci jsou uvedeni v pořadí významnosti, podle frekvence jejich výskytu v porostech sledovaných autorů metodiky. Po zadání jména škůdce nalezne čtenář o všech uvedených druzích podrobné poučení na internetu (vyobrazení, popis vzhledu, popis poškození a ochrana). Proto omezuje informace uvedené v této metodice na minimum.

Kohoutek černohlavý – *Oulema melanopus* (Linnaeus)

Řád brouci (Coleoptera), čeleď mandelinkovití (Chrysomelidae)

Tato druh je v současnosti vedle mšic nejvýznamnějším škůdcem obilnin. Dospělci měří 5–6 mm, štít, hrud' a břicho a nohy jsou žlutočervené, krovky, hlava a tykadla modrozelená. Druh je velmi obtížně odlišitelný od vzácného druhu *Oulema duftschmidi* (Redtenbacher), oba druhy však mají obdobnou biologii a obilniny poškozuji obdobným způsobem. Kohoutek černohlavý má jednu generaci za rok. Na jaře dospělci postupně naletují ze zimovišť do porostů obilnin, kde se živí listy a přitom dochází k páření. Naletující brouci výrazně preferují husté a dobře vyvinuté porosty obilnin. Pokud je kvalita porostu vyrovnaná bývají dospělci nejprve více soustředěni na okrajích polí. V době kladení vajíček se rovnoměrně rozptýlí po porostech, takže okrajový efekt v kladení vajíček již není patrný. Naopak na okrajích bývá obvykle nižší výskyt vajíček a larev až do vzdálenosti 20 m, v důsledku zvýšeného výskytu predace a přítomnosti přirozených nepřátel kohoutků. Vajíčka jsou kladena na líc listů podél středního nervu od konce dubna do počátku června. Larvy se z vajíček líhnou za 8 až 14 dnů podle průběhu teplot. Na délce období kladení vajíček samičemi závisí stupeň škodlivosti. Hromadné líhnutí larev v populaci je synchronizováno do kratšího časového období. Larvy mají vyvinuté 3 páry hrudních končetin (oligopodní larvy), jsou špinavě bílé, kyjovitého tvaru, měří 5–6 mm a jsou kryty kupkou vlastního mazlavého trusu zvaného "fekální štít". Larvy preferují čerstvé listy a proto se postupně se přesouvají z dolních listových pater na praporcové listy. Brouci i larvy vykosávají mezi listovými žebry podélné úzké pruhy. Po žíru brouků je porušena svrchní i dolní pokožka, po žíru larev zůstává dolní pokožka listů neporušena. Následkem toho je omezena asimilace a v rostlinách dochází ke ztrátě vody. Listy žloutnou a vadnou.

Po dokončení čtyř vývojových stadií se larvy kohoutka černého kuklí v půdě v hloubce okolo 5 cm. Brouci se většinou líhnou v průběhu července, ještě před počátkem sklizně porostů. Dospělci nové generace se před přezimováním živí na různých jednoděložných rostlinách, převážně na výdrolech obilnin a na mezích okolo polí. Dospělci přezimují v zimovištích, jako jsou meze, remízky, okraje lesů a sady. Část populace dospělců může přezimovat i v půdě v kokonech, ve kterých se brouci koncem léta vykulili a do zimy je neopustili.

Většina ekonomicky významných škod je způsobena larvami. Za významné škody (až 75 % celkového poškození způsobeného larvami) jsou zodpovědné zejména larvy posledního vývojového stádia. Výskyt 22 – 26 larev na 100 stébel pšenice ozimé může způsobit ztráty ve výši 4 % celkového výnosu, přítomnost 1 larvy na jedno stéblo vede ke ztrátám na výnosu ve výši 13 %. Práh ekonomické škodlivosti činí 0,4 larvy na jedno stéblo.

Třásněnky a truběnký

Rád třásnokřídlí (Thysanoptera), podřád třásněnky (Tubulifera)

a podřád truběnký (Tubulifera)

V porostech obilnin může významné poškození způsobit několik druhů obou podřádů. Jsou to zejména třásněnka obilná (*Frankliniella tenuicornis* (Uzel)), třásněnka ostnitá (*Limothrips denticornis* Haliday), invazivní třásněnka pšeničná (*Limothrips cerealium* Haliday), truběnka pšeničná (*Haplothrips tritici* (Kurdjumov)) a truběnka travní (*Haplothrips aculeatus* (Fabricius)).

Všechny druhy třásněnek a truběnek jsou drobný 1–2 mm velký hmyz, mají úzké, dlouze protáhlé tělo, křídla jsou dlouhá a štíhlá, na zadním a vnějším okraji silně porostlá třásněmi, v klidu složená na zadečku. U některých druhů se vyskytují apterní jedinci, kteří nemají křídla ani v dospělosti. Asymetrické ústní ústrojí je bodavě savé. Zbarvení je různé od světle žluté až po černou. Larvy (nymfy) nemají vyvinutá křídla, jinak jsou podobné dospělcům, u některých druhů jsou světle zbarveny. Během vegetace se vytvoří 1–2 generace v závislosti na druhu. Přezimují dospělci. Truběnka pšeničná přezimuje v půdě pod rostlinami pšenice. Ostatní druhy přezimují v různých úkrytech mimo ornou půdu. Vývoj třásněnek na obilninách podporuje teplé a středně vlhké počasí, vysoká vlhkost a studené léto jsou pro rozvoj třásněnek nepříznivé. Přímé ztráty na snížení výnosu nebývají obvykle hospodářsky významné. Při silném výskytu v klasech může docházet ke snížení hmotnosti zrna (o 10–20 %) a ke snížení klíčivosti zrn (až o 30 %). Ochrana na obilninách se doporučuje při výskytu 10 a více nymf a dospělců třásněnek na horní část stébla v době sloupkování nebo 50 a více nymf a dospělců třásněnek na klas v době metání až nalévání zrna.

Všechny generace sají na mladých pletivech, zpočátku v pochvách listů, později na vyvíjejících se kláscích. Sání třásněnek je typické, vyvolává na listech nejprve stříbřitě bílé, později hnědnoucí skvrny. V těchto místech se také nacházejí tmavé kapičky výkalů. Počáteční poškození třásněnkami může být zaměněno s poškozením od kříšů, ale zde chybějí černé kapičky trusu a stříbřitý lesk. Nejdůležitější poškození vznikají sáním v klasech. Posáté klasy se přestávají vyvíjet, pluchy jsou pokroucené, klasy postupně bělají a zasychají (běloklasost), dochází k předčasné zralosti.

Kněžice

Kněžice obilná *Eurygaster maura* (Linnaeus)

a kněžice kuželovitá *Aelia acuminata* (Linnaeus)

Rád ploštic (Heteroptera) čeled' kněžicovití (Pentatomidae)

Kněžice obilná je v dospělosti asi 11 mm dlouhá hnědě zbarvená, kněžice kuželovitá je asi 9 mm dlouhá, žlutě zbarvená. Oba druhy se vyskytují na obilninách a travách. Mají jednu generaci v roce. Přezimují dospělci a na jaře kladou vajíčka na listy obilnin. Larvy a mladí dospělci sají na listech i klasech. Po uzrání obilnin se dospělci zdržují na travách a počátkem podzimu odlétají do lesů, kde zimují. Škodu působí sání na nezralých obilkách, které snižuje jejich hmotnost a podstatně zhoršuje kvalitu zrna. Oba druhy jsou rozšířeny především

v teplých a suchých nížinných oblastech. Saje především na nezralých obilkách, na rostlinách zanechává bělavé skvrny, u obilek snižuje hmotnost. Kněžice byly významnými škůdci v polovině minulého století, pak se jejich početnost podstatně snížila, v současnosti se vyskytují stále častěji.

Bejломorka obilná *Mayetiola destructor* (Say)

Řád dvoukřídlí (Diptera), čeleď bejlomorkovití (Itonididae)

Žije na polích a v některých oblastech patří k významným škůdcům obilnin, zejména pšenice, žita a ječmene. Dospělci se objevují na jaře, nejčastěji v polovině května jsou komárovitého tvaru, mají červenohnědé zbarvení a dorůstají délky 3–5 mm. Larvy jsou apodní s malou hlavou, bílé, velké 3–4 mm. Vyuvíjejí se v listu, později vnikají do kolének. Kuklí se mezi stéblem a listovou pochvou. Poškození vzniká tím, že silně napadená stébla se ohýbají a klasy se plně nevyvíjejí.

Plodomorka pšeničná *Contarinia tritici* (Kirby)

Řád dvoukřídlí (Diptera), čeleď bejlomorkovití (Itonididae)

Dospělci drobní, 1–2 mm dlouzí, tělo žlutě zbarvené. Samice kladou vajíčka do klasů pšenice mezi plevy a pluchy, v době od vymetání do kvetení. Vylíhlé larvy přelézají k semeníkům a vysávají je a tím brání vývoji zrna. Pokud na jednom semeníku saje 3 a více larev obilka se nevyvine. V době zrání obilnin charakteristicky žlutě zbarvené larvy opouštějí klas, padají na zem a přežívají v půdě až do příštího jara, kdy se kuklí. Vyuvíjí se jedna generace v roce.

Květilka obilná *Delia coarctata* (Fallén)

Řád dvoukřídlí (Diptera), čeleď květilkovití (Anthomyidae)

Dospělá moucha 6–7 mm dlouhá, štíhlá šedožluté barvy. Žije a klade vajíčka na kameny ležící na povrchu zoraného pole, koncem léta a na podzim. Larvy sa líhou brzy na jaře (konec února až duben), vyhledávají rostlinky obilnin, vnikají do pochev vnějšího listu a prožírají se ke vzrostnému vrcholu později vyžírají všechny části, které leží uvnitř pochvy vnějšího listu. Larvy opouštějí zničené rostliny a přelézají na další rostliny. Během vývoje může jedna larva zničit až šest rostlinek. Poškození se projevuje nápadně zaschnutím vrcholového listu. Plně vyvinutá larva je 6–7 mm dlouhá, kuklí se v půdě.

Dřepčík obilní – *Phyllotreta vittula* (Redtenbacher)

Řád brouci (Coleoptera), čeleď mandelinkovití (Chrysomelidae)

Dospělci se začínají objevovat na polích na konci března. Nejprve provádějí žír na listech brukvovitých rostlin, později přelétají na obilniny, především ječmen a pšenici, jejichž listy okénkují. Samičky začínají klást vajíčka v květnu do půdy. Larvy jsou štíhlé a velmi pohyblivé. Larvy působí škody okusem kořínků obilnin. Larvy dřepčíka obilního nepřezimují, kuklí se v půdě na přelomu koncem června a počátkem července. Dospělci přezimují na křovinatých stráních, ve spadaném listí a v menší míře i na otevřených polích. V České republice není hojným druhem

Kovaříci

Kovařík obilní *Agriotes lineatus* (Linnaeus)

a kovařík začoudlý *Agriotes ustulatus* (Schaller)

Řád brouci (Coleoptera), čeleď kovaříkovití (Elateridae)

Dospělci obou druhů jsou 8–9 mm dlouzí se odlišují kresbou hnědě zbarvených krovek které buď nesou podélné světlé pruhy (kovařík obilní) nebo jsou bez kresby (kovařík začoudlý).

Dospělci obou druhů neškodí. Vyskytují se v květnu a červnu na polích, loukách a v lesních školkách, žijí se pylem především v květech okoličnatých a složnokvětých rostlin. Škodí larvy (drátovci), které v dorostlém stavu dorůstají délky až 16 mm a mají charakteristickou tvrdou pokožku. Žijí v zemi a živí se kořeny jednoděložných rostlin včetně obilnin a svým žírem rovněž silně poškozuji klíčící semena. Vývoj trvá 3–4 roky, larvy v půdě vertikálně migrují, v teplém období jsou blíže pod povrchem, na podzim zalézají do hlubších vrstev půdy.

Osenice polní *Agrotis segetum* (Denis & Schiffermüller)

Řád motýlí (Lepidoptera), čeleď můrovití (Noctuidae)

Dospělci dorůstají velikosti 15–20 mm a rozpětí křídel mají od 35 do 45 mm. Přední křídla jsou hnědošedá s nevýraznou kresbou s ledvinovitými skvrnami. Zadní křídla mají šedožlutá s bílými třásněmi na okraji. Larva – housenka je velká až 50 mm. Mladé housenky osenic mají pouze 2–3 páry panožek, později 4–5 párů. Tělo housenky je lesklé a lysé, šedohnědě zbarvené, po vyrušení se housenka stáčí do kolečka. Housenky prvních instarů se živí listy a později zalézají do půdy kde pokračují v žíru na kořenech. V době, kdy žijí pod zemí patří housenky k nebezpečným polyfágním škůdcům všech zemědělských plodin, především okopanin, ale škody působí i na obilninách, kukuřici, luskovinách a zelenině. Přezimují larvy vyšších instarů a na jaře se kuklí v zemi. Během roku se vytvoří 1 generace a jen v nejteplejších oblastech se vytváří 2 generace.

Bodruška obilná *Cephus pygmaeus* (Linnaeus)

Řád blanokřídlí (Hymenoptera), čeleď bodruškovití (Cephidae)

Dospělci jsou 6–10 mm velcí s dlouhými nitkovitými tykadly. Poslední tykadlový článek je zesílený. Zbarvení leskle černé, štihlejší zadeček se žlutými příčnými proužky na druhém a třetím zadečkovém článku. Larva je přibližně 12 mm dlouhá, žlutavá beznohá (apodní) s hnědou hlavou. Tělo je zřetelně segmentované. Vyskytuje se na pšenici, žitě, vzácně ječmeni a některých druzích lučních trav. Dospělci létají v květnu a červnu. Samice má krátké pilovité kladélko, pomocí kterého klade vajíčka do horních částí stébel. Larvy se prožirají stéblem směrem dolů k bázi stébla. Zde vykousou kruhovitou rýhu. Pod ní se larva zapře do průhledného kokonu a přečká zimu u paty stébla. Stébla se v místě kruhové rýhy lehce lámou. Larva se kuklí v dubnu. Druh má 1 generaci v roce. Poškození se projevuje běloklasostí se zadinovitými zrny, Vnitřek stébel je podélně prožraný a vyplněný drtí a trusem. Napadená stébla se lehce lámou a padají k zemi.

III. 2 PŘIROZENÍ NEPŘÁTELÉ ŠKŮDCŮ

III. 2.1 Rozdělení a význam

Přirození nepřátelé škůdců jsou organizmy, které jim škodí do té míry, že vážně snižují jejich životaschopnost. Organizmy, které na životaschopnost hostitele nemají vážný vliv mezi přirozené nepřátele nepočítáme. Přirození nepřátelé působí smrt hostitele nebo snižují jeho schopnost rozmnožování.

Vliv přirozených nepřátel na populace škůdců je v zásadě omezený. Jaké jsou důvody tohoto omezení? Velikost populace libovolného živého organismu včetně škůdců je úplně předurčena čtyřmi faktory. Závisí na imigraci (přistěhovalectví) – množství jedinců, které přijde do sledovaného prostoru odjinud, emigraci (vystěhovalectví) – množství jedinců, které odejde, natalitě (porodnosti) – počtu jedinců, kteří se narodí a mortalitě (úmrtnosti) – počtu

jedinců, kteří uhynou. Každý z těchto faktorů může ovlivnit výsledný počet jedinců škůdce zásadním způsobem, přirození nepřátelé však mohou ovlivnit jen dva z těchto faktorů: přímo ovlivňují úmrtnost, nepřímo také porodnost škůdců. Z této pouze rozumové úvahy vidíme, že vliv přirozených nepřátel má své meze. Kromě těchto "logických" mezi vlivu přirozených nepřátel existuje přírodních řada podmínek, které vliv přirozených nepřátel škůdců podporují nebo omezují a mají ráz čistě přírodní. Jsou to vlivy neživého prostředí, takzvané abiotické faktory (teplota, vlhkost a délka světelného dne), vlivy potravy a vlivy ostatních jedinců téhož druhu, takzvaná konkurence. Nicméně, význam přirozených nepřátel v regulaci populací různých druhů členovců (hmyzu a roztočů) byl prokázán jak v přírodních podmínkách, tak v pokusech. Soubor přirozených nepřátel má přibližně stejný účinek na populace cílových druhů, jako abiotické a potravní faktory. Posílení komplexu přirozených nepřátel se projeví snížením počtu sezon s kalamitním výskytem škůdce.

Skupiny přirozených nepřátel

Organizmy, které nepříznivě ovlivňují život jiných organismů tím, že žijí na jejich úkor, lze rozdělit do dvou skupin. První skupinu tvoří původci **chorob**. Jsou to různé druhy mikroorganismů, především viry, bakterie, houby a prvoci. Choroby jsou významnou složkou biologického odporu prostředí proti škůdcům. Izolace, pěstování a nakonec i průmyslová výroba jejich původců často nečiní problémy. Využití však stojí v cestě především obtíže s jejich šířením v přírodě. Jedovaté látky nepříznivě ovlivňující škůdce v průběhu nemoci je možno chemicky připravit, vyrábět a v ochraně proti škůdcům přímo využít. Takto aplikovaná biologická ochrana se stává jiným typem chemické ochrany. Využití tohoto způsobu biologické ochrany je velmi odlišné od problematiky přirozených živočišných nepřátel a není cílem této metodiky.

Druhou skupinu přirozených nepřátel tvoří organizmy, jejichž velikost je srovnatelná s velikostí škůdce. Sem patří tři typy přirozených nepřátel. **Paraziti** – živočichové získávající svou výživu z jednoho jedince, takzvaného hostitele, kterého poškozují, ale obvykle nezabíjejí. Proto jejich význam pro biologickou ochranu je malý. **Parazitoidi** – živočichové rovněž žijící z jednoho hostitele, ve kterém uskutečňují svůj vývoj a nakonec jej zabíjejí. **Predátoři** (dravci) – živočichové živící se požíráním většího počtu kusů kořisti, kterou cíleně pronásledují a zabíjejí.

Parazitoidi jsou první významnou složkou biologické ochrany proti škůdcům z kmene členovců (skupina živočichů, do které patří jak hmyz, tak roztoči). Hospodářsky významné jsou především malé druhy z řádu blanokřídlých (Hymenoptera) a dvoukřídlých (Diptera). Ve většině případů svého hostitele zabíjejí tím, že jejich larvální vývoj probíhá uvnitř těla hostitele přičemž parazitoid (takzvaný endoparazitoid) se živí tkáněmi hostitelova těla. Jiné druhy parazitoidů (ektoparazitoidi) žijí zachyceni na povrchu těla hostitele, požírají jej zvenčí. Parazitoidi mohou napadat všechna vývojová stadia hostitele, jednotlivé druhy parazitoidů se však na jednotlivá stadia specializují. Rozeznáváme tak parazitoidy vajíček, larev, kukel a dospělců hostitele. V jednom hostiteli se v některých případech vztahu parazitoid-hostitel může vyvíjet i větší počet parazitoidů. Rozhodující fází pro vztah parazitoida a hostitele je období, kdy samice parazitoida klade vajíčka do těla hostitele. Při vyhledávání hostitele využívá samice parazitoida především pachových signálů charakterizujících jeho přítomnost nebo jeho činnost (požer, sání) na hostitelské rostlině, v menší míře také zrakových podnětů. Když samice dosáhne hostitele, vyhodnocuje jeho kvalitu, především velikost, stáří a přítomnost vajíček již dříve vykladených do těla hostitele jinou samicí. Za normálních podmínek klade pouze do hostitelů, kteří zaručují potomstvu optimální podmínky a vyhýbá

se hostitelům již obsazeným. Vhodnost hostitele pro vývoj larvy parazitoida stoupá s jeho velikostí. Proto samice blanokřídlého hmyzu, které mohou ovlivňovat pohlaví potomka během kladení, umísťují samičí vajíčka do větších hostitelů, samčí pak do menších. To zajišťuje nejlepší příděl živin pro budoucí generaci. Napadený organizmus hostitele se může vajíčkům parazitoida po jejich vykladení bránit imunitní reakcí, která je často zabíjí. Samice některých druhů parazitoidů při kladení hostitele omračují a rostoucí larva pak jeho tělo využívá jako živou konzervu, jiné druhy dovolují hostiteli v době vývoje larvy růst a přijímat potravu. Po dokončení vývoje se larvy některých druhů parazitoidů kuklí uvnitř těla hostitele a charakteristickým způsobem pozměňují jeho vzhled, takže vytváří takzvanou "mumii", jiné druhy tělo hostitele opouštějí. Dospělci parazitoidů se většinou živí potravou rostlinného původu. Z hlediska ochrany proti škůdcům je rozhodující, že o účinnosti parazitoidů se rozhoduje na počátku, v období kdy samice napadají hostitele.

Predátoři jsou neméně významnými přirozenými nepřáteli členovců, jejich životní strategie je však odlišná. Zatímco druhy parazitoidů jsou ve většině případů specializovani na úzkou skupinu hostitelů a vázaní na jednoho jejich jedince, predátoři mají širší výběr. Takzvaní polyfágní predátoři napadají velký počet druhů kořisti, nerozlišují mezi vývojovými stadii a v mnoha případech doplňují výběr rostlinnou potravou. Z polyfágních predátorů s kousacím ústrojím mají v polních podmínkách největší význam střevlíkovití (Carabidae), drabčíkovití (Staphylinidae) a páteříčkovití (Cantharidae). Významnou, ale přehlíženou úlohu hraje sociální hmyz, zvláště vosy (Vespidae), které v polních porostech napadají hlavně larvy brouků a motýlů. Z polyfágních predátorů se savým ústním ústrojím mají význam ploštice (Heteroptera). Stupeň polyfagie u ploštice je velmi široký. Mnohé druhy se živí jak rostlinnou, tak živočišnou potravou, na obou typech potravy jsou schopny dokončit vývoj, ten však nejlépe probíhá na smíšené potravě.

Menší výběr potravy mají takzvaní specializovaní predátoři, jejichž kořisti je určitá skupina živočichů. Specializace je možná jen v případech, že cílová skupina živočichů je tak hojná, aby zajistila trvalý příjem potravy. V našich podmínkách připadají v úvahu pouze mšice, třásněnky a svlušky. Mezi specializované predátory patří z řádu brouků (Coleoptera) zástupci čeledi slunéčkovitých (Coccinellidae), z řádu dvoukřídlých zástupci čeledi pestřenkovitých (Syrphidae), z řádu síťokřídlých (Neuroptera) zástupci čeledi zlatoočkovitých (Chrysopidae) a denívkovitých (Hemerobiidae). Specializovaní predátoři mají několik společných ekologických vlastností. Samice predátorů jsou nuceny migrovat mezi jednotlivými stanovišti kořisti a na různých místech zanechávat část ze své celkové zásoby vajíček. Při vyhledávání kořisti se řídí zejména pachem produktů vylučovaných kořisti, konkrétně u mšic . přítomností medovice. Samice jednotlivých skupin predátorů zaujímají při kladení vajíček různou strategii. Zlatoočkovití kladou rozptýleně malé množství vajíček již v období začátku výskytu kořisti, jejich larvy jsou však velmi pohyblivé a dokáží vyhledat rozptýlenou kořist. Dospělci slunéčkovitých vyhledávají napadené porosty při velmi malé hustotě kořisti, ale vyčkávají, až její množství dosáhne koncentrace, při které se larvy užijí. Vajíčka jsou vykládána ve snůškách po několika kusech a dříve vylíhlé larvičky často kanibalizují dosud nevylíhlá vajíčka, aby se předzásobily živinami pro první dny vývoje. "Opatrnou" strategii se vyznačují pestřenkovití, kteří kladou vajíčka až při vysoké populační hustotě kořisti. Cílené umístění vajíček kompenzuje slabé pohybové a orientační schopnosti muších larev. Spotřeba potravy je u všech druhů predátorů oproti parazitoidům vysoká, jednak kvůli jejich větší velikosti, jednak kvůli nižší účinnosti přeměny potravy v tělesnou hmotu. Velké larvy mohou za den spotřebovat velký počet kusů kořisti, například několik desítek kusů mšic. Z hlediska ochrany proti škůdcům je účinek predátorů na populaci kořisti zpožděný, ale v mnoha případech větší než účinek parazitoidů.

Metody využití přirozených nepřátel

Metody využití přirozených nepřátel hmyzu (často nazývaných entomofágy) lze rozdělit na tři skupiny. První skupinu představuje záměrné dovezení přirozených nepřátel z jiných zeměpisných oblastí, takzvaná introdukce. Úspěšné introdukce jsou nejefektivnější a tudíž obecně nejznámější případy biologického boje. Po prvním významném úspěchu s introdukcí australského slunéčka *Rodolia cardinalis* do Kalifornie která byla provedena v osmdesátých letech devatenáctého století, která vyřešila problém zavlečeného červce *Icerya purchasi*, došlo k řadě dalších pokusů. Někteří odhadují, že asi 20 % všech pokusů mělo alespoň částečný úspěch, který se projevil snížením škodlivosti cílového druhu škůdce. Nejvýraznějších úspěchů bylo dosaženo proti zavlečeným škůdcům tím, že byli dovezeni jejich přirození nepřátelé z původního areálu jejich rozšíření. Jinak bylo dosaženo účinku i po introdukci zcela nové kombinace několika druhů přirozených nepřátel introdukovaných z oblastí, kde se druh škůdce nevyskytoval. Naproti tomu domácí škůdce zpravidla provází bohatý komplex predátorů a parazitoidů, formovaný dlouhým společným vývojem jejich populací. Je otázkou, zda uvedení dalšího člena do tohoto komplexu se projeví snížením populace škůdce. V nejhorším případě by účinek mohl být opačný. Účinnost původního komplexu přirozených nepřátel by mohla být omezena konkurencí s dovezeným druhem. Přitom zůstává nejasné, zda nový druh činností původních přirozených nepřátel plně nahradí. Tato situace u nás nastala v důsledku rozmnožení zavlečeného slunéčka *Harmonia axyridis*. Úspěšnější byly v několika případech introdukce parazitoidů. Z geografického hlediska mají relativně větší naději introdukce na ostrovy než na pevninu a introdukce do tropických oblastí než do mírného pásma. Introdukovaný materiál je nutno vybírat z populací, u kterých je zafixován takový režim řízení ročního cyklu druhu (počtu generací a indukce dormance), který umožní jeho přežití v cílové oblasti. U řady predátorů a parazitoidů existují geneticky podložené biotypy, specializované k určitým druhům kořisti. Proto dovezený materiál musí být dostatečně geneticky různorodý, aby zajistil adaptaci k lokálním podmínkám. Z tohoto přehledu vyplývá, že naše území je pro introdukce jedno z nejméně vhodných na Zemi. Dalším problémem je finanční náročnost projektů introdukce a v současnosti pak i obavy veřejnosti a restriktivní opatření státních orgánů, které by tyto projekty pravděpodobně vzbudily.

Druhým způsobem využití je umělé množení přirozených nepřátel a jejich vypouštění do napadených porostů. Zde je možno použít dvou postupů: jednak zásah "inokulativní", kdy je vypuštěno malé množství přirozených nepřátel, kteří se v napadeném porostu dále množí sami, jednak zásah "inundativní", který spočívá ve vypuštění nadbytku přirozených nepřátel, kteří škůdce zahubí, následně však sami podlehnou. Problematika inokulativních zásahů je do značné míry podobná jako u introdukcí. Hlavním problémem inundativních zásahů je, že vyžadují, aby bylo v době potřeby po ruce velké množství přirozených nepřátel. Aby bylo dosaženo 90–95 % účinnosti zásahu, je nutno vypouštět 75 000 až 750 000 jedinců entomofágů na hektar, podle druhu přirozeného nepřítel, škůdce a ekologických podmínek zásahu. Klade to vysoké požadavky na organizaci chovu entomofágů. Jistou zásobu jejich materiálu lze vytvořit již v předsezonním období, protože většinu druhů je možno několik týdnů skladovat za snížené teploty. Metody skladování jsou druhově velmi specifické a neustále se výzkumně dopracovávají. Rovněž zdokonalení metodiky chovů, t.j. zvýšení jejich výtěžnosti a jejich zlevnění, se ubírá několika směry. Významných zlepšení je možno dosáhnout zavedením umělých potrav, využitím chování entomofágů při manipulaci, chovem selektovaných kmenů apod. Závažná je otázka vysazování entomofágů do ohrožených porostů. Bylo vynalezeno množství metod, které kombinují různé typy přenosných schránek a substrátů, které je vyplňují. Tyto metody snižují ztráty přirozených nepřátel při transportu

a při vysazování v porostu. Přesto vždy platí, že výsledky se zhoršují úměrně tomu, jak klesá podíl ruční práce při vysazování. Proto umělé vysazování je vhodné zejména ve sklenících a pro potřeby zahrádkářů a drobných pěstitelů.

Třetím způsobem využití je ochrana a usměrnění pohybu přirozených populací nepřátel škodlivých činitelů. Mechanismus zásahu spočívá ve zvýšení abundance přirozených nepřátel v období počátku vývoje populací škůdců. V této době může predace i parazitace pozdržet prudký růst populace škůdců v případě, že poměr mezi přirozenými nepřáteli a škůdci je příznivý. Zvýšení absolutní početnosti přirozených nepřátel lze ovlivnit několika způsoby. V zemědělské krajině je možno chránit, případně vytvořit místa, vhodná pro přezimování přirozených nepřátel. Obecně jsou to místa zemědělsky neobhospodařovaná, jejichž rozloha v současné době vzrůstá. Vhodnost takových refugií jako míst přezimování však velmi závisí na jejich mikroklimatu. Zvýšení počtu míst vhodných pro zimování tedy nemusí být úměrné zvětšení výměry zemědělsky neobhospodařované půdy. K zvýšení početnosti přirozených nepřátel v cílových porostech bylo použito několik metod. Pozitivně se projevilo udržování větší diversity kvetoucích rostlin jejich vyséváním v okrajových pásech na souvratích, případně vynecháním herbicidního zásahu v těchto místech. Tato opatření jsou zejména nutná pro zvýšení účinnosti pestřenkovitých, jejichž samice pro vykladení potřebují jako potravu pyl. K přilákání predátorů a parazitoidů do porostů bylo v některých případech použito atraktantů. Například u predátorů mšic se osvědčily roztoky aminokyseliny tryptofanu, jejíž zápach se podobá zápachu medovice mšic, který je přitahuje. Podobný účinek mělo rozstříkávání umělé medovice vyrobené ze směsi cukru a kvasničného autolyzátu, což zlepšuje i výživu kladoucích samic. Jako atraktanty a rovněž stimulatory kladení vajíček pro různé druhy predátorů a parazitoidů se osvědčily také vodní výluhy z některých rostlin (laskavec, dřšťál), rozstříkované v porostech. Kritickým místem v životě predátorů je vývoj nové generace pokud probíhá přímo v zemědělských porostech a vyžaduje určitou minimální abundanci kořisti nebo hostitele. Tato populační hustota škůdců může být v některých plodinách z ekonomického hlediska zanedbatelná a měla by být tolerována.

III 2.2 Významné druhy přirozených nepřátel

Podat přehled důležitých skupin přirozených nepřátel je úkol nesnadný, protože parazitoidů a predátorů jen v naší fauně existuje několik tisíc druhů a určení druhové příslušnosti v některých skupinách je obtížné. Tento úkol je však ulehčen tím, že v polních kulturách jsou společenstva přirozených nepřátel poměrně chudá a skládají se z několika desítek druhů z nichž jen malá část je zastoupena větším počtem jedinců. S výjimkou některých druhů parazitoidů není většina predátorů specializována na určitý druh kořisti. Mohou se živit všemi druhy kořisti přiměřené velikosti pokud s ní přijdou do styku.

Významnou a druhově nejbohatší skupinou přirozených nepřátel jsou parazitoidi. Zjištění jejich přítomnosti a určení druhu je velmi obtížné, kvůli obtížné rozlišitelnosti dospělců a skrytému způsobu života vývojových stadií. Pro nespecialistu je nejsnáze rozlišitelná přítomnost těch parazitoidů, jejichž vývojová stadia mění vzhled hostitele charakteristickým způsobem. Jsou to parazitoidi mšic lumčíkovití (Braconidae) a mšicomarovití (Aphidiidae) kteří po zakuklení působí zčernání napadené mšice nebo mění její vzhled – mšice se nafoukne a vytvoří takzvanou “mumii” (Obrázek 4). Také napadení vajíček mšicovitých parazitoidy rodu *Trichogramma* působí změnu jejich barvy. Vajíčka kohoutků jsou často atakována parazitickými vosičkami z čeledi Mymaridae (rod *Anaphes*).

Vajíčka i larvy kohoutků jsou požírány celou řadou predátorů, jako jsou slunéčka, střevlíci, drabčici, zlatoočky a dravé ploštice. Larvy jsou také napadány entomopatogenními houbami Entomophthora. Přirození nepřátelé však nejsou schopni mimo okrajového efektu snížit hospodářskou škodlivost.

Predátoři (dravci) jsou druhově méně početní přirození nepřátelé škůdců. Význam má několik systematicky příbuzných skupin druhů predátorů.

Drabčíkovití (Staphylinidae) Malé až středně velké druhy (do 30 mm) vyznačující se štíhlým protaženým tvarem těla a silně zkrácenými krovkami, které kryjí jen 1/4 – 1/2 zadečku, nohy dlouhé a štíhlé. Larvy podlouhlé s tmavě zbarvenou pevnou hlavou (celkově jsou larvy podobné larvám čeledi střevlíkovitých, ale hlava při pohledu shora je spíše okrouhlá). Žijí na nejrůznějších místech, různým způsobem života. Řada druhů je predátory jiných členovců i měkkýšů. Většina druhů je aktivní v noci, mnohé druhy dobře létají. Převážná část druhů jsou predátoři, spektrum kořisti je však předurčeno místem jejich výskytu, přičemž nároky většíny druhů jsou velmi vyhraněné a úzké. Z našich přibližně 1200 druhů se jich v porostech polních plodin vyskytuje asi 70. Nejhojnějšími velkými druhy jsou zástupci rodu *Philonthus*, lejnomyl zdobený (*Philonthus decorus*). Černý, délka asi 12 mm.

Páteříčkovití (Cantharidae) Dospělci podlouhlí až 15 mm dlouzí, s výrazně měkkými krovkami a tělem, přezimují larvy až 30 mm dlouhé, sametově ochlupené, černohnědé až černé, často nalézané v zimních a jarních měsících lezoucí na zemi. Dospělci i larvy jsou nespecializovaní predátoři požírající mšice a jiný savý hmyz, housenky i dospělce různého hmyzu, důležité jsou proto, že kvůli své velikosti mají vysokou spotřebou potravy. Některé druhy pravidelně požírají prašníky květů a semenáčky rostlin. Velmi dobře létají. Jsou aktivní ve dne i v noci. Ze 75 našich druhů jsou v polních porostech hojné 3 druhy: páteříček chloupkovaný (*Cantharis lateralis*), páteříček sněhový (*Cantharis fusca*) a klanodrápník žlutý (*Rhagonycha fulva*).

Slunéčkovití (Coccinellidae) Dospělci okrouhlého tvaru, menší velikosti (do 10 mm), většinou s výraznou barevnou kresbou sestávající se z černých skvrn na červeném nebo žlutém pozadí, případně červených skvrn na černém pozadí. Larvy černé, až 15 mm dlouhé, velmi pohyblivé s dlouhými nohama. Dospělci i larvy dravých druhů specializované na požíráni mšic, červců nebo svilušek. Další druhy se živí sporami hub, pylem, případně rostlinnou potravu. Dospělci dobře létají. Mají jednu generaci (velké druhy) až dvě nebo tři generace ročně, přezimují dospělci. Výskyt jednotlivých druhů je určen mikroklimatem, množstvím dostupné potravy a typem rostlinného porostu. Ze 73 druhů vyskytujících se u nás lze v porostech obilnin nalézt hojně slunéčko sedemtečné (*Coccinella septempunctata*) a slunéčko čtrnáctitečné (*Propylea quatuordecimpunctata*) (obrázek 5). Dále se v porostech plodin hojněji vyskytují slunéčko dvoutečné (*Adalia bipunctata*) a slunéčko drobné (*Hippodamia variegata*). Zavlčené slunéčko východní (*Harmonia axyridis*) se v porostech obilnin a dalších polních plodin vyskytuje hojně pouze v případech, kdy populační hustota mšic je z ekonomického hlediska nepřijatelně vysoká.

Střevlíkovití (Carabidae) Dospělci jsou malé (2 mm) až velké (40 mm) druhy, s dobře vyvinutými nohama, hlava vždy užší než zbytek těla, larvy jsou podlouhlé s velkou zpevněnou hlavou tmavěji zbarvenou než ostatní tělo, při pohledu shora hranatou (na rozdíl od drabčíkovitých), na konci těla jsou tyčinkovité přívěsky. Larvy i dospělci požírají živočišnou

potravu, kromě všech vývojových stadií členovců též slimáky. Mají převážně noční způsob života. Loví na povrchu země, řidčeji lezou na rostliny, larvy se zdržují většinou v povrchových vrstvách půdy. Řada druhů požírá semena plevelů (tyto druhy jsou označeny hvězdičkou) a dokonce jim dává přednost před masitou potravou. Přezimují buď dospělci (velké druhy mohou žít několik let), nebo larvy. Řada druhů létá i na větší vzdálenosti, některé druhy ve dne, jiné v noci. Ze 600 našich druhů žije v polních porostech asi 50 druhů z nichž několik je hojných: obloštice plstnatý (*Pseudophonus rufipes*), kvapník ménivý (*Harpalus affinis*), běžec čtveropásý (*Trechus quadristriatus*), tečkokřídlec obecný (*Pterostichus melanarius*), zdobník měďový (*Poecilus cupreus*), matnolesklec okrouhlý (*Amara ovata*), matnolesklec kovový (*Amara aenea*), šídlatec zářivý (*Bembidion lampros*), střevlíček dvoubarevný (*Anchomenus dorsalis*) a střevlík zrnitý (*Carabus granulatus*).

Pestřenkovití (Syrphidae)

Dravé druhy středně velké (délka těla dospělé 8-15 mm), larvy bez viditelné hlavové schránky, kapkovitého tvaru. Jen menší část z celkem 320 u nás se vyskytujících druhů je dravá. Živí se hmyzem vyskytujícím se hromadně, především mšicemi a třásněnkami. Vajíčka jsou kladena do blízkosti kolonií kořisti. Dravé larvy jsou noční, přes den ukryté na rostlinách. Kukly mají charakteristický kapkový tvar, jsou nalepeny na rostlinách a snadno viditelné. Dospělci, kteří se živí pylem a cukernatými látkami, mají denní aktivitu. Let je charakteristický – stojí na místě (pro svůj vzhled jsou lidově nazývány "vosíčky"), některé druhy masově migrují na velké vzdálenosti, řádově stovek kilometrů. Mají dvě generace v roce, přezimuje dospělec, u některých druhů larva. V porostech polních plodin se hojně vyskytují dva druhy: pestřenka pruhovaná (*Episyrphus balteatus*) (larva do 10 mm, s bezbarvou průhlednou pokožkou pod níž je nepravidelný sádrově bílý vzor, pokožkou prosvítají vnitřní orgány) a pestřenka velká (*Scaeva pyrastris*) (larva do 18 mm, sytě zelená se žlutými podélnými pruhy na hřbetě, pokožka neprůhledná, pokrytá bradavkami).

Lovčicovití (Nabidae)

Plošťice malé a střední velikosti (6-11 mm), podlouhlého těla, se silně vyvinutým sosákem, mohutnými nohama a malými až zkrácenými polokrovkami. Mají jednu generaci v roce, přezimuje dospělec. Predátoři živí se larvami a jiným měkkým hmyzem. V porostech polních plodin se vyskytuje více druhů z nichž žádný početně nepřevažuje. Jeden z druhů často se vyskytujících v porostech polních plodin je lovčice krátkokřídla (*Himacerus apterus*).

Hladěnkovití (Anthocoridae)

Drobné druhy 2-8 mm dlouhé, predátoři hromadně se vyskytujících skupin členovců, svilušek, třásněnek, mšic a červců. Hojné druhy mají dvě generace v roce, přezimují dospělci. V porostech zemědělských plodin se z 41 u nás nalézáných druhů vyskytují hojně 2 druhy: hladěnka hajní (*Anthocoris nemorum*) (predátor širokého spektra malých druhů členovců) a hladěnka malá (*Orius minutus*) (specializovaný predátor svilušek).

Klopuškovití (Miridae)

Z velké čeledi převážně býložravé několik dravých druhů menší velikosti (5-10 mm). Klopuška dravá (*Deraeocoris ruber*) se živí se drobným hmyzem. Má jednu generaci v roce, přezimují vajíčka.

Zlatoočkovití (Chrysopidae)

Malé až středně velké druhy (tělo 10-20 mm dlouhé) podobného celkového vzhledu. Mají dva páry křídel s bohatou žilnatinou, zbarvení celého těla zelené, oči s výrazným zlatým leskem, tělo štíhlé. Nápadná asi 0.8 mm dlouhá zelená vajíčka

jsou kladena na stopkách. Larvy středně velké, velmi pohyblivé, s výraznými mečovitými kusadly. Dospělci se živí hlavně cukernatými látkami (medovíci), larvy – významní polyfágní predátoři, se živí všemi druhy dostupné kořisti. Tu vysávají po nabodnutí dutými kusadly. Aktivita dospělců i larev je převážně noční, dospělci létají pohotově, ale na malé vzdálenosti. U nás zjištěno 25 druhů z nichž v polních kulturách se vyskytují tři: zlatoočka obecná (*Chrysopa carnea*). Podle nových zjištění jde o komplex několika tvarově téměř nerozlišitelných druhů, z nichž na území ČR žijí tři. Více než 90% jedinců zlatoočkovitých vyskytujících se v polních porostech patří k tomuto komplexu. Poznájí se podle toho, že jejich zbarvení je čistě zelené, bez černých skvrn na hlavě a černě vybarvených částí žilek na křídlech, dále podle toho, že po chycení nezapáchají. Mají 2 generace v roce, přezimují dospělci, kteří na zimu mění zbarvení. Dále zlatoočka plamková (*Chrysopa commata*). Velmi podobná předešlé, na temeni hlavy 2 černé tečky, po stranách zadečku podélná černá páska, výrazně zapáchá. Zlatoočka zelená (*Chrysopa phylochroma*). Jako předešlá, bez černé pásky na zadečku.

Denivkovití (Hemerobiidae) Menší druhy (tělo 4 – 8 mm dlouhé) s křidelni žilnatinou jednodušší než u zlatoočkovitých, křídla různě zbarvena. Larvy podobné larvám zlatoočkovitých vzhledem i způsobem života. Larvy se vyskytují hlavně v pozdním létě a na podzim, tím se snižuje konkurence s larvami zlatoočkovitých. Z 36 našich druhů se v porostech obilnin nejčastěji vyskuteje denivka průsvitná (*Hemerobius humuli*) a denivka skvrnitá (*Micromus variegatus*).

Pavouci – Araneae Všichni pavouci jsou dravci, kteří se živí především různými druhy hmyzu. Z více než 37 000 druhů známých ve světě se u nás vyskuteje něco málo přes 800 druhů. V zemědělské krajině se vyskuteje přes 100 druhů, avšak pouze asi 30 z nich patří k hojným. Ve většině plodin patří k nejhojnějším predátorům a významně se podílejí na regulaci hmyzích škůdců. Navzdory schopnosti regulace nejsou dodnes pavouci uměle množeni a vysazováni. Je tomu tak proto, že chov pavouků je náročný a také proto, že většina z nich jsou nespecializovaní predátoři, jejichž vasazování by se patrně nevyplatilo. Avšak právě díky své všestrannosti jsou pavouci schopni lovit široké spektrum škůdců. Navíc se ukázalo, že skupina různých druhů pavouků je efektivnější v regulaci škůdců než jeden druh pavouka. Další nezanedbatelnou předností pavouků je tzv. nadměrný lov kořisti, který je zvláště charakteristický pro síťové druhy pavouků. Síť je nevýběrová past, do které se chytí různé druhy především létajícího hmyzu. Síť pavouků uloví daleko více kořisti než je samotný pavouk schopen zkonzumovat. Tím je predáční schopnost pavouků vyšší než u jiných predátorů podobné velikosti (obrázek 6).

Fauna pavouků v porostech různých plodin se liší. V porostech obilnin (pšenice, ječmen) se vyskutejí především tzv. epigeické druhy. To jsou pavouci, kteří se vyskutejí a loví na zemi. Patří sem několik druhů z čeledí slíďákovitých (Lycosidae) a plachetnatkovitých (Linyphiidae). Většina zástupců první čeledi patří do rodu *Pardosa*. Jsou to poměrně velcí pavouci (8 mm), kteří nestavějí síť, ale aktivně vyhledávají kořist, především na zemi. Dokážou však i šplhat po bylinách. Plachetnatky jsou drobní (2 mm) pavouci, kteří si stavějí malé síť mezi hroudami hlíny. Na kořist čekají pod sítí. Ve strukturovaných plodinách, jako je slunečnice, kukuřice, nebo hrách, se kromě epigeických druhů pavouků hojně vyskutejí zástupci čeledi snovačkovití (Theridiidae) a běžníkovití (Thomisidae). Jsou to středně velcí pavouci (5 mm), kteří se zdržují na rostlinách. Snovačka pečující (*Theridion impressum*) je jedním z nejhojnějších druhů pavouků na listech slunečnice a kukuřice, kde si staví trojrozměrné síť. Tento druh pavouka se živí takřka vším co se chytí do sítě: především mšicemi a kříský.

Pavouci z čeledi běžníkovitých (Thomisidae) se často vyskytují na květenstvích a listech. Zde číhají na drobnou kořist, např. klopušky, nebo ji aktivně vyhledávají. Méně hojní jsou křížáci (Araneidae) a cedivky (Dictynidae), kteří si stavějí malé sítě mezi listy.

Jedním z hlavních faktorů, které negativně ovlivňují hojnost pavouků je použití pesticidů. Aplikace těchto látek vede až k 90% snížení hojnosti pavouků. Díky své mobilitě a schopnosti šíření větrem jsou pavouci sice schopni znovu osídlit ošetřenou plochu, ale trvá to několik dní až týdnů. Studium efektivnosti různých druhů pesticidních přípravků ukázalo, že fungicidy a herbicidy nejsou pro pavouky škodlivé. Zato akaricidy a některé insekticidy (pyreroidy) způsobují až 100% mortalitu.

Opatření ke zvýšení účinnosti přirozených nepřátel

Ačkoliv možností využití přirozených nepřátel v biologické ochraně je mnoho (viz úvodní část) realizovat v současnosti je možno jen některá. Introdukce nových druhů v současnosti nepřipadá v úvahu. Bioagens používaná inokulativní metodou jsou zmíněna v dalších kapitolách. Zde uvádíme podněty ke zvýšení účinku přirozeného komplexu entomofágů. Je důležité si uvědomit zejména to, že dominantní druhy přirozených nepřátel jsou na polích hojné proto, že se jim tam líbí. Změna zemědělské krajiny, byť vypadala jako "návrat k lepší přírodě", způsobí jejich dramatický úbytek – budou nahrazeny jinými druhy. Udržení stávajícího komplexu přirozených nepřátel závisí na úpravě stávajícího způsobu hospodaření.

Rozumná aplikace pesticidů. Aplikaci insekticidů je třeba provádět na základě krátkodobé prognózy maximální abundance škůdce, jak je vypracována například pro mšice na obilovinách. V případě nejasné prognózy ukazující na to, že bude dosaženo spodní hranice škodlivého výskytu škůdce, je nutno brát v úvahu množství přirozených nepřátel. Je-li poměr mezi přirozenými nepřáteli a škůdci vysoký, je vhodné od ošetření upustit. Uvádí se například, že v první fázi vývoje populace mšic na obilovinách je možno upustit od zásahu, jsou-li více než 3 predátoři na 1 m² plochy pole. Vzhledem k tomu, že se tato abundance zjišťuje obtížně, je možno spočítat pouze slunečko sedmítečné a jeho počet vynásobit 4.

Agrotechnika. Šetrné postupy snižují negativní účinky sklizně na zeleno. Sklizení žacími rezačkami v době přítomnosti škůdců je krajně škodlivá pro populace entomofágů. Lépe je plodinu posekat a nechat ležet po dobu, kdy se mohou přirození nepřátelé rozlézt. Přirození nepřátelé mají vesměs větší pohybové schopnosti, než cíloví škůdci. Při sklizni pícnin bývá doporučováno též sekat porost v pásech. Střídá se pás posekaný s neposekaným, který se poseká později. Bylo také prokázáno, že zachování přijatelného stupně zaplevelení porostu podstatně snižuje abundanci řady druhů škůdců. Mechanismus těchto účinků je složitý, ještě nikoli plně objasněný. Jednou jeho složkou je však lákavý účinek některých druhů plevelů na některé druhy přirozených nepřátel. Je rovněž doporučováno cílené obhospodařování souvrátí. Na souvrátích lze vynechat ošetření herbicidy, někde se jde tak daleko, že je doporučováno přísévání některých druhů plevelných rostlin. Tyto postupy je nutno používat s ohledem na předcházející obhospodařování pozemku (velikost půdní zásoby semen) a klimatické poměry.

Refugia a podpora rozmnožování. Refugia jsou místa, kam se přirození nepřátelé uchylují v době nepřátelských agrotechnických zásahů – orby, sklizně apod. Obecně jsou to meze a jiná neobhospodařovaná místa v zemědělské krajině. Prokázali jsme například, že jsou vhodným útočištěm pro 90% střevlíkovitých, kteří se vyskytují na poli. Pro polyfágní predátory (střevlíkovití, drabčíkovití) jsou nejvhodnější meze zatrávněné, sekané, případně málo frekventované polní cesty porostlé rdesnem ptačím. Plochy porostlé vytrvalými

bylinami (kopřiva, pelyněk, vratič) nebo křovinami (bez černý) jsou vhodnější pro predátory mšic (slunéčkovití, pestřenkovití, ploštice). Úkolem refugií je také poskytnout nabídku kvetoucích rostlin pro ty přirozené nepřátele, kteří potřebují pyl k rozmnožování.

Ochrana zimovišť. Mnohé druhy jsou limitovány nedostatkem vhodných míst k přezimování, která by byla vhodná mikroklimaticky a během zimního období nebyla narušována. Slunéčkovití například vyžadují k přezimování jižní svahy nebo okraje lesů porostlé řídkou vegetací. Nepříznivě působí jak zarůstání vysokou vegetací, tak vypalování – vhodná je pastva. K podpoře přezimování zlatoočkovitých i některých slunéčkovitých byly sestaveny zvláštní schránky (materiály jsou dřevo, eternit, dehtový papír), které při umístění na vhodném místě umožňují přezimovat velkému počtu dospělců. Vhodné je také tolerovat přezimování těchto druhů v nevytápěných budovách a na jaře umožnit jejich odlet.

IV. Srovnání novosti postupů

Metodika je odbornou publikací, navazující na metodiku A. Honěk a kol. 2017. Poskytuje odborné veřejnosti nejnovější poznatky výzkumu biologie mšic na obilninách a metod snižování jejich škodlivosti se zvláštním zřetelem k využití přirozených nepřátel. Přehled nových informací je podložen experimentálním výzkumem kolektivu autorů, a přináší výsledky dlouhodobých pozorování. Získané výsledky byly publikovány v řadě prestižních vědeckých časopisů u nás i v zahraničí.

V. Popis uplatnění certifikované metodiky

Metodika umožní přístupným způsobem porozumět biologii mšic, vybraných dalších škůdců obilnin a jejich přirozených nepřátel. Vede k tomu, aby se čtenář mohl orientovat a kriticky rozhodovat podle okamžité situace a tak nezůstal jen uživatelem praktických návodů na ochranu obilnin. Doufáme, že metodika najde široké uplatnění u odborné veřejnosti, při pěstování obilnin v konvenčním i ekologickém zemědělství. Vhodná je rovněž jako pomůcka pro orientaci v rámci středoškolského studia odborného zemědělského směru. V elektronické podobě bude metodika zveřejněna na webových stránkách Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. (www.vurv.cz) a v tištěné formě bude zdarma k dispozici na odborných seminářích, konferencích a tematických výstavách.

VI. Ekonomické aspekty spojené s uplatněním metodiky

Meziroční výkyvy ve výskytu mšic a dalších významných škůdců a chybějící, nebo málo spolehlivé metody prognózy přispívají k rozšiřování paušální ochrany. Výsledkem je nejen akcelerace nových problémů, ale také snižování efektivnosti ochrany a do značné míry také zvyšování zátěže životního prostředí. Používání nových metodických postupů zpracovaných v této certifikované metodice (prognózy, rozhodovacích pravidel i metod regulace) zvýší efektivnost ochrany obilnin proti mšicím.

Odhad ekonomického přínosu (v tis. Kč) pro uživatele vychází z úspory nákladů na ošetření inekticidem. Náklad na 1 ošetření insekticidem na 1 ha ozimé pšenice je 400 Kč. Počítáme, že nová technologie přinese 10% úsporu nákladů. Lze předpokládat, že nové technologie přinesou i zvýšení výnosu pšenice a ječmene, tedy i tržeb. Snižené používání pesticidů rovněž pozitivně ovlivní biodiverzitu včetně populací a společenstev přirozených nepřátel hospodářsky významných škůdců v porostech obilnin. Pozitivní vliv na biodiverzitu a snižování zátěže životního prostředí zatím nelze ekonomicky přesně kvantifikovat.

VII. Seznam použité literatury

- Bezděk J, Baselga A. 2015. Revision of western Palaearctic species of the *Oulema melanopus* group, with description of two new species from Europe (Coleoptera: Chrysomelidae: Criocerinae). *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae* 55: 273–304.
- Buntin GD, Flanders KL, Slaughter RW, DeLamar ZD. 2004. Damage loss assessment and control of the cereal leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in winter wheat. *Journal of Economic Entomology* 97: 374–382.
- Birkhofer K, Gavish-Regev E, Endlweber K, Lubin Y, von Berq K, Wise DH, Scheu S. 2008. Cursorial spiders retard initial aphid population growth at low densities in winter wheat. *Bulletin of Entomological Research* 98: 249–255.
- Blackman RL, Eastop VF. 1984. Aphids on the world's crops. John Wiley & Sons, Chichester.
- Boeve PJ, Weiss M. 1998. Spatial distribution and sampling plans with fixed levels of precision for cereal aphids (Homoptera: Aphididae) infesting spring wheat. *Canadian Entomologist* 130: 67–77.
- Dinter A. 2002. Microcosm studies on intraguild predation between female erigonid spiders and lacewing larvae and influence of single versus multiple predators on cereal aphids. *Journal of Applied Entomology – Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 126: 249–257.
- Dosdall LM, Cárcamo H, Olfert O, Meers S, Hartley S, Gavloski J. 2011. Insect invasions of agroecosystems in the western Canadian prairies: case histories, patterns, and implications for ecosystem function. *Biological Invasions* 13: 1135–1149.
- Dysart RJ, Maltby HL, Brunson MH. 1973. Larval parasites of *Oulema melanopus* in Europe and their colonization in the United States. *Entomophaga* 18:133–167.
- Gavish-Regev E, Rotkopf R, Lubin Y, Coll M. 2009. Consumption of aphids by spiders and the effect of additional prey: evidence from microcosm experiments. *Biocontrol* 54: 341–350.
- Grant JF, Patrick CR. 1993. Distribution and seasonal phenology of cereal leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) on wheat in Tennessee. *Journal of Entomological Science* 28:363–369.
- Gutierrez AP, Denton WH, Shade R, Maltby H, Burger T, Moorehead G. 1974. The within-field dynamics of the cereal leaf beetle (*Oulema melanopus* (L.)) in wheat and oats. *Journal of Animal Ecology* 43:627–640.
- Harwood JD, Sunderland KD, Symondson WOC. 2005. Monoclonal antibodies reveal the potential of the tetragnathid spider *Pachygnatha degeeri* (Araneae: Tetragnathidae) as an aphid predator. *Bulletin of Entomological Research* 95: 161–167.
- Hodson WEH. 1929. The bionomics of *Lema melanopa* L. (Criocerinae), in Great Britain. *Bulletin of Entomological Research* 20:5–14.
- Honek A, Jarosik V, Dixon AFG. 2006. Comparing growth patterns among field populations of cereal aphids reveals factors limiting their maximum abundance. *Bulletin of Entomological Research* 96: 269–277.
- Honek A, Martinkova Z. 2004. Host plant age and population development of a cereal aphid, *Metopolophium dirhodum* (Hemiptera: Aphididae). *Bulletin of Entomological Research* 94: 19–26.
- Honek A, Martinkova Z. 2004. The effect of environmentally induced variation of host-plant vigour on abundance of cereal aphids. In: Simon JC, Dedryver CA, Rispé C, Hulle M (eds) Aphids in a new millenium. Institute National de la Recherche Agronomique, Paris, 549 p. Pp: 319–324.
- Honek A, Dixon AFG, Soares AO, Skuhrovec J, Martinkova Z 2017 Spatial and temporal changes in the abundance and composition of ladybird (Coleoptera: Coccinellidae) communities. *Current Opinion in Insect Science* 14: 61–67.

- Honek A, Martinkova Z, Dixon AFG, Saska P 2017 Annual predictions of the peak numbers of *Sitobion avenae* infesting winter wheat. *Journal of Applied Entomology* 141:352–362.
- Honěk A, Martinková Z, Lukáš J, Řezáč M, Saska P, Skuhrovec J 2017 Mšice na obilninách: biologie, prognóza a regulace. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha-Ruzyně
- Honek A, Martinkova Z, Dixon AFG, Skuhrovec J, Roy HE, Brabec M, Pekar S 2018 Life cycle of *Harmonia axyridis* in central Europe. *BioControl* 63:241–252.
- Honek A, Martinkova Z, Saska P, Dixon AFG 2018 Aphids (Homoptera: Aphididae) on winter wheat: predicting maximum abundance of *Metopolophium dirhodum*. *Journal of Economic Entomology* 111:1751–1759.
- Honěk A, Martinkova Z 2020 What determines the occurrence of fertilized females in hibernating populations of *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera: Pyrrhocoridae) in Central Europe? *European Journal of Entomology* 117: 309–314.
- Jarošík V, Honěk A, Tichopád A. 2003. Comparison of field population growths in three cereal aphid species on winter wheat. *Plant Protection Science* 39: 61–64.
- Kher SV, Dosdall LM, Cárcamo HA. 2011. The cereal leaf beetle: biology, distribution and prospects for control. *Prairie Soils Crops*. 4:32–41.
- Kindlmann P, Honěk A, Martinková Z 2017 Spreading of alien species and diversity of communities. *BioControl* 62:397–404.
- Kostov K. 2001 Breeding wheat lines for host-plant resistance to cereal leaf beetle by using the cross-mutation method. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 7:7–14.
- Kuusk AK, Cassel-Lundhagen A, Kvarnheden A, Ekblom B. 2008. Tracking aphid predation by lycosid spiders in spring-sown cereals using PCR-based gut-content analysis. *Basic and Applied Ecology* 9: 718–725.
- Lemke A, Poehling HM. 1997. Effects of sown weed strips in winter wheat on the abundance of cereal aphids and spiders. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 11: 237–240.
- Lin Y.-Y., Liu W.-Ch., Hsu Y.-T., Hsu Y.-T., Hu Ch.-Ch., Saska P., Skuhrovec J. & Tuan S.-J. (2021) Direct and Knock-on Effects of Water Stress on the Nutrient Contents of *Triticum aestivum* (Poales: Poaceae) and Population Growth of *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology* 114(4): 1496–1508
- Maudsley MJ, Mackenzie A, Thacker JJ, Dixon AFG. 1996. Density dependence in cereal aphid populations. *Annals of Applied Biology* 128: 453–463.
- Miller F. 1956. Zemědělská entomologie. Praha: ČSAV.
- Niehoff B, Stäblein J. 1998. Vergleichende Untersuchungen zum Schädpotential der Getreideblattlausarten *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) und *Sitobion avenae* (F.) in Winterweizen. *Journal of Applied Entomology* 122: 223–229.
- Nyffeler M, Benz G. 1988. Prey and predatory importance of micryphantid spiders in winter wheat fields and hay meadows. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 104: 190–197.
- Philips CR, Herbert DA, Kuhar TP, Reisig DD, Thomason WE, Malone S. 2011. Fifty years of cereal leaf beetle in the U.S.: an update on its biology, management, and current research. *JIPM* 2:1–5.
- Piesik WA, Piesik D. 1998. The spring cereals food preferences of *Oulema* spp. in pure and mixed crops. *Electron Journal of Polish Agriculture University Agronomy* 1:1–8.
- Platková H., Skuhrovec J. & Saska P. (2020) Antibiosis to *Metopolophium dirhodum* (Homoptera: Aphididae) in Spring Wheat and Emmer Cultivars. *Journal of Economic Entomology* 113(6): 2979–2985.

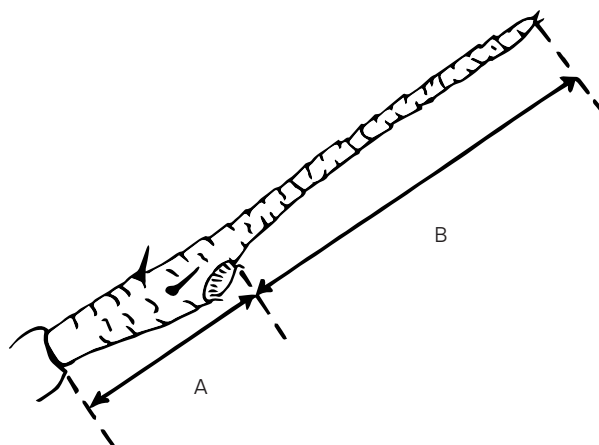
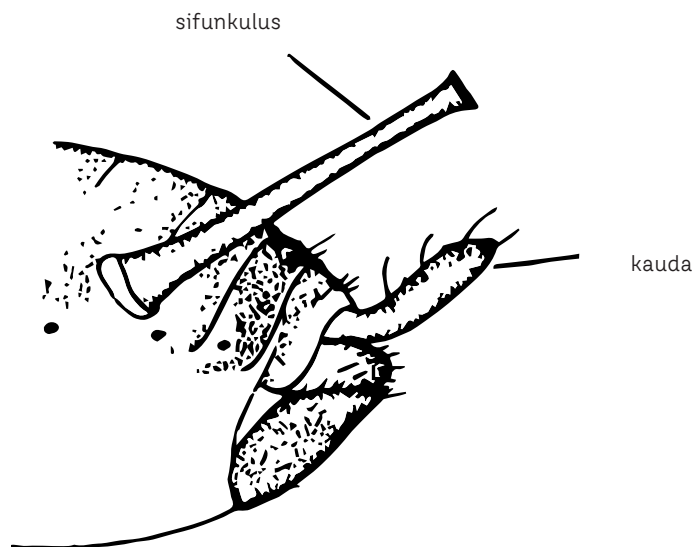
- Saska P, Skuhrovec J, Lukáš J, Chi H, Tuan SJ, Honěk A. 2016. Treatment by glyphosate-based herbicide alters life history parameters of the rose-grain aphid *Metopolophium dirhodum*. *Scientific Reports* 6: 27801: 1–10 DOI:10.1038/srep27801
- Saska P., Skuhrovec J., Tylová E., Platková H., Tuan S-J., Hsu Y-T. & Vítámvás P. (2021) Leaf structural traits rather than drought resistance determine aphid performance on spring wheat. *Journal of Pest Science* 94(2): 423–434.
- Smith DH, Thamby N, Rathke E, Cress EE. 1971. Weight gain of cereal leaf beetle larvae on normal and induced leaf pubescence. *Crop Science* 11:639–641.
- Statistická ročenka České republiky 2016:
<https://www.czso.cz/csu/czso/statisticka-rocenka-ceske-republiky-2016>
- Soares AO, Honěk A, Martinková Z, Skuhrovec J, Cardoso P, Borges I 2017 *Harmonia axyridis* failed to establish in the Azores: the role of species richness, intraguild interactions and resource availability. *BioControl* 62:423–434.
- Soares AO, Honěk A, Martinková Z, Brown PMJ, Borges I 2018 Can native geographical range, dispersal ability and development rates predict the successful establishment of alien ladybird (Coleoptera: Coccinellidae) species in Europe? *Frontiers in Ecology and Evolution* 6(57):1–12 doi: 10.3389/fevo.2018.00057
- Sunderland KD, Crook NE, Stacey DL, Fuller BJ. 1987. A study of feeding by polyphagous predators on cereal aphids using ELISA and gut dissection. *Journal of Applied Ecology* 24: 907–933.
- Talich P, Řehák V, Kocourek F, Matušinsky P, Spáčilová V, Spitzer T, Tvarůžek L. 2013. Metodická příručka integrované ochrany rostlin proti chorobám, škůdcům a plevelům: Polní plodiny. Praha, Česká společnost rostlinolékařská 2013. 359 s., ISBN: 978-80-02-02480-4
- Toft S. 2000. Species and age effects in the value of cereal aphids as food for a spider (Araneae). *Ekologia – Bratislava* 19: 273–278.
- Trávníčková M, Pánková K, Martinková Z, Honěk A 2016 Length of prematurity period in wheat cultivars determines maximum cereal aphid abundance. *Plant Protection Science* 52:254–261
- Venturi F. 1942. La *Lema melanopa* L. (Coleoptera: Chrysomelidae). *Redia* 28: 11–88.
- Wilson MC, Shade RE. 1966. Survival and development of larvae of the cereal leaf beetle, *Oulema melanopa* (Coleoptera: Chrysomelidae), on various species of Gramineae. *Annals of the Entomological Society of America* 59:170–173.
- Wetzel T. 2004. Integrierter Pflanzenschutz und Agroökosysteme. Steinbeis-Transferzentrum (STZ), Pausa/Vogtland.
- Zarubova L., Kourimska L., Zouhar M., Novy P., Douda O. & Skuhrovec J. (2015) Botanical pesticides and their human health safety on the example of Citrus sinensis essential oil and Oulema melanopus under laboratory conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B Plant Soil Science*, 65(1): 89–93.

VIII. Seznam publikací, které předcházely metodice

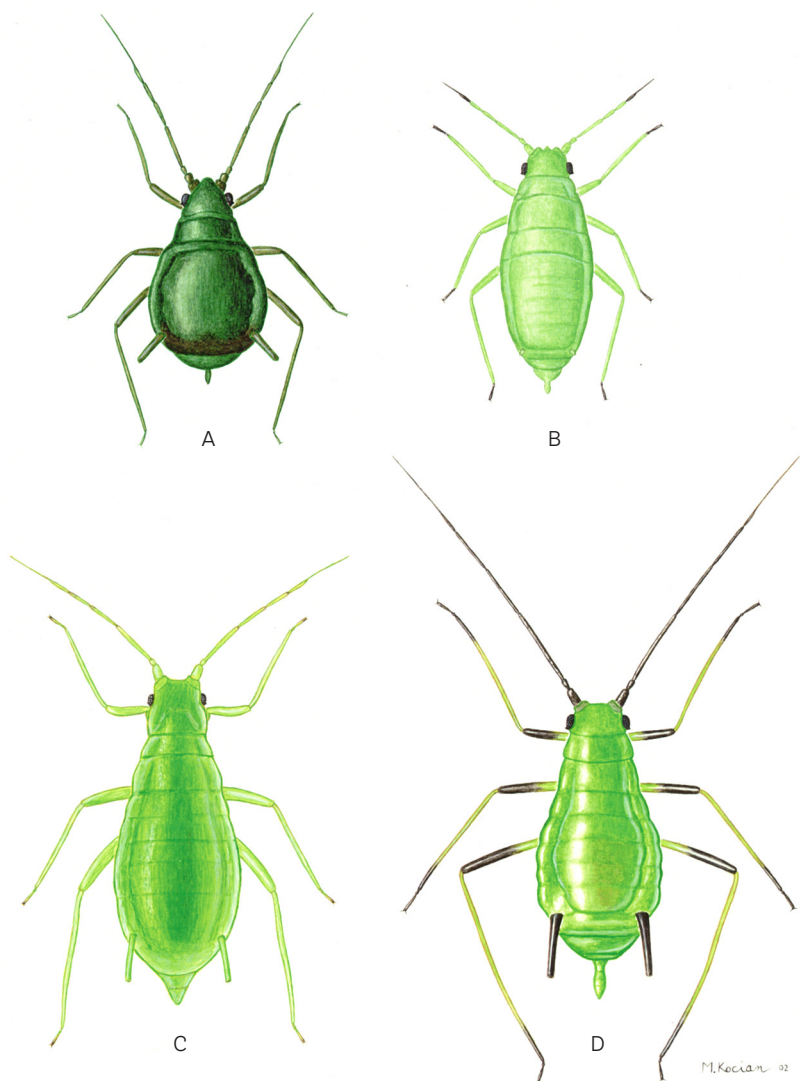
- Honěk A, Martinkova Z, Evans EW, Skuhrovec J 2017 Estimating prey consumption in natural populations of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) using production of feces. *Journal of Economic Entomology* 110:2406-2412.
- Honěk A, Martinková Z, Štrobach J 2018 Effect of aphid abundance and urbanization on the abundance of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology* 115: 703-707 87 RO0418
- Honěk A, Brabec M, Martinková Z, Dixon AFG, Pekár S, Skuhrovec J 2019 Factors determining local and seasonal variation in abundance of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) in Central Europe. *European Journal of Entomology* 116: 93-103 MZE-RO0418, QK1910281
- Honěk A, Martinková Z, Brabec M 2019 Mating activity of *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera: Pyrrhocoridae) in nature. *European Journal of Entomology* 116: 187-193 QK1910281
- Honek A, Martinkova Z, Ceryngier P 2019 Different parasitization parameters of pupae of native (*Coccinella septempunctata*) and invasive (*Harmonia axyridis*) coccinellid species. *Bulletin of Insectology* 72: 77-83 RO0418, QK1910281
- Honek A, Martinkova Z, Roy HE, Dixon AFG, Skuhrovec J, Pekar S, Brabec M 2019 Differences in the phenology of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) and native coccinellids in Central Europe. *Environmental Entomology* 48: 80-87 RO0418
- Honěk A, Martinková Z, Brabec M, Saska P 2020 Predicting aphid abundance on winter wheat using suction trap catches. *Plant Protection Science* 56: 35-45 QK1910281
- Honek A, Martinkova Z, Pekár S 2020 How climate change affects the occurrence of a second generation in the univoltine *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera: Pyrrhocoridae). *Ecological Entomology* 45: 1172-1179. MZe RO 0418
- Honek A, Martinkova Z, Pekar S 2020 Threshold aphid population density for starting oviposition in *Harmonia axyridis*. *BioControl* 65: 425-432. QK1910281
- Samkova A., Hadrava J., Skuhrovec J. & Jansta P. (2019) Effect of adult feeding and timing of host exposure on the fertility and longevity of the parasitoid *Anaphes flavipes*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 167(11): 932-938. RO0418
- Samkova A., Hadrava J., Skuhrovec J. & Jansta P. (2019) Host population density and presence of predators as key factors influencing the number of gregarious parasitoid *Anaphes flavipes* offspring. *Scientific Reports* 9(1): 6081. RO0418
- Samkova A., Hadrava J., Skuhrovec J. & Jansta P. (2019) Reproductive strategy as a major factor determining female body size and number of offspring of a gregarious parasitoid. *Journal of Applied Entomology* 143(4) 441-450. RO0418
- Samkova A., Hadrava J., Skuhrovec J. & Jansta P. (2020) Host specificity of the parasitic wasp *Anaphes flavipes* (Hymenoptera: Mymaridae) and a new defence in its hosts (Coleoptera: Chrysomelidae: Oulema spp.). *Insects* 11(3): 175. RO0418, QK1910281
- Samkova A., Raška J., Hadrava J. & Skuhrovec J. (2021) Effect of host switching simulation on the fitness of the gregarious parasitoid *Anaphes flavipes* from a novel two-generation approach. *Scientific Reports* 11, 19473. RO0418, QK1910281
- Skuhrovec J., Douda O., Zouhar M., Maňasová M., Nový P., Božik M., Klouček P. (2018) Insecticidal activity of two formulations of essential oils against the cereal leaf beetle. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science* 68(6): 489-495. MZe RO 0418

The background of the page is a repeating pattern of small, stylized insects. It includes several types of aphids (green and brown) and ladybugs (red with black spots), all rendered in a simple, illustrative style. The insects are scattered across the entire page, creating a textured, naturalistic background.

IX. Obrazová příloha



Obrázek 1. Morfologické podrobnosti důležité pro určování obilních mšic. Nahoře: konec zadečku mšice ze strany – kauda a sifunkulus. Dole: poslední článek tykadel. A – báze, B – koncový výběžek.



Obrázek 2.

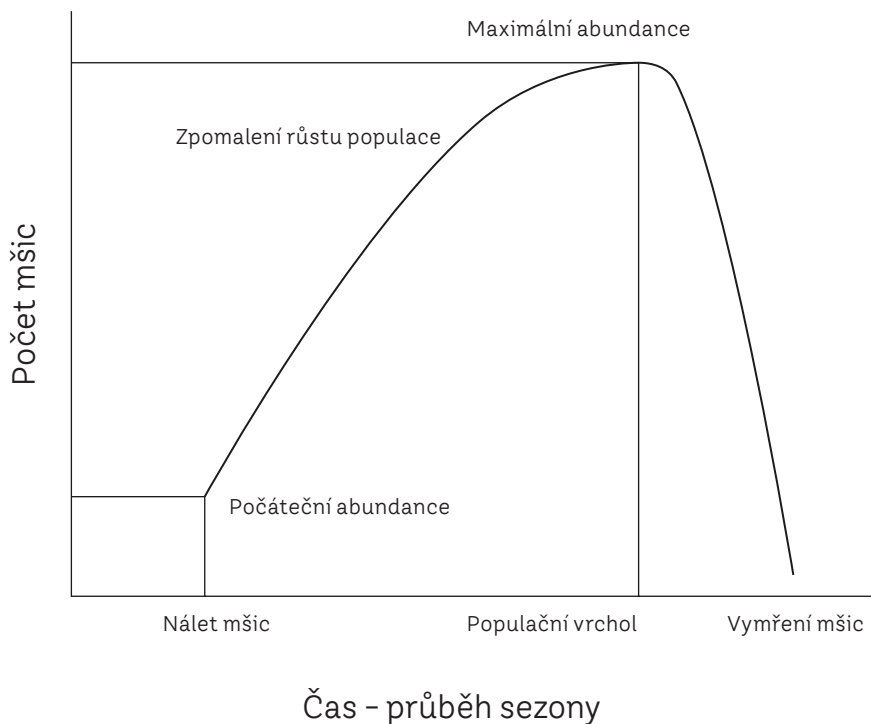
A – mšice střemchová (*Rhopalosiphum padi*)

B – mšice zhoubná (*Diuraphis noxia*)

C – kyjatka travní (*Metopolophium dirhodum*) – larva

D – kyjatka osenní (*Sitobion avenae*)

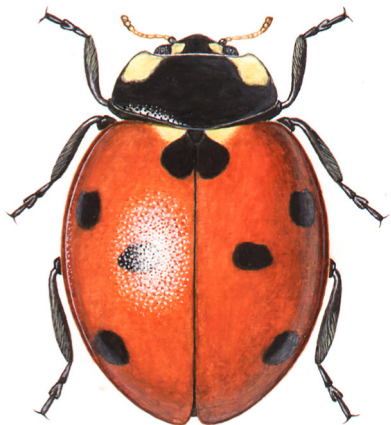
(pinx. Matúš Kocián)



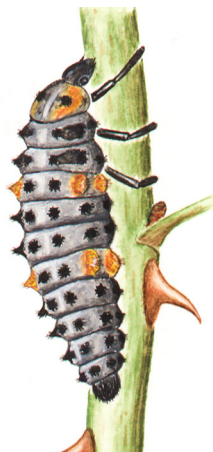
Obrázek 3. Růst a vymírání typické populace mšic během jedné vegetační sezóny. Na ose x je znázorněn termín náletu mšic do porostu a termín dosažení maximální abundance (populačního vrcholu), časové období mezi nimi je interval znázorňující délku růstu populace mšic. Na ose y je znázorněna počáteční abundance (po náletu mšic) a maximální abundance (v době populačního vrcholu). Sklon stoupající křivky početnosti mšic naznačuje rychlost růstu populace. Podstatné je zpomalení rychlosti růstu populace před dosažením maximální abundance, které bývá tím větší, čím je maximální abundance vyšší.



Obrázek 4. Parazitoidi významní v biologickém boji proti mšicím. A – dospělec durhu *Aphidius colemani*. B – Parazitované (mumifikované) a neparazitované mšice (uprostřed). C – Mumifikované mšice (vpravo krátce před líhnutím parazitoida). D – Komerční formulace *Aphidius colemani*. Foto Jiří Skuhrovec, Jan Lukáš.



A



B



C



D

Obrázek 5.

A – slunéčko sedmitečné (*Coccinella septempunctata*)

B – larva slunéčka sedmitečného

C – slunéčko čtrnáctitečné (*Propylea quatuordecimpunctata*)

D – kukla slunéčka sedmitečného

(pinx. Matúš Kocián)



Obrázek 6. Pavouci významní v biologickém boji proti mšicím. A – Mládě snovačky pečující (*Phylloneta impressa*) stavějící si trojrozměrné sítě na vrcholcích bylin. B – Samice plachetnatky rodu *Tenuiphantes* stavějící si plachetkovité sítě při povrchu půdy. C – Samice cedivečky rodu *Dictyna* stavějící si trojrozměrné sítě na vrcholcích bylin. D – Samice cedivečky *Nigma walckenaeri*. E – Mládě křižáka rodu *Araniella* stavějícího si kolové sítě na vegetaci. F – Mládě křižáka rodu *Zygiella* stavějícího si kolové sítě. Foto Martin Suvák (A, B, C, E, F); a Vladimír Motyčka (D).

[illegible]



Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Praha – Ruzyně

2021