Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra agroekologie a biometeorologie

Letální efekt širokospektrálního insekticidu Nurelle D na snovačku pečující *Phylloneta impressa* (L. Koch) (Araneae, Theridiidae)

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Milada Šimáňová
Vedoucí práce: Mgr. Stanislav Korenko, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Letální efekt širokospektrálního insekticidu Nurelle D na snovačku pečující *Phylloneta impressa* (L. Koch) (Araneae, Theridiidae)“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 7. 4. 2017 .....

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu diplomové práce Mgr. Stanislavu Korenkovi, Ph.D. za pomoc, odborné rady a podnětné připomínky jak při realizaci experimentů, tak při psaní této práce. Rovněž děkuji za vstřícný přístup a čas, který mi věnoval během tvorby diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Kristýně Kysilkové za pomoc během experimentů.

Letální efekt širokospektrálního insekticidu Nurelle D na snovačku pečující *Phylloneta impressa* (L.Koch) (Araneae, Theridiidae)

Souhrn

Pavouci představují nejhojnější predátory v agroekosystémech, kde jsou přítomní ve všech typech plodin, ve kterých hrají důležitou úlohu jako přirození regulátoři hmyzích škůdců. Cílem práce bylo zjistit vliv insekticidu Nurelle D na mortalitu snovačky pečující *Phylloneta impressa* (L. Koch, 1881), která se řadí mezi dominantní druhy pavouků vyskytujících se v zemědělských monokulturách, jako je slunečnice, kukuřice a řepka olejka. Dalším cílem bylo sledování fenologie *P. impressa* v porostu ozimé řepky olejky.

Experimenty byly uskutečněny na demonstračním a pokusném pozemku a v laboratoři Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů na České zemědělské univerzitě v Praze. Zkoumán byl vliv přímého ošetření pavouků přípravkem Nurelle D, kteří byli chráněni svou sítí vytvořenou za 4 a 14 dnů a pavouků, kteří nebyli chráněni sítí. Dále jsme zkoumali účinek čerstvých a starších reziduí přípravku Nurelle D na mortalitu pavouků. Přímá aplikace Nurelle D způsobila 100% mortalitu u všech skupin pavouků. Účinek čerstvých reziduí Nurelle D na mortalitu pavouků závisel na době expozice, čím bylo působení přípravku delší, tím vyšší byla úmrtnost pavouků. U expozice starších reziduí mortalita pavouků klesala s narůstajícím stářím rezidua Nurelle D.

Fenologie *P. impressa* byla sledována v průběhu jarního a letního období sezóny 2016 v porostu řepky olejky na lokalitě Hroznětín. Koncem května a v průběhu června dosahoval výskyt *P. impressa* vysoké abundance. V červenci se v porostu řepky přestali vyskytovat samci, a samice už střežily v hnízdě kokony. Koncem července se v hnízdech samic nacházela první vylíhnutá mláďata.

Pavouci kolonizují porost řepky olejky až po jejím ošetření Nurelle D, proto jsou chráněni před negativnímu účinky insekticidu, které mohou být za určitých podmínek značné, jak dokazují laboratorní testy. *P. impressa* se tak stává dominantním druhem v monokulturách řepky olejky, který je jako významný predátor škůdců schopný ulovit velké množství kořisti.

Pokud se aplikace porostu řepky přípravkem Nurelle D provádí podle agrotechnické metody regulace škůdců, i přestože má insekticid Nurelle D na *P. impressa* letální účinek, může tento druh snovačky bez problémů kolonizovat porost řepky, reprodukovat se a stát se důležitým regulátorem škůdců.

Klíčová slova: insekticid, herbicid, letální efekt, subletální efekt, pavoučí síť

Lethal effect of wide-spectrum insecticide Nurelle D on tangle-web building spider *Phylloneta impressa* (L.Koch) (Araneae, Theridiidae)

Summary

Spiders represent the most populous group of predators in agrosystems, in which they are present among all types of crops. They play an important role of natural insect pests growth regulators. The goal of this thesis was to determine the influence of insecticide Nurelle D on the mortality rate of *Phylloneta impressa* (L. Koch, 1881), one of the dominant spider species present among agricultural monocultures, such as sunflower, corn or rapeseed. Another goal was to study the phenology of *P. impressa* in winter rapeseed plants.

Experiments were conducted on demonstrational and trial land. And in the Faculty of Agrobiology laboratories of Czech University of Life Sciences Prague. The effects of direct application of Nurelle D agent on spiders were examined. First two goups were protected by their webs built in 4 and 14 days while the other group was left unprotected. Additionally we observed the effect on mortality rate of spiders of new and old residues of Nurelle D agent. Direct application of Nurelle D caused a 100% mortality in all groups of spiders. The impact of new residues of Nurelle D was based on the exposition time. The mortality rate increased with longer exposition time. Using older residues the mortality rate decreased with increasing age of Nurelle D residues.

The phenology of *P. impressa* was observed during spring and summer periods of 2016, in rapeseed crops at the location Hroznětín. The presence of *P. impressa* reached a high abundance near the end of May and during June. The male members ceased to be present in the rapeseed crop during July while the females remained, protecting their cocoons. The first young hatched near the end of July.

The spiders colonize rapeseed plants only after it is treated by Nurelle D, this protects them from the negative effects of the insecticide which can be rather severe under certain conditions as the laboratory testing showed. *P. impressa* thus becomes the dominant species in rapeseed monocultures, where it plays an important role of pest predator, able to catch large amounts of prey.

If the application of Nurelle D agent on rapeseed crops follows the agrotechnological methods of pest regulation the population of *P. impressa* can grow without problems and become an important regulator of pests even though the lethal effects of Nurelle D insecticide.

Keywords: insecticide, herbicide, lethal effect, sublethal effect, spider web

Obsah

1 Úvod **7**

2 Cíl **8**

3 Přehled literatury **9**

3.1 Pavouci jako významní predátoři v agroekosystémech 9

3.1.1 Pavouci a potravní gildy 9

3.1.2 Pavouci vyskytující se v agroekosystémech 9

3.1.2.1 Snovači kolových sítí (orb-web weavers) 10

3.1.2.2 Snovači plachtovitých sítí (sheet-web weavers) 11

3.1.2.3 Snovači trojrozměrných sítí (tangle-web weavers) 12

3.1.2.4 Pozemní lovci (ground hunters) 12

3.1.2.5 Ostatní lovci (other hunters) 13

3.1.2.6 Číhající lovci (ambush hunters) 13

3.1.3 Význam polopřirozených stanovišť pro pavouky vyskytující se v agroekosystémech 14

3.2 Pesticidy a jejich vliv na pavouky 15

3.2.1 Studovaný insekticidní prostředek Nurelle D 17

3.3 Integrovaná ochrana rostlin a pavouci jako možní bioregulátoři škůdců zemědělských plodin 18

3.4 Snovačka pečující - *Phylloneta impressa* 20

3.4.1 *Phylloneta impressa* v agroekosystémech 21

3.5 Řepka olejka ozimá (*Brassica napus* L. convar. *napus*) 24

4 Materiál a metoda **26**

4.1 Sledování fenologie síťového pavouka *P. impressa* v porostu ozimé řepky olejky 26

4.2 Efekt přímého ošetření pavouků *P. impressa* přípravkem Nurelle D 26

4.3 Efekt čerstvých reziduí přípravku Nurelle D na mortalitu *P. impressa* . . . 27

4.4 Efekt starších reziduí na mortalitu *P. impressa* 28

4.5 Efekt pozření 7 – 8 denních reziduí přípravku Nurelle D 28

4.6 Efekt velikosti těla pavouka na mortalitu 29

4.7 Statistické vyhodnocení 29

5 Výsledky **30**

5.1 Fenologie pavouka *P. impressa* 30

5.2 Efekt přímého ošetření pavouků *P. impressa* přípravkem Nurelle D 32

5.3 Efekt čerstvých reziduí přípravku Nurelle D na mortalitu *P. impressa* . . . 33
5.4 Efekt starších reziduí na mortalitu *P. impressa* 34
5.5 Efekt pozření 7 - 8 denních reziduí přípravku Nurelle D 35
5.6 Efekt velikosti těla pavouka na mortalitu 35

6 Diskuse **36**
6.1 Fenologie pavouka *P. impressa* v porostu ozimé řepky olejky 36
6.2 Efekt přímého ošetření pavouků *P. impressa* přípravkem Nurelle D 39
6.3 Efekt čerstvých reziduí přípravku Nurelle D na mortalitu *P. impressa* . . . 41
6.4 Efekt starších reziduí na mortalitu *P. impressa* 41
6.5 Efekt velikosti těla pavouka na mortalitu 43

7 Závěr **44**

8 Seznam literatury **45**

1 Úvod

Pavouky můžeme řadit k nejčetnějším predátorům v terestrických ekosystémech, a pokud jsou podmínky příznivé, hustota může dosáhnout až 1000 jedinců na metr čtvereční (Duffey, 1962). Z tohoto důvodu můžeme předpokládat, že pavouci mohou hrát důležitou roli stabilizátorů a regulátorů hmyzích populací v agroekosystémech, lesních ekosystémech a ostatních terestrických ekosystémech (Nyffeler et Benz, 1987).

V současné době je popsáno 46 589 druhů pavouků seřazených do 113 čeledí (WSC, 2017). V České republice se vyskytuje 875 druhů pavouků, reprezentujících 39 čeledí (Kůrka a kol., 2015). Každý rok se však nachází další druhy a seznam druhů se navyšuje. Příkladem může být nedávno popsaný nový druh pavouka z čeledi Theridiidae snovačka moravská *Enoplognatha bryjai* Řezáč, 2016. Studovaný modelový organismus snovačka pečující *Phylloneta impressa* (L. Koch, 1881) se řadí mezi velice hojné druhy pavouků vyskytujících se v České republice (Kůrka a kol., 2015). V agroekosystémech v České republice je *P. impressa* často přítomná v porostech kukuřice, řepky olejky a slunečnice (Pekár, 2002). Jako polyfágní druh lovící z velké části hmyzí škůdce je významným biologickým regulátorem škůdců zemědělských plodin (Pekár, 2000).

Práce byla zaměřená na populaci *P. impressa* v porostu ozimé řepky olejky (*Brassica napus* L. convar. *napus*), kde se sledovala její fenologie v jarním a letním období. Následně se v laboratorních podmínkách testoval efekt ošetření jedním z nejčastěji používaným insekticidním přípravkem Nurelle D. Řepka olejka se v současnosti řadí mezi nedůležitější olejninu a po pšenici ozimé i druhou nejvýznamnější plodinu našeho zemědělství. V roce 2015 byla ozimá řepka sklizena z plochy cca 360 000 ha s průměrným výnosem 3,47 t/ha (Zehnálek, 2016).

K regulaci výskytu chorob a škůdců se používají metody přímé chemické, v podobě aplikace pesticidů, jejichž cílem je zahubení těchto původců chorob a škůdců (Kazda a kol., 2008). Škůdci napadají ozimou řepku po celý rok a je třeba počítat s 3 – 4 ošetřeními insekticidy (Bečka a kol., 2007). Současně se však objevuje rezistence škůdců k používaným pesticidům a významné škody na necílové organismy, mezi které patří opylovači a přirození nepřátelé škůdců (Kazda a kol., 2008). Na pavouky, jež jsou predátoři škůdců zemědělských plodin, může mít používaní pesticidů negativní vliv, protože většina působí neurotoxicky (Haynes, 1988).

Studovaný přípravek Nurelle D je širokospektrální insekticid k ochraně rostlin proti škůdcům zemědělských plodin s účinnou látkou chlorpyrifos a cypermethrin (SRS, 1999).

2 Cíl

Cílem práce je zjistit vliv insekticidu Nurelle D, který se běžně užívá v porostu řepky olejky, na mortalitu pavouka *P. impressa*.

Dalším cílem je sledování a vyhodnocení fenologie *P. impressa* v porostu řepky olejky v jarním a letním období od rozkvětu po sklizeň.

Hypotéza práce: Mortalita pavouků je závislá na době expozice insekticidu Nurelle D a stáří reziduí.

3 Přehled literatury

3.1 Pavouci jako významní predátoři v agroekosystémech

3.1.1 Pavouci a potravní gildy

Přirozená populace pavouků se skládá z různých gild, které se zaměřují na různé druhy členovců. Populace jako celek tak zároveň přispívá ke snížení počtu různých škůdců (Riechert, 1999; Birkhofer et al., 2008b).

Gildu můžeme definovat jako skupinu druhů, která užívá obdobným způsobem stejné druhy environmentálních zdrojů. V případě pavouků se jedná o lovecké strategie a kořist, kterou jsou převážně členovci (Uetz et al., 1999; Cardoso et al., 2011). Gildy reflektují taxonomické vztahy, poněvadž příbuzné druhy často využívají zdroje podobným způsobem. Přesto vzdáleně příbuzné druhy nemusí patřit do stejné gildy, i když užívají podobné zdroje (Uetz et al., 1999).

Klasifikace podle Uetz et al. (1999) dělí pavouky na lovce (hunting spiders) a síťové pavouky (web builders). Tyto dvě základní skupiny jsou dále děleny do skupin podle loveckých strategií a typů sítě. Síťoví pavouci jsou děleni na snovače dvourozměrných sítí (orb-web weavers), snovače trojrozměrných sítí (tangle-web weavers) a snovače plachtovitých sítí (sheet-web weavers). Pavouci lovci jsou děleni na lovce pohybující se na zemi (ground hunters) a na listí (foliage hunters), pavouky číhající na kořist (ambushers) a lovící pronásledováním (stalkers).

Novější klasifikace podle Cardoso et al. (2011) dělí pavouky do osmi gild. Na pavouky vnímající otřesy vláken vybíhajících z jejich nor (sensing-web weavers), snovače kolových sítí (orb-web weavers), snovače plachtovitých sítí (sheet-web weavers), snovače trojrozměrných sítí (space-web weavers), pozemní lovce (ground hunters), číhající lovce (ambush hunters), potravní specialisty (specialists) a ostatní lovce (other hunters).

3.1.2 Pavouci vyskytující se v agroekosystémech

Ekologický význam pavouků jako přírodních regulátorů hmyzu se především předpokládá na neobdělávaných loukách, kde se mohou rozmnožovat a lovit kořist na vegetaci bez lidského zásahu. V takovýchto stanovištích se často vyskytují ve vysokých populačních hustotách velcí pavouci z čeledi Araneidae (křižákovití) budující si velké kruhové sítě a pavouci z čeledi Agelenidae (pokoutníkovití) budující si trychtýřovité sítě, do kterých zachytí velké množství hmyzu (Nyffeler et Benz, 1987). Nenarušená přírodní stanoviště obývá velké množství druhů pavouků, naproti tomu agroekosystémy obývá jen omezený počet dominantních druhů pavouků (Nyffeler et Benz, 1981).

Pavouci jsou nejhojnější a druhově nejrozmanitější bezobratlí predátoři v zemědělském ekosystému. Patří mezi důležité predátory škůdců zemědělských plodin. Jejich vysoká

četnost a rozmanitost může být významná pro úspěšnou biologickou kontrolu škůdců (Marc et al., 1999; Nyffeler et Sunderland, 2003).

K efektivnímu a úspornému omezení hmyzích škůdců by měl mít predátor schopnost nejen snižovat hustotu škůdců na ekonomickou prahovou hladinu, ale i dosáhnout rovnováhy daného škůdce v průběhu času. Jestliže je populace hmyzích škůdců nestabilní, predátor by mohl zapříčinit lokální vyhynutí této kořisti a způsobit tak i smrt sám sobě, což může zapříčinit nekontrolovatelné přemnožení sekundárních hmyzích škůdců (Morin, 1999). Pavouci jsou převážně polyfágní dravci a mohou tak splnit oba požadavky, stabilizaci škůdců i jejich redukci (Maloney et al., 2003).

Většina pavouků se živí kořistí, která je menší než jejich vlastní velikost (Wise, 1993). Optimální délka kořisti se pohybuje v rozmezí od 50 do 80 % vlastní délky pavouků (Nentwig, 1987). V zemědělské fauně početně dominují pavouci malých rozměrů, včetně velkého množství juvenilních jedinců živících se hlavně kořistí, která dosahuje délky těla pod 4 mm (Nyffeler, 1999; Young et Edwards, 1990).

Agroekosystémům obvykle dominuje jen několik druhů pavouků (Schmidt et Tscharntke, 2005). V evropských zemědělských oblastech je dominantní postavení tvořeno deseti agrobiontními druhy z 60 – 90 % všech jedinců pavoučích společenstev, pouze s malými odchylkami mezi regiony a plodinami. Agrobiontní druhy můžeme definovat jako druhy, které dosahují vysoké dominance v agroekosystémech a svůj životní cyklus dokáží přizpůsobit vegetačnímu období pěstované plodině na orné půdě, tudíž jsou během tohoto období schopni dosáhnout dospělosti a reprodukce (Samu et Szinetár, 2002).

3.1.2.1 Snovači kolových sítí (orb-web weavers)

Vysoká frekvence krmení v zemědělských systémech byla zaznamenána u populace větších pavouků z čeledi Araneidae, předoucí velké sítě, což svědčí o tom, že pavučina je velmi efektivní zařízení k zachycení kořisti. Velcí pavouci předoucí velké kruhové sítě často usmrtí kořist nad rámec svých energetických potřeb. V jediné pavučině může být zachyceno až 1000 ks malého hmyzu, nicméně pavouk všechen tento hmyz nezkonzumuje (Nyffeler et al., 1994).

Snovači dvourozměrných kruhových sítí jsou pavouci řadící se do čeledí Araneidae a Tetragnathidae (čelistnatkovití). Své sítě s lepkavými vlákny předou začátkem noci nebo brzy ráno mezi rostlinami v širokém spektru polních plodin. Pavouci čekají na kořist v poloze hlavou dolů v centru sítě nebo v úkrytu připojeni k pavučině pomocí signálního vlákna (Foelix, 2011). Pavouci čeledi Araneidae v jabloňových sadech v České republice tvoří 9 % pavoučí populace (Pekár et Kocourek, 2004). Pavouci rodu *Araniella* Chamberlin & Ivie, 1942 se řadí mezi dominantní druhy vyskytující se v jabloňových a hrušňových sadech v Maďarsku (Bogya et al., 1999a; Bogya et al., 1999b).

Tetragnatha laboriosa Hentz, 1850 je nejhojnějším pavoukem vyskytujícím se v porostech zemědělských plodin v USA (Young et Edwards, 1990), jenž převážně zachytí menší

kořist z řádu Diptera (dvoukřídlí) a podřádu Homoptera (stejnokřídlí). Podstatnou složku jeho kořisti v porostech sóji představují druhy čeledi Cicadellidae (křískovití), a to více než 30 % z celkového počtu všech zachycených škůdců. V bavlníkových polích v Texasu se převážná část kořisti skládala ze mšic *Aphis* Linnaeus, 1758, což činilo 75 % z celkového počtu zachycených škůdců (Nyffeler et al., 1989). Některé druhy pavouků čeledi Araneidae jsou schopni do svých sítí zachytit širší rozmanitost kořisti, mezi kterou patří i hmyz se silně sklerotizovanou kutikulou, chemickou ochranou a agresivním chováním (Nentwig, 1987). Například křižák zlatitý *Argiope aurantia* Lucas, 1833 vyskytující se v bavlníkových polích v Texasu dokáže usmrtit kořist, která může dosáhnout až 200% velikosti pavouka (Nyffeler et al., 1994).

3.1.2.2 Snovači plachtovitých sítí (sheet-web weavers)

Mezi snovače plachtovitých sítí patří pavouci z čeledi Linyphiidae (plachetnatkovití) a Agelenidae. Pavouci z čeledi Linyphiidae snují vodorovnou plachetkovitou síť, na jejíž spodní straně je pavouk zavěšen hřbetem dolů. Kořist se zachytí do vláken natažených ze sítě a spadne na plachetku, kde ji pavouk vyhledá (Wise, 1993). Na bramborových a žitných polích v Německu jsou pavouci z čeledi Linyphiidae velmi dominantní, tvoří zde 43 % pavoučí populace (Platen, 1996). Ve Velké Británii, Francii a Belgii představují Linyphiidae dokonce 93 – 99 % všech jedinců pavoučí fauny v porostech polních plodin, kde jsou schopni zachytit 12 – 57 % mšic a 36 – 72 % škůdců z řádu Collembola (chvostoskoci). Naproti tomu ve střední a východní Evropě se řadí mezi méně dominantní druhy pavouků vyskytující se v agroekosystémech (Nyffeler et Sunderland, 2003). Pavouci této čeledi mohou dosáhnout vysoké četnosti i na loukách a pastvinách, kde se jejich kořistí stávají druhy z řádů Diptera, Hymenoptera (blanokřídlí) a podřádů Homoptera, Heteroptera (ploštice) (Nyffeler et Benz, 1981). Velmi malé druhy pavučenek rodu *Erigone* Audouin, 1826 a *Oedothorax* Bertkau, in Förster & Bertkau, 1883 měřící jen 3 mm početně dominují fauně pavouků na povrchu země v zemědělských oblastech mírného podnebného pásma severní polokoule. Předou si drobnou pavučinku v malých prohlubních na zemi, do kterých chytají malé hmyzí škůdce z řádů Collembola, Diptera a Hemiptera (polokřídlí). Mšice, které škodí ozimé pšenici v evropských oblastech, tvoří 12 – 40 % kořisti těchto pavouků (Nyffeler et Benz, 1988b). V asijských rýžových polích se 60 % kořisti pavouka *Ummeliata insecticeps* (Bösenberg & Strand, 1906) skládá ze škůdců podřádu Auchenorrhyncha (křísi) (Kiritani et al., 1972).

Pavouci z čeledi Agelenidae zachycují kořist pomocí horizontální plachtovité sítě s nálevkou uprostřed, která přechází v rourku, v níž se pavouk zdržuje (Nentwig, 1987). Hromadný výskyt pokoutníka nálevkovitého *Agelena labyrinthica* (Clerck, 1757) může být viděn v úhorech, na nesečených loukách a pastvinách. Ve svých rozsáhlých silných sítích zachytí širokou škálu různých skupin hmyzu, která obsahuje i zemědělské škůdce, například druhy čeledi Pieridae (běláskovití). Na některých stanovištích tvoří vysoký podíl

kořisti i druhy z řádu Orthoptera (rovnokřídlí) (Nyffeler et al., 1994).

3.1.2.3 Snovači trojrozměrných sítí (tangle-web weavers)

Snovači trojrozměrných sítí jsou druhy pavouků čeledí Dictynidae (cedivečkovití) a Theridiidae (snovačkovití). Dictynidae jsou drobní jedinci s délkou těla kolem 3 mm. Své nepravidelné sítě si budují na listech polních plodin (Nentwig, 1987), do kterých zachytí vysoké procento kořisti z řádu Diptera a mšice (Nyffeler et Benz, 1981). Například cedivečka menší *Dictyna pusilla* Thorell, 1856 je jedním z nejčastěji se vyskytujícím pavoukem v jabloňových a hrušňových sadech v Itálii (Angeli et al., 1996).

Theridiidae si vytváří nepravidelné sítě tvořené shlukem vláken. Ze sítě vybíhají k podkladu lepivá vlákna sloužící k zachycení kořisti (Nentwig, 1987). Theridiidae se řadí mezi dominantní druhy pavouků obývající evropské agroekosystémy (Bogya et al., 1999a; Schröder et al., 1999; Pekár, 2000; Pekár, 2005). V jabloňových sadech v České republice tvoří Theridiidae 32 % pavoučí populace (Pekár et Kocourek, 2004). Jsou to mimořádně polyfágní dravci (Nyffeler et Benz, 1981), ale v prostředí kde se v hojném počtu vyskytují mravenci, se pavouci mohou zaměřit převážně na tuto kořist. Příkladem může být evropský druh snovačka břehová *Cryptachaea riparia* (Blackwall, 1834) v pšeničných polích, kde tvoří mravenci více než 90 % její kořisti (Nyffeler et Benz, 1988a). V evropských agroekosystémech mírného klimatu tvoří mšice 10 – 90 % kořisti pavouků Theridiidae (Nyffeler et Benz, 1981; Nyffeler et Sunderland, 2003; Pekár, 2000).

3.1.2.4 Pozemní lovci (ground hunters)

U pavouků lovců, kteří aktivně loví svou kořist, byla pozorována nízká frekvence krmení do 10 % (Nyffeler et al., 1994), což se zdá být charakteristickým vzorem pro pavouky lovící bez pavučiny (Wise, 1993). Pavouci rodu *Pardosa* Koch, 1847 z čeledi Lycosidae (slíďákovití) se často vyskytují v zemědělských ekosystémech, kde významnou část jejich kořisti tvoří druhy z řádu Collembola, malé druhy z řádu Diptera a podřádu Homoptera. V polích ozimé pšenice představují podstatnou složku jejich potravy mšice (Nyffeler et al., 1994). V Německu v porostech brambor a žita tvoří Lycosidae 13 % pavoučí populace (Platen, 1996). Nejvíce dominantním druhem v porostech obilovin a vojtěšky v Maďarsku je slíďák rolní *Pardosa agrestis* (Westring, 1861), který zde představuje až 40 % z celkového počtu populace pavouků (Samu et Szinetár, 2002). Slíďák sítový *Pardosa cribrata* Simon, 1876 je nejhojnějším druhem pozemního pavouka lovce v citrusových sadech na východě Španělska, kde se jeho častou kořistí stávají škůdci citrusů vrtule velkohlavá *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) a mšice broskvoňová *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Monzo et al., 2009). V rýžových polích v Asii se z 80 % potrava slíďáků skládá ze škůdců podřádu Auchenorrhyncha (křísi) (Kiritani et al., 1972). Öberg et al. (2011) zjistili analýzou DNA blýskáčka řepkového *Brassicogethes aeneus* (Fabricius, 1775) z obsahu střev

pavouků pomocí PCR (polymerázová řetězová reakce), že se tento škůdce stává kořistí u 13,8 % pavouků rodu *Pardosa* ssp. Výzkum byl proveden ve Švédsku v porostu řepky olejky.

3.1.2.5 Ostatní lovci (other hunters)

V evropských ovocných sadech představují dominantní postavení pavouci z čeledi Philodromidae (listovníkovití) (Angeli et al., 1996; Bogya et al., 1999b; Pekár et Kocourek, 2004). V jabloňových sadech v České republice tvoří Philodromidae 43 % z celkové populace pavouků (Pekár et Kocourek, 2004).

Paslíďák americký *Oxyopes salticus* Hentz, 1845 z čeledi Oxyopidae (paslíďákovití) je nejhojnějším pavoukem v bavlníkových polích a jiných zemědělských plodin na jihu USA (Young et Edwards, 1990), kde jsou jeho nejčastější kořistí zástupci z podřádu Heteroptera, ale i mravenci druhu *Solenopsis invicta* Buren, 1972 (Nyffeler et al., 1992). Paslíďák vřesovištní *Oxyopes heterophthalmus* (Latreille, 1804) se řadí mezi často se vyskytující druhy pavouků v ovocných sadech v Maďarsku (Bogya et al., 1999a).

Pro další lovce, pavouky čeledi Salticidae (skákavkovití) je typickým znakem uspořádání očí do tří řad. V první řadě jsou umístěny čtyři velké oči, z nichž dvě střední jsou o něco větší se schopností velmi ostrého vidění. Pavouci reagují na vizuální podněty, jako je procházející kořist, ke které se přiblíží a skokem se jí zmocní (Foelix, 2011). Tato skupina je známa jako vysoce polyfágní dravci lovící širokou škálou kořisti včetně druhů z řádu Odonata (vážky), Lepidoptera (motýli), Orthoptera, Diptera, Hymenoptera, Homoptera a ostatní Araneae (Nyffeler et al., 1994).

3.1.2.6 Číhající lovci (ambush hunters)

Pavouci z čeledi Thomisidae (běžníkovití) jsou skupinou malých a středně velkých druhů pavouků, kteří se chůzí a držením těla podobají krabům. Jsou považováni za typické sit-and-wait lovce, kteří nehybně leží a číhají na kořist (Foelix, 2011). Řadí se mezi hojně se vyskytující pavouky v agroekosystémech. Juvenilní jedinci se živí hlavně drobnými druhy z řádu Diptera, Hymenoptera, Thysanoptera (třásnokřídlí) a mšicemi. Adultní jedinci jsou schopni příležitostně přemoci i velké druhy z čeledi Apidae (včelovití), například včelu medonosnou *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 nebo některé druhy čmeláků *Bombus* Latreille, 1802 (Nyffeler a kol., 1994).

Můžeme shrnout, že převážnou skladbu kořisti pavouků v zemědělských ekosystémech tvoří členovci skupin Diptera, Homoptera, Hymenoptera, Heteroptera, Collembola, Coleoptera, Lepidoptera a Araneae (Nyffeler, 1999). Z velké druhové rozmanitosti pavouků je agroekosystémy schopna obývat jen malá část této diverzity. Druhově poměrně chudé jsou zemědělské ekosystémy s obilovinami. Převažují zde drobné druhy Linyphiidae a poměrně

velcí Lycosidae. Druhově bohatší jsou agroekosystémy s plodinami se strukturovanější morfologií. Ze síťových pavouků jsou zde rozšířené Theridiidae, menší druhy Araneidae a Dictynidae. Z nesíťových pavouků jsou zde vedle Lycosidae hojní Thomisidae. Ještě bohatší faunu pavouků můžeme najít v ovocných sadech, kde jsou nejhojnější Philodromidae, Theridiidae, Araneidae, Thomisidae a Dictynidae (Honěk a kol., 2008).

3.1.3 Význam polopřirozených stanovišť pro pavouky vyskytující se v agroekosystémech

Většina zemědělské krajiny je mozaikou polí, polopřirozených stanovišť (například okraje polí, remízky) a silnic (Marshall et Moonen, 2002). Pavouci používají polopřirozená stanoviště jako útočiště během nestability na poli (orba, sklizeň, aplikace pesticidů), pro přezimování a jako zdrojových stanovišť pro rekolonizace (Pfiffner et Luka, 2000). Navíc polopřirozená stanoviště poskytují pavoukům alternativní způsob obživy i komplexnější vegetaci pro zachycení konstrukce pavučin (Dix et al., 1995), čímž mohou nahrazovat populace pavouků uvnitř polí a zvýšit tak predační tlak na škůdce plodin (Öberg et al., 2008), protože takováto stanoviště často slouží jako rezervoár pro populace škůdců (Bianchi et al., 2006).

Většina pavouků přezimuje mimo ornou půdu a na jaře ji kolonizují od okraje (Dix et al., 1995; Pfiffner et Luka, 2000; Öberg et al., 2008). Pavouci, jež jsou těžší než 15 mg se nemohou rozptylovat plachtěním vzduchem pomocí vlákna a vzdušného proudu (ballooning), ale chůzí, což je méně účinný způsob pro rozptýlení se do středních částí pole (Bell et al., 2005). Vnitřní část orné půdy je proto pravděpodobně osídlena většinou malými druhy pavouků, nebo nymfálními stádii ostatních druhů, kteří jsou schopni se rozptýlit pomocí vlákna (Samu et Szinetár, 2002).

Management intenzifikace v zemědělství, pokud se jedná o aplikaci pesticidů a hnojiv, zpracování půdy, kácení vegetace a pastvin s dobytkem, snižuje četnost a diverzitu pavouků i některých skupin jejich kořisti, zatímco se současně zvyšuje populace mšic škodících zemědělským plodinám (Birkhofer et al, 2008a). Systém konvenčního zemědělství snižuje podíl herbivorní kořisti zkonzumované generalistickými predátory v porovnání se systémy ekologického zemědělství (Birkhofer et al., 2011), což naznačuje, že vysoká intenzita managementu může nepříznivě ovlivnit biologickou kontrolu škůdců snížením rozmanitosti členovců a zároveň zvýšením dostupnosti škůdců, čímž se pozmění interakce v potravním řetězci (Winqvist et al., 2011).

Složitost vegetace ovlivňuje jak rychlost ulovení kořisti, tak i druhové složení populace síťových pavouků, neboť je zde dostatek míst k uchycení sítí. V orné půdě k upevnění sítě často slouží části rostlin a plevelů (Rypstra et al., 1999). Podle Diehl et al. (2013) druhová rozmanitost síťových pavouků a jejich kořisti pozitivně souvisí i s vyšší druhovou rozmanitostí vegetace. Snížená intenzita managementu a zvýšená komplexnost vegetace (např. trvalé a polopřirozené stanoviště) pomáhá udržovat diverzitu členovců a síťových

pavouků, kteří tím mohou přispět k potlačení mšic v zemědělských oblastech, protože bylo pavouky zachyceno více mšic v místech, která nebyla rušena sklizní nebo sekáním.

Druhově rozmanitá skupina pavouků může být efektivní při biologické regulaci škůdců, protože se liší loveckými strategiemi, preferencí stanovišť a obdobím aktivity. Vzhledem k charakteristické rozmanitosti pavouků v zemědělském ekosystému je velká pravděpodobnost napadení určitého škůdce více než jedním druhem pavouka (Marc et al., 1999).

3.2 Pesticidy a jejich vliv na pavouky

Úloha pavouků v boji proti škůdcům může být narušena, pokud jsou použity chemikálie s nežádoucími účinky. Pro regulaci škůdců je používáno velké množství syntetických insekticidů s vedlejšími účinky na necílové členovce, z nichž většina působí neurotoxicky (Haynes, 1988).

Podle mezinárodní organizace FAO (Food and Agriculture Organization) jsou pesticidy definovány jako jakákoli látka nebo směs látek určených k prevenci, ničení nebo zvládání jakéhokoli škůdce, včetně vektorů onemocnění člověka nebo zvířat, nežádoucích druhů rostlin nebo živočichů způsobujících škody v průběhu výroby, zpracování, skladování, přípravy nebo uvádění na trh potravin, zemědělských komodit, dále přípravky, které jsou podávány zvířatům pro kontrolu ektoparazitů (Pohanka a Vlček, 2011).

Aktivní složky pesticidů lze nejčastěji rozdělit podle účinků na cílové organismy na insekticidy (proti hmyzu), fungicidy (proti houbovým chorobám), herbicidy (proti plevelným rostlinám), akaricidy (proti roztočům), nematocidy (proti háďátkům), moluskocidy (proti měkkýšům) a podobně (Pohanka a Vlček, 2011).

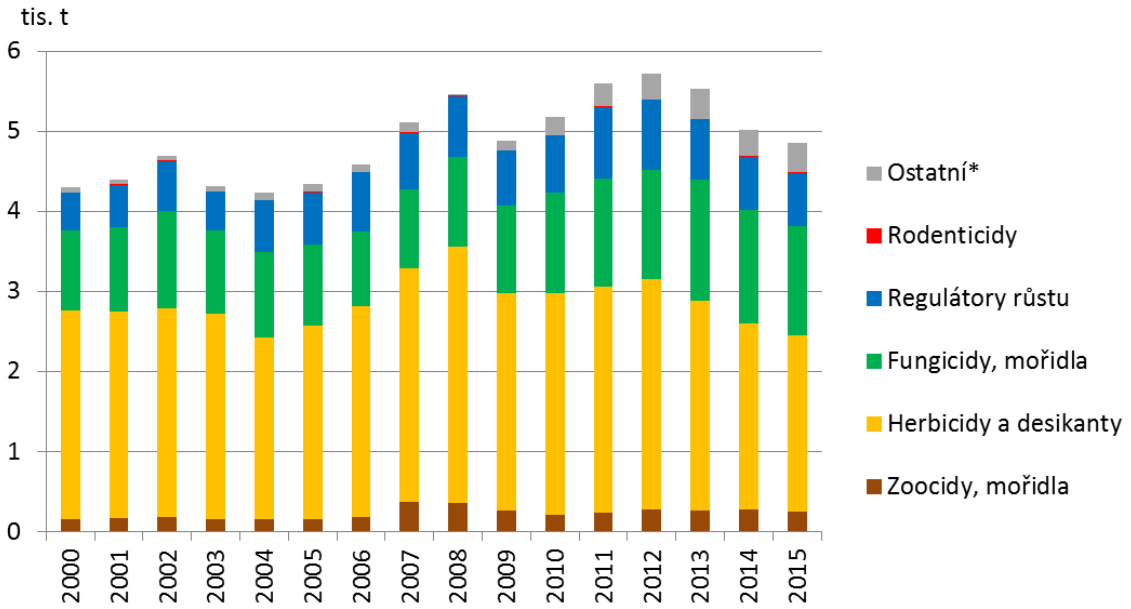
Přípravky na ochranu zemědělských plodin mohou být neselektivní, které hubí všechny organismy, nebo selektivní hubící jen určitou úzkou skupinu škodlivých organismů. Účinek některých pesticidů je jen krátkodobý, jiné mají dlouhou reziduální účinnost, která může přetrvávat i několik týdnů (Kazda a kol., 2008).

Přípravky by měly být vysoce účinné proti cílovým organismům, ale co nejméně účinné proti necílovým organismům. Toxicita se vyjadřuje jako LD50 nebo LD90, tj. dávka pesticidu, která způsobí úhyn 50 % (respekt. 90 %) organismů za určitou dobu. Přípravky jsou rozděleny do skupin podle toxicity pro člověka na vysoce toxický (T+), toxický (T), zdraví škodlivý (Xn), dráždivý (Xi), žíravý (C) a přípravek neposuzován, jak výše uvedeno (-). Speciálně se sleduje toxicita podle vyhlášky č. 327/2004 Sb., o ochraně včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při používání přípravků na ochranu rostlin (Kazda a kol., 2008; Kazda a kol., 2010).

Pesticidy jsou obvykle vícesložkové látky skládající se zpravidla ze tří komponentů. Každý pesticid obsahuje účinnou látku tvořící nejvýznamnější složku z hlediska biologické účinnosti. Dále obsahují zpravidla adjuvanty a přídavné složky, které pomáhají udržovat chemickou stálost přípravku, zlepšují jeho rozpustnost ve vodě, a tím zlepšují aplikaci

(Kazda a kol., 2010).

V současné době se v České republice používá více než 400 schválených látek a organismů s pesticidními účinky (Pohanka a Vlček, 2011). V období 2000 – 2012 stoupla v České republice spotřeba přípravků na ochranu rostlin o 32,9 %, ale od roku 2012 postupně klesá, v roce 2015 meziročně poklesla o 3,3 % na 4 856,3 tis. kg účinných látek. Největší podíl na celkové spotřebě měly herbicidy a desikanty (45,2 %), dále fungicidy a mořidla (28,0 %) a regulátory růstu (13,6 %) (Obr. 1) (Komora, 2016).



Obrázek 1: Spotřeba účinných látek obsažených v přípravcích na ochranu rostlin a dalších prostředcích podle účelu užití v ČR (tis. t účinné látky), 2000 – 2015 (zdroj: Komora, 2016

Nejvyšší mortalita pavouků byla způsobena organofosfáty, karbamáty, cyklodieny a pyrethroidy. Organofosfáty, karbamáty, neonikotinoidy a spinosoidy působí na centrální nervový systém (CNS), zejména na synapsích mezi neurony tím, že snižují aktivitu serinových esteráz. Cyklodieny stimulují synaptický přenos uvolněním neurotransmitérů. Formamidy pravděpodobně interagují s receptory pro aminy v CNS. Pyrethroidy narušují rovnováhu Na a K iontů, což může mít vliv na periferní nervový systém. Jsou dva typy pyrethroidů, první typ má rychlý omračující iniciální efekt dosažený pomocí hyperexcitace, druhým typem jsou pomalé toxiny způsobující přecitlivělost a mortalitu v důsledku nadměrné ztráty vody. Často jsou používány i syntetické regulátory růstu hmyzu, což jsou funkční analogy juvenilního hormonu zabraňující larvám a kuklám hmyzu k přeměně v dospělce a mikrobiální insekticidy, jako je Bt endotoxin, který rozrušuje buněčnou membránu epitelu střeva (Pekár, 2012).

Negativní dopad na pavouky má především aplikace insekticidů a pravidelné disturbance, hlavně sklizeň a orba. Žádoucí je především omezovat používání některých kon-

taktních přípravků (organofosfáty, pyrethroidy), které zredukují pavoučí společenstvo až o 90 %, a nahrazovat je selektivními insekticidy. Rekolonizaci ošetřených ploch pavouky z okolí lze urychlit omezením aplikace postřiků jen na vybraná místa (Honěk a kol., 2008).

Mimo letálních účinků mají pesticidy na pavouky i řadu subletálních účinků, které můžeme definovat jako fyziologické a behaviorální změny jedince, kteří přežijí aplikaci subletální dávky pesticidů, což je dávka nebo koncentrace, která nedosahuje letálního účinku, ale blíží se k němu. Subletální účinky mají vliv na funkce jako je lov kořisti, reprodukce, obrana a rozptýlení, které jsou řízeny složitými neuronovými interakcemi a jsou tedy náchylné na narušení neurotoxickými pesticidy (Desneux et al., 2007).

Pesticidy mají na pavouky i celou řadu nepřímých účinků. Insekticidy snižují celkovou hojnost hmyzu, a tím omezují dostupnost kořisti, což může ovlivňovat růst a reprodukci pavouků, nebo vyvolat jejich emigraci a odložení zpětné kolonizace (Wisniewska et Prokopy, 1997). Herbicidy a fungicidy mají zanedbatelné přímé letální účinky, ale nepřímé účinky mohou být silné. Herbicidy mění strukturu vegetace, čímž se sníží počet míst k vybudování sítě, prostorů pro úkryt před predátory a proti přehřátí organismu. Sníží se i potrava pro býložravý hmyz, a tím se omezí množství a rozmanitost kořisti pro pavouky. Fungicidy snižují abundanci hub, čímž se zredukuje dostupnost kořisti, jako jsou chvostoskoci a někteří brouci živící se houbami (Sunderland, 1992).

3.2.1 Studovaný insekticidní prostředek Nurelle D

Nurelle D je postřikový širokospektrální insekticid ve formě emulgovatelného koncentrátu určený k ochraně rostlin proti škodlivému hmyzu s účinnou látkou cypermethrin 50 g/l ze skupiny pyrethroidů a chlorpyrifos 500 g/l ze skupiny organofosfátů (Agromanuál, 2016).

Organofosfáty jsou organické sloučeniny s přítomností fosforu v molekule. U zasažených organismů způsobují inhibici enzymu acetylcholinesterázy v nervových buňkách. Nedostatečně účinkují zpravidla při teplotách pod 15 °C. Účinná látka chlorpyrifos rychle proniká do rostlinných pletiv, ale není systémová. Hubí pohyblivé jedince žravého a savého hmyzu. V půdě působí po dobu 2 až 4 měsíců (SRS, 1999).

Pyrethroidy jsou syntetické látky vycházející svoji strukturou z přírodních látek pyretrinů získaných z květu kopretiny starčkolisté (*Chrysanthemum cinerariifolium*) a příbuzných druhů. Jsou to nervové jedy narušující rovnováhu mezi draselnými a sodíkovými ionty, což ovlivňuje axiální vedení nervových vzruchů. Vyvolávají opakované depolarizace nervových membrán, následované křečemi a paralýzou. V půdě se rychle rozkládají a váží se na kutikulu rostlin. Účinkují v nízkých dávkách, rychleji a po delší dobu, než většina organofosfátů. Účinnější jsou při teplotách pod 10 °C než při teplotách nad 20 °C. Účinnými látkami ze skupiny pyrethroidů jsou cypermethrin, deltamethrin, permethrin, fenvalerate, cypermethrin, cyhalothrin, flucythrinate, cyfluthrin, acrinathrin, difenthrin, fenpropathrin a fluvalinate. Cypermethrin hubí pohyblivé jedince savého a žravého hmyzu, navíc je dráždí k pohybu, takže s ním mohou přijít do styku i skrytě žijící jedinci. Usmrcuje

četné přirozené nepřátele škodlivého hmyzu a roztočů (SRS, 1999).

Nurelle D působí jako kontaktní, požerový a dýchací insekticid s výrazným fumigačním efektem. Po aplikaci proniká do rostlinných pletiv, není však rozváděn cévními svazky. V boji proti přenašečům viróz se uplatňuje též značná repelentní účinnost přípravku, která omezuje nálet dalších škůdců do porostu. Po aplikaci vykazuje významnou reziduální aktivitu, která snižuje počet nutných insekticidních zásahů v období déle trvajícího tlaku škůdců. Hubí škůdce ve všech vývojových stadiích, pokud jsou přípravkem zasaženi. Fumigační efekt přípravku umožňuje hubení i těch jedinců, kteří zůstávají skryti před účinkem kontaktních a požerových insekticidů (SRS, 1999; Agromanuál, 2016).

V řepce olejce je přípravek Nurelle D registrován proti krytonosci řepkovému a čtyřzubému, ale hubí též blýskáčka řepkového (SRS, 1999). Postřik lze provádět nejlépe asi za 3 dny po objevení jarního hmyzu za slunného poledne. V nížinách obvykle koncem března a ve vyšších polohách počátkem dubna (Bečka a kol., 2007). Porost v době aplikace nesmí v žádném případě zakvétat (SRS, 1999). Jestliže budeme aplikovat přípravek na porost v zeleném poupěti, nebude hrozit poškození včelstev, protože Nurelle D má na včely silný repelentní účinek, který včely odrazuje k náletu do porostu a nepřímo je tak chrání před přímým kontaktem s ošetřeným porostem (Portych, 2001).

Aplikace Nurelle D se provádí postřikem nebo rosením schválenými postřikovači nebo rosiči, podle signalizace. Postřik by se měl realizovat za bezvětří nebo mírného vánku, v tom případě ve směru po větru od dalších osob. Za účelem ochrany vodních organismů by měl být snížen úlet dodržením neošetřeného ochranného pásma 4 m vzhledem k povrchové vodě a přípravek neaplikován na svažitých pozemcích ($\geq 3°$ svažitosti), jejichž okraje jsou vzdáleny od povrchových vod < 10 m (Agromanuál, 2016).

3.3 Integrovaná ochrana rostlin a pavouci jako možní bioregulátoři škůdců zemědělských plodin

Aplikace pesticidů přinesla v minulosti spolehlivou a ekonomicky uspokojivou ochranu proti poškození rostlin způsobených viry, houbami, bakteriemi a živočišnými škůdci. Postupem doby se však začaly projevovat i nepříznivé vlivy aplikace pesticidů na životní prostředí, především závažné škody na necílové organismy a současně s tím se stále častěji začala objevovat rezistence chorob a škůdců k používaným pesticidům. Z těchto důvodů byl vypracován systém integrované ochrany rostlin (Integrated Pest Management – IPM), v české literatuře pod zkratkou (IOR), který využívá všech metod ochrany rostlin v souladu s ekonomickými, ekologickými a toxikologickými požadavky k tomu, aby škodlivé organizmy byly udrženy pod hranicí škodlivosti, přičemž jsou preferovány a využívány přirozené faktory regulující jejich výskyt. (Kazda a kol., 2008).

IOR se opírá o řadu prostředků vedoucí k produkci zdravých plodin, které jsou ekonomicky účinné a šetrné k životnímu prostředí. Širokospektré pesticidy jsou nahrazeny

selektivními, které nemají žádný nebo jen malý účinek na necílové organismy. Selektivní pesticidy by v ideálním případě neměly mít nežádoucí účinky. Neměly by způsobit mortalitu, subletální toxicitu nebo insekticidní účinek na užitečné členovce, ale na škůdce by měly mít maximální účinek. Prospěšní predátoři by neměli být odpuzováni a jejich chování, jako je rychlost zachycení kořisti, by nemělo být negativně měněno, protože se sníží jejich schopnost k regulaci škůdců (Pekár et Haddad, 2005).

Zemědělská pole, která jsou zatížena častou aplikací pesticidů, mají často nižší populace pavouků, což může mít za následek rozšíření početnosti škůdců (Feber et al., 1998; Yardim et Edwards, 1998; Tanaka et al., 2000). Zavedení systému IOP prokázal jednoznačně pozitivní vliv na populace pavouků v mnoha agroekosystémech (Pekár, 2012), jako jsou čajové zahrady (Ye et al., 2014), zelná pole (Sengonca et Liu, 2002), pšeničná pole (Feber et sl., 1998), olivové háje (Santos et al., 2007) a ovocné sady (Wisniewska et Prokopy, 1997; Pekár, 1999a; Pekár et Kocourek, 2004). V těchto agroekosystémech se četnost a druhová rozmanitost pavouků zvýšila v porovnání se stanovišti v rámci konvenčního zemědělského systému (Pekár, 2012), proto může být ochrana pavouků v agroekosystémech dosažena snížením chemického a fyzikálního narušení prostředí (Yardim et Edwards, 1998; Marc et al., 1999; Pekár, 1999a).

Omezení insekticidního ošetření na klíčová období v životním cyklu škůdce a postřik v poledních hodinách, kdy jsou ještě mnozí pavouci lovci neaktivní a ukrývají se v chráněných lokalitách, může zvýšit početnost pavouků (Maloney et al., 2003). Pavouci mohou rekolonizovat zemědělská stanoviště v případě, kdy bude interval mezi chemickými aplikacemi dostatečně dlouhý, nicméně několik aplikací za sezonu může společenství pavouků zničit. Některé pesticidy se mohou zadržet v pavoučích sítích, což může být škodlivé pro ty pavouky, kteří svou síť denně recyklují (Marc et al., 1999).

Současné trendy v zemědělství ke snížení aplikace pesticidů a ekologické udržitelnosti vedly ke zvýšenému zájmu o pavouky jako potenciální biologickou kontrolu (Maloney et al., 2003). Biologická ochrana zemědělských plodin využívá přirozené nepřátele škůdců a jejím cílem je regulovat populace těchto škůdců pod ekonomický práh. Přirození nepřátelé jsou takové organismy, které žijí na úkor živočišných škůdců a škodící jim do té míry, že vážně snižují jejich životaschopnost. V současnosti je k dispozici více než 100 druhů přírodních nepřátel škodlivých organizmů, které zahrnují dravý hmyz a roztoče, parazitický hmyz a háďátka, mikrobiální patogeny hmyzu a roztočů (Honěk a kol., 2008).

Pavouci mohou být potenciálně využíváni k biologické ochraně rostlin, protože mají relativně dlouhou životnost a jsou odolní vůči hladovění a dehydrataci. Navíc pavouci začínají být aktivní, jakmile jsou příznivé podmínky a patří mezi první predátory eliminující škůdce. Rizika spojená s použitím pavouků jako regulátorů škůdců jsou minimální (Maloney et al., 2003). V agroekosystémech se vyskytují rozmanité druhy pavouků lovících kořist ve všech fázích vývoje, čímž zaplní množství nik a útočí na četné druhy škůdců najednou. Vzhledem k tomu, že jsou pavouci citliví na disturbanci stanovišť, mohou být nej-

lépe využiti v trvalých zemědělských systémech, jako jsou ovocné sady, postižené nejmenší disturbancí a lidskými zásahy (Marc et al., 1999). Pavouci mají potenciál být vysoce účinnými regulátory škůdců, ale celková úroveň kontroly je specifická pro každou kombinaci plodin a styl managementu (Maloney et al., 2003).

Pavouci mohou vyvinout značný tzv. „top-down"efekt (dlouhodobě udržovat početnost populace škůdců pod nosnou kapacitou prostředí). V přítomnosti pavouků se proto sníží poškození rostlin hmyzími býložravými škůdci a naopak (Maloney et al., 2003). Bylo prokázáno, že pouhá přítomnost pavouků má na škůdce repelentní účinek. V jabloňových sadech došlo k redukci housenek motýlů druhu *Spodoptera littoralis* (Boisduval, 1833) nejen proto, že určitá část byla pavouky zabita, ale i proto, že ostatní housenky stromy opustily (Honěk a kol., 2008). Pavouci mohou regulovat populace škůdců i nadbytečným lovem, protože zabíjejí více kořisti, než jsou sami schopni zkonzumovat, což může představovat až 50x víc kořisti, než pavouk zkonzumuje (Riechert, 1999). V místech, kde se zvýší hustota škůdců, se zvýší i početnost pavouků. Tato numerická odpověď může být ve formě agregace, zvýšené reprodukce, nebo obojí (Marc et al., 1999). Schopnost pavouků rozpoznávat místa s vysokou hustotou kořisti a koncentrovat svou loveckou aktivitu do těchto míst může vést ke stabilizaci, protože predační tlak bude vysoký, pokud bude vysoká hustota kořisti a nízký, kde bude nízká hustota kořisti (Maloney et al., 2003).

Kompetice, vnitro-gildovní predace a kanibalismus může naopak omezit agregaci pavouků. Pavouci jsou zpravidla teritoriální a při vysokých hustotách budou soutěžit o prostor a kořist, a tím snížit počet pavouků, kteří mohou existovat společně ve stejné oblasti. Výsledkem může být přechod ze stanovišť s vysokou hustotou kořisti, a tudíž krmení se na méně škodlivých organismech. Vnitro-gildovní predace, čili predace příslušníků stejné trofické úrovně je hlavním limitujícím faktorem agregace a schopnosti pavouků v boji proti škůdcům (Marc et al., 1999).

3.4 Snovačka pečující - *Phylloneta impressa*

Phylloneta impressa se řadí do čeledi Theridiidae, rodu *Phylloneta* Archer, 1950. Na světě je známo 2473 druhů Theridiidae řazených do 124 rodů (WSC, 2017). V České republice se vyskytuje 69 druhů snovaček z 28 rodů (Kůrka a kol., 2015).

Snovačky jsou drobní až středně velcí pavouci dosahující velikosti těla od 1 do 14 mm (Buchar a Kůrka, 1998). Většina snovaček žije na vegetaci, některé druhy i v hrabance, či uvnitř budov. Zbarvení je pestré, někdy splývá s podkladem, nebo je zřetelné, aby působilo výstražně na predátora. Hlavohruď je většinou oválná, zadeček u většiny druhů vysoký a kulovitý, u některých druhů však může být protáhlý, zašpičatělý nebo trojúhelníkovitý. Makadlo samic bývá zakončeno drápkem. Chelicery jsou většinou bez zubů a poměrně slabé. Nohy jsou většinou dlouhé a štíhlé zakončené třemi drápky bez trnů, nebo jen s několika trny. U některých druhů je mezi hlavohrudí a zadečkem stridulační orgán v

podobě sklerotizovaných struktur, které se o sebe třou (Buchar a Kůrka, 1998; Kůrka a kol., 2015). Nejcharakterističtějším znakem snovaček je řada hřebenovitých trnů na tarzech posledního páru nohou, kterými vyčesávají rychle schnoucí lep ze snovacích bradavek sloužící ke znehybnění kořisti (Buchar a Kůrka, 1998).

Většinou si snovačky vytvářejí nepravidelné lapací sítě tvořené shlukem vláken, jejíž součástí bývá zvonovitý úkryt maskovaný kousky detritu. Na síti jsou pavouci nejčastěji zavěšeni hřbetem dolů. Ze sítě vybíhají k podkladu vlákna, která jsou u země opatřená řadou poměrně velkých stále lepivých kapek. Vlákna jsou napjatá a k zemi jen slabě ukotvená. Jestliže se na ně přilepí po zemi lezoucí kořist, je vymrštěna nahoru, čímž ztratí oporu pevného podkladu a nemůže se vyprostit. Pavouk ihned přiběhne a zadníma nohama začne kořist obalovat rychle schnoucím lepem, a poté kousnutím vpraví do kořisti jed (Kůrka a kol., 2015).

Na světě se vyskytují tři druhy rodu *Phylloneta*, z toho dva jsou v České republice. Mimo *P. impressa* se u nás nalézá i velice podobný druh snovačka smrčková *Phylloneta sisyphia* (Clerck, 1757) rozpoznatelný jen podle tvaru kopulačních orgánů (Kůrka a kol., 2015). Třetím druhem je *Phylloneta pictipe*s (Keyserling, 1884) vyskytující se v USA (WSC, 2017)

P. impressa se řadí mezi holarktické druhy. Vyskytuje se na nižších dřevinách a statnějších bylinách, zpravidla do výše 1 – 2 m. Snovačku můžeme najít na široké škále otevřených biotopů včetně polí, sadů, mezí, luk, úhorů a lesních okrajů. Přednost dává osvětleným a sušším stanovištím. V České republice je velice hojným druhem pavouka. (Kůrka a kol., 2015).

Samice dosahují velikosti od 3,5 do 5,5 mm, samci od 2,5 do 5,5 mm. Hlavohruď je bledě žlutá s úzkým černým okrajem a širokým středním pruhem. Nohy jsou bledě žluté, v okolí kloubů s hnědými kroužky. Zadeček má typickou dlaždicovitou kresbu, na hřbetě světlý s párem širokých černých nebo tmavohnědých podélných pruhů, přerušených 3 – 4 páry bílých příčných, šikmých proužků. Adultní jedince lze nalézt od května do srpna, samice až do zimy. Samci vyhledávají nedospělé samice, zdržují se v její blízkosti a hlídají je, dokud nedospějí, aby byli první, kdo se s nimi spáří (Kůrka a kol., 2015). V srpnu až v září samice vytvářejí modrozelený kokon (Obr. 2) a hlídají jej ve zvonovitém úkrytu. Počet vajíček v jednom kokonu se pohybuje od 48 do 156 (Pekár, 2000). Po vylíhnutí mláďata zůstávají v síti matky (Obr.3), která je krmí natrávenou kořistí vylučovanou z ústního ústrojí. Později se samice dělí s mláďaty o ulovenou kořist (Kůrka a kol., 2015). Poslední potravou pro mláďata, než se osamostatní a rozptýlí, se stává sama matka. Její tělo poslouží jako důležitý zdroj živin (Knoflach et Pfaller, 2004).

3.4.1 *Phylloneta impressa* v agroekosystémech

Phylloneta impressa je jedním z nejhojnějších druhů pavouků nacházejících se v agroekosystémech ve střední Evropě. Tvoří si sítě zpravidla ve vrchních částech rostlin, proto

Obrázek 2: *P. impreessa* s kokonem (Foto: autor práce)

ji lze nalézt ve vysokém počtu na strukturovaných plodinách, jako je řepka, slunečnice, kukuřice nebo ovocné stromy (Pekár, 2002). Vzhledem k tomu, že si snovačky předou trojrozměrnou síť, k čemuž potřebují spousty podpor, upřednostňují místa mezi větvičkami a listy (Pekár, 2000). Hustota adultních pavouků v červnu je 0,7 – 1,5 jedinců na rostlinu (Schröder et al., 1999; Pekár, 2000; Pekár, 2005). Například podle Pekára (2000) dosahovala průměrná hustota adultních pavouků na jednu rostlinu 0,7 u slunečnice, 1,5 u svazenky a 1,2 u jabloní. Pavouci dávali přednost horním částem rostlin a koncům větví. Velikost sítě se pohybovala okolo 5 cm u prvních samostatně žijících instarů, až po 117 cm velké sítě dospělých jedinců. Habrová (2013) ve své práci uvádí, že průměrná abundace *P. impressa* v porostu řepky olejky dosahovala v průměru 2,05 jedinců na jednu rostlinu.

Podle Pfister et al. (2015) *P. impressa* prokázala zvýšenou abundanci směrem do střední části pole, nezávisle na druhu okrajové části pole. *P. impressa* má schopnost se rozptylovat pomocí ballooningu, což umožňuje její efektivní rozptýlení daleko do středu pole, kam se dostane snadněji na rozdíl od mnoha jejích vnitro-gildovních konkurentů (Blandenier, 2009). Z pavouků vyskytujících se v zemědělských oblastech je *P. impressa* jedním z druhů s nejsilnější preferencí polních oblastí, než trvalých stanovišť v průběhu vegetačního období (Schmidt et Tscharntke 2005), což může být vysvětleno dostupností vysokého počtu kořisti v určitých částech sezóny (Pekár, 2000; Jurczyk et al., 2012). Dů-

Obrázek 3: *P. impreessa* s vylíhnutým potomstvem (Foto: autor práce)

vodem aktivního pohybu snovačky po polních stanovištích může být vyhýbání se potravní konkurenci a predaci (Sunderland et Samu, 2000). Vnitro-gildovní zásah do strukturálně jednoduchých agroekosystémů je často vysoký a při nízké hustotě kořisti se mnoho pavouků živí jinými pavouky (Nyffeler, 1999). Navíc lze předpokládat vyšší predační tlak podél polopřirozených stanovišť. *P. impressa* například představuje jednu z hlavní kořisti *Trypoxylon figulus* (Linnaeus 1758), vosy, která se vyskytuje velmi hojně podél dřevitých stanovištích, jako jsou remízky (Coudrain et al., 2013).

Pekár (2000) ve své práci uvádí, že nejčastější kořistí *P. impressa* byli ze 73 % *Aphis*, ze 7,5 % Diptera a z 5,4 % Coleoptera (brouci) a Hymenoptera. Habrová (2013) zjistila, že převážná část kořisti *P. impressa* v porostu řepky olejky se skládá z druhů čeledí Hemiptera, Diptera, Coleoptera a Hymenoptera. Dále zjistila laboratorním pokusem, že *P. impressa* přijímá jako potravu i brouky krytonosce *Ceutorhynchus* Germar, 1824, které patří mezi škůdce řepky olejky. Öberg et al. (2011) zjistili analýzou DNA škůdce řepky olejky *B. aeneus* z obsahu střev *P. impressa* pomocí PCR, že se stává kořistí u 51,7 % pavouků.

Devět procent zachycené kořisti v sítích pavouků nebyla pavoukem vysáta, což naznačuje, že jde o případy nadbytečného zabíjení nebo vyhýbání se kořisti. Ačkoliv většina polapené kořisti představovala hmyzí škůdce, 10 % z celkové kořisti *P. impressa* představovala i jiné hmyzí predátory, například zlatoočku obecnou *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836), Carabidae (střevlíkovití), Staphylinidae (drabčíkovití), mravence, larvy i dospělce slunéčka sedmitečného *Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758, parazitoidní chalcidky (Chalcidoidea) a opylující hmyz čeledi Apidae (Pekár, 2000).

3.5 Řepka olejka ozimá (*Brassica napus* L. convar. *napus*)

Řepka olejka je jednoletá bylina dosahující výšky 50 až 120 cm z čeledi brukvovitých (Brassicaceae). V poměrně malém rozsahu je pěstována i dvouletá bulevnatá řepka – tuřín. Plodem řepky je 5 až 6 cm dlouhá šešule obsahující 15 až 20 semen. S největší pravděpodobností vznikla v oblasti středozemního genového centra mezidruhovým křížením brukve řepáku (*Brassica rapa*) a brukve zelné (*Brassica oleracea*) (Baranyk a kol., 2010).

Řepka je relativně mladou olejninou mírného pásma. Pěstuje se ve formě ozimé a jarní. K nárůstu ploch i produkce řepky dochází v Evropě až po roce 1970, kdy nastupují odrůdy řepky s minimálním obsahem kyseliny erukové a glukosinolátů. V České republice nastal rozmach pěstovaní řepky po roce 1990 a současně se dostavil ústup pěstování luskovin a jetelovin, který byl spojený s propadem chovu skotu i ostatních hospodářských zvířat. (Bečka a kol., 2007). Řepka je celosvětově druhou nejvýznamnější olejninou s přibližnou produkcí 55 miliónů tun semen ročně. Jejím největším producentem je Evropská unie s 19 mil. tun ročně (Baranyk a kol., 2010).

Řepkové semeno má mnoho využití. V současné době se zpracovává v potravinářství, krmivářství a oleochemickém průmyslu. Další stěžejní oblastí uplatnění řepkového semene je energetické využití, respektive zdroj obnovitelné energie (Baranyk a kol., 2010). Z hlediska lidské výživy je olej z řepky zvláště cenný nejnižším obsahem nasycených mastných kyselin ze všech jedlých rostlinných olejů spojeným se zastoupením kyseliny alfa-linolenové v příznivém poměru ke kyselině linolové, který není k dispozici u žádného jiného jedlého oleje. Je vhodný jak pro teplou tak i pro studenou kuchyni (Zehnálek, 2016).

Řepku je možno pěstovat od nížin až do nadmořských výšek kolem 700 metrů. Hlavní pěstitelská výměra je soustředěna v bramborářských a řepařských oblastech. Nejvyšší kvalitu, výnosy a jistotu produkce má v bramborářské oblasti. Nejvhodnější podmínky pro pěstování řepky jsou oblasti s průměrnými ročními teplotami 6,5 – 8,5 °C a s ročním srážkovým úhrnem 550 – 750 mm v nadmořské výšce 400 – 600 metrů. Vhodné jsou půdy lehké až střední, hlinitopísčité až hlinité (Bečka a kol., 2007).

Mezi závažné hmyzí škůdce řepky, proti kterým se aplikuje chemická ochrana se řadí blýskáček řepkový *Melighetes aeneus* (Fabricius, 1775), dřepčík olejkový *Psylliodes chrysocephala* (Linnaeus, 1758), krytonosec šešulový *Ceutorhynchus obstrictus* (Marsham, 1802),

krytonosec řepkový *Ceutorhynchus napi* Gyllenhal, 1837, krytonosec čtyřzubý *Ceutorhynchus pallidactylus* (Marsham, 1802), bejlomorka kapustová *Ceutorhynchus pallidactylus* (Marsham, 1802), pilatka řepková *Athalia rosae* (Linnaeus, 1758) a mšice zelná *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (SRS, 1999; Kazda a kol., 2008; Baranyk a kol., 2010). Dalšími živočichy škodící řepce jsou plži (Gastropoda) a hraboš polní *Microtus arvalis* (Pallas, 1778) (Baranyk a kol., 2010).

4 Materiál a metoda

Sledování a sběr síťového pavouka *Phylloneta impressa* probíhal v porostu ozimé řepky olejky v průběhu sezony 2016 na lokalitě Hroznětín. Vybraná lokalita se nachází v okrese Karlovy Vary na úpatí Krušných hor, v nadmořské výšce 533 metrů a zeměpisných souřadnicích N 50°18.692 E 012°51.402. Lokalita spadá do chladné klimatické oblasti (CH7) s průměrnou roční teplotou vzduchu 6 °C, kde srážkový úhrn ve vegetačním období činí 500 – 600 mm a v zimním období 350 – 400 mm.

Vybráno bylo stanoviště porostu řepky olejky podél vedlejší silnice, na které nebyla vysoká intenzita silničního provozu. Mezi samotným polem a silnicí se nacházel okrajový pás vegetace bylin a nižších i vyšších dřevin, který dosahoval šířky 4 až 5 metrů. Porost řepky byl v první polovině dubna ošetřen insekticidním přípravkem Nurelle D. Toto bylo zjištěno po konzultaci s agronomem zemědělského podniku vlastnícím pozemky na uvedené lokalitě.

4.1 Sledování fenologie síťového pavouka *P. impressa* v porostu ozimé řepky olejky

Sledování fenologie síťového pavouka *P. impressa* probíhalo v průběhu jarního a letního období sezóny 2016 v osmi intervalech, 20. 4., 10. 5., 25. 5., 14. 6., 26. 6., 9. 7., 25. 7. a 8. 8. První den sledování (20. 4.) začínala na vybrané lokalitě řepka olejka kvést a poslední den sledování (8. 8.) proběhla sklizeň řepky olejky. Vybráno bylo náhodně vždy 50 rostlin, na kterých byl sledován počet pavouků, pohlaví jedinců, výskyt kokonů a mláďat. Pozorování probíhalo uvedené dny na okraji pole a 3 až 4 metry od kraje do středu pole, v časovém rozmezí 40 až 60 minut.

4.2 Efekt přímého ošetření pavouků *P. impressa* přípravkem Nurelle D

Zkoumán byl účinek přímého ošetření insekticidem Nurelle D na mortalitu pavouků. Byly provedeny tři varianty ošetření pavouků přípravkem Nurelle D. Kontakt s insekticidem u pavouků bez sítě a pavouků, kteří byli chráněni sítí vytvořenou za období 4 a 14 dnů. Současně byla provedena kontrola, kdy byla kontrolní skupina pavouků vystavena ošetření vodou.

Pro experiment byli pavouci (N = 72) sbíráni ručně v porostu ozimé řepky olejky a vloženi individuálně do zkumavek o rozměru 1,5 x 10 cm, aby se zabránilo kanibalismu.

Před experimentem byly připraveny válcové arény z umělohmotných průhledných kelímků Krystal na nápoje o objemu 0,5 l a velikosti 13 x 9,5 cm. Dno kelímku bylo seříznuto o 4 cm, čímž vznikla aréna o velikosti 9 x 9,5 cm. Na dno arén byla použita skleněná miska,

na jejíž střed byla pomocí modelovací hmoty připevněna konstrukce z drátku, která sloužila pavoukům k uchycení a vytvoření sítě. Arény byly přikryty skleněnou miskou, aby se zabránilo úniku pavouků. Na každou arénu bylo napsáno číslo pokusu a pavouka.

Pavouci byli rozděleni do šesti skupin (N = 12). Dvě skupiny pavouků vystavených přímého ošetření se sítí a dvě kontrolní skupiny byly umístěny do připravených experimentálních arén. Do každé arény byl vložen jeden pavouk. Pavouci byli uchováváni v místnosti při teplotě 22 ± 1°C, v místě bez přímého slunečního záření, aby se zabránilo přehřátí pavouků. Vlhkost pavoukům byla zajišťována rozprašovačem s vodou. Jako potrava byla pavoukům podávána octomilka obecná *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 (nelétavá forma) z laboratorních chovů. Doba uchovávání pavouků byla 4 a 14 dnů, aby si mohli vytvořit síť. Skupina pavouků vystavená přímému ošetření bez sítě a kontrolní skupina byla umístěna do arén hodinu před aplikací insekticidu Nurelle D.

Experiment byl proveden na demonstračním a pokusném pozemku Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů (FAPPZ) na České zemědělské univerzitě v Praze (ČZU).

Ošetření insekticidem Nurelle D bylo provedeno ve venkovních prostorech přesným postřikovačem AVIKO 5. Použita byla tryska Lumark 01 E 80. Tlak byl nastaven na hodnotu 0,230 Mpa. Celkový objem postřikované kapaliny odpovídal dávce 250 l ha-1. Dávka byla regulována rychlostí pojezdu. Pojezdová rychlost dosahovala 4,75 km/hod.

Dávka použitého insekticidu pro každou aplikaci činila 0,5 ml Nurelle D na 250 ml vody. Byla přepočítána z dávky používané v praxi na pole s porostem řepky olejky, jež činí 0,6 l Nurelle D/ 300 l vody/ ha podle Agromanuál (2016).

Teplota vzduchu v době experimentu dosahovala 24 °C a relativní vzdušná vlhkost byla 74 %. Po aplikaci insekticidem byly arény s pavouky přemístěny do místnosti v areálu demonstračního a pokusného pozemku ČZU, ve které byla sledována mortalita pavouků po dobu 4 hodin. Teplota v místnosti v době experimentu dosahovala 22,7 °C a relativní vzdušná vlhkost byla 71 %.

4.3 Efekt čerstvých reziduí přípravku Nurelle D na mortalitu *P. impressa*

Zkoumán byl efekt čerstvých reziduí insekticidu Nurelle D na mortalitu pavouků. Doba působení insekticidu byla 5, 10, 12, 16, 25, 30 a 60 minut.

Pavouci (N = 80) byli sbíráni ručně v porostu řepky olejky a individuálně vloženi do zkumavek (1,5 x 10 cm). Pavouci byli rozděleni do osmi skupin (N = 10). Sedm skupin bylo ošetřených insekticidem a jedna kontrolní skupina byla ošetřena vodou. Bylo určeno pohlaví jedinců a změřena velikost těla.

Dávka insekticidu byla připravena poměrem 0,5 ml Nurelle D na 250 ml vody.

Pro uskutečnění experimentu byly připraveny skleněné zkumavky (1,5 x 6 cm), do kte-

rých byl vložen srolovaný filtrační papír (5 x 5 cm). Insekticid byl pomocí pipety dávkován do zkumavky po celém filtračním papíře v množství, které činilo 2 ml. Pavouk byl ihned vložen do zkumavky, která byla poté uzavřena prodyšným víčkem, aby se zabránilo útěku pavouka a byl tak zajištěn stálý kontakt s insekticidem. Po dobu působení insekticidu byla zkumavka postavena do svislé polohy. Po uplynutí experimentální doby (tj. 5, 10, 12, 16, 25, 30 a 60 minut) byl pavouk přemístěni do čisté zkumavky (1,5 x 6 cm). Zkumavka byla uzavřena prodyšným víčkem. Kontrolní skupina pavouků byla ošetřena vodou. Zkumavky byly popsány číslem pokusu a pavouka. Mortalita pavouků byla sledována 2 hodiny, a poté v intervalu 24 hodin po dobu 10 dnů.

4.4 Efekt starších reziduí na mortalitu *P. impressa*

Zkoumán efekt reziduí insekticidu Nurelle D na mortalitu pavouků. Stáří reziduí přípravku bylo 2, 3, 4, 8 a 14 dní.

Pavouci (N = 60) byli sbíráni ručně v porostu řepky olejky a individuálně vloženi do zkumavek (1,5 x 10 cm). Ve zkumavkách byli pavouci uchováváni, dokud nebyli umístěni do arén. Pavouci byli kmeni *D. melanogaster* (nelétavá forma) z laboratorních chovů a vlhčeni byli pomocí rozprašovače s vodou.

Pokusné arény byly připraveny stejným způsobem jako v experimentu přímého ošetření přípravkem Nurelle D. Prázdné arény byly ošetřeny přípravkem Nurelle D přesným postřikovačem AVIKO 5.

Pavouci byli rozděleni do pěti skupin (N = 12) a umístěni do arén v intervalu 2, 3, 4, 8 a 14 dní. Před vložením do arény byli pavouci vlhčeni vodou pomocí rozprašovače. Do každé arény byl vložen jeden pavouk. Mortalita pavouků byla sledována 2 hodiny, a poté v intervalu 24 hodin po dobu 6 dnů.

4.5 Efekt pozření 7 – 8 denních reziduí přípravku Nurelle D

Odchycení pavouci (N = 24) v porostu řepky olejky byli rozděleni do dvou skupin (N = 12) a vloženi do arén ošetřených přípravkem Nurelle D v intervalu 7 a 8 dní. Skupina pavouků, u které byl zkoumán efekt pozření 7 denních reziduí přípravku Nurelle D, nebyla v chovných nádobách před vložením do arén rosena vodou pomocí rozprašovače. Pavouci byli roseni až po vložení do pokusných arén. Následně pavouci pozřeli kapky vody z povrchu s rezidui. Kontrolní skupina pavouků byla rosena před vložením do arén s residui (8 denní), takže pavouci už nepozřeli kapky vody na povrchu s 8 denními rezidui přípravku Nurelle D. Mortalita pavouků byla sledována 2 hodiny, a poté v intervalu 24 hodin po dobu 4 dnů.

4.6 Efekt velikosti těla pavouka na mortalitu

Každý studovaný jedinec byl změřen. Délka těla pavouka byla měřena od přední části hlavohrudi (prosoma) po zadní část zadečku (opisthosoma). K měření délky těla byl použit milimetrový papír s mřížkami (nejmenší hodnota měřené délky byla 0,5 mm).

Pro vyjádření vztahu velikosti těla pavouka a doby přežívání byly použity údaje ze dvou experimentálních skupin ošetřených čerstvými rezidui přípravku Nurelle D, které činilo 30 a 60 minut. Údaje z ostatních experimentálních skupin nejsou prezentovány z důvodu nesignifikantnosti.

4.7 Statistické vyhodnocení

Statistické vyhodnocení bylo provedeno softwarem GraphPadInStat. Grafy byly vytvořeny v programu Microsoft Excel.

Pro zjištění efektu přímého ošetření pavouků insekticidem Nurelle D byl použit Kruskal-Wallisův test, který se používá k porovnávání dvou nebo více vzorků.

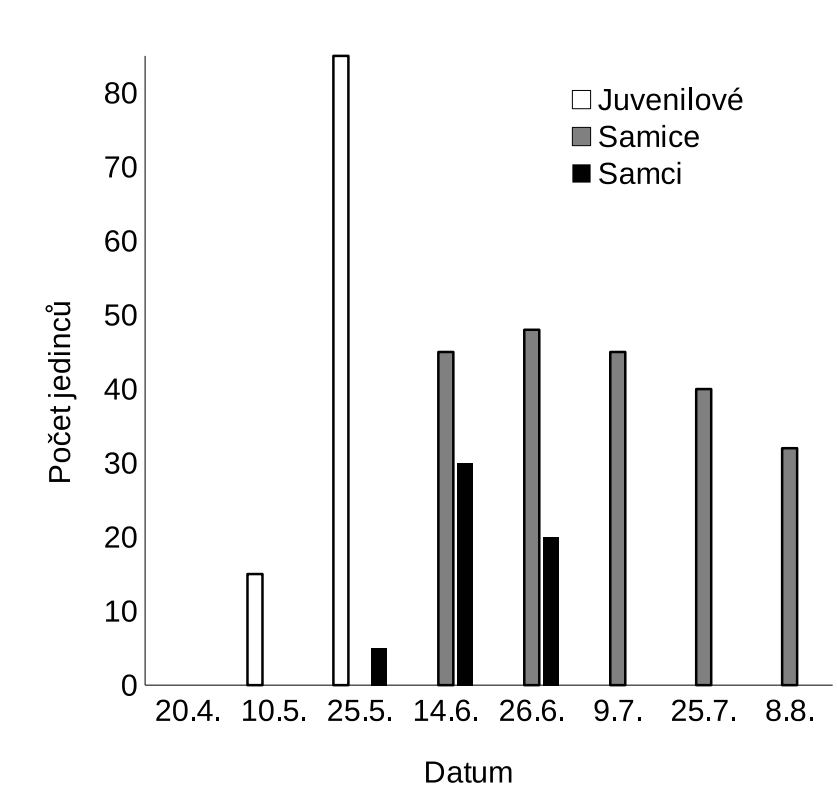
Pro zjištění efektu starších reziduí insekticidu Nurelle D byl použit Pearsonův korelační koeficient, který měří sílu lineární závislosti mezi dvěma veličinami.

Pro zjištění efektu čerstvých reziduí byl použit Pearsonův korelační koeficient a chí-kvadrát test, který je statistickou neparametrickou metodou používající se k zjištění, zda mezi dvěma znaky existuje prokazatelný výrazný vztah.

5 Výsledky

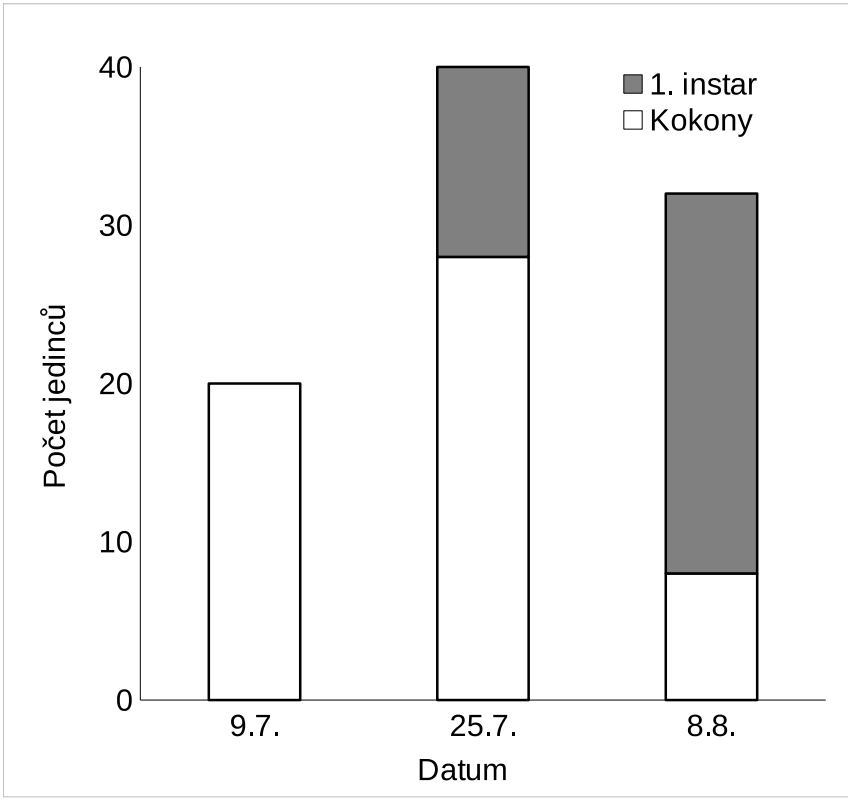
5.1 Fenologie pavouka *P. impressa*

V brzkém jarním období se v porostu řepky nevyskytoval žádný pavouk. Začátkem května bylo pozorováno malé množství juvenilních jedinců. Koncem května dospívali první samci. V červnu byli zjištěni pouze subadultní a dospělí jedinci. V polovině června činil poměr pohlaví jedinců 60 % samice a 40 % samci. Ke konci června už byl poměr pohlaví jedinců 70,6 % samic a 29,4 % samců (Obr.4).



Obrázek 4: Výskyt jedinců pavouka *P. impressa* v porostu řepky olejky v průběhu sezóny 2016

V období července a srpna už nebyli nalezeni samci, ale pouze samice, které v tomto období (9. 7.) střežily kokony se snůškou vajíček. V následujícím období (25. 7., 8. 8.) byly pozorovány i samice s vylíhnutým potomstvem (Obr. 5).

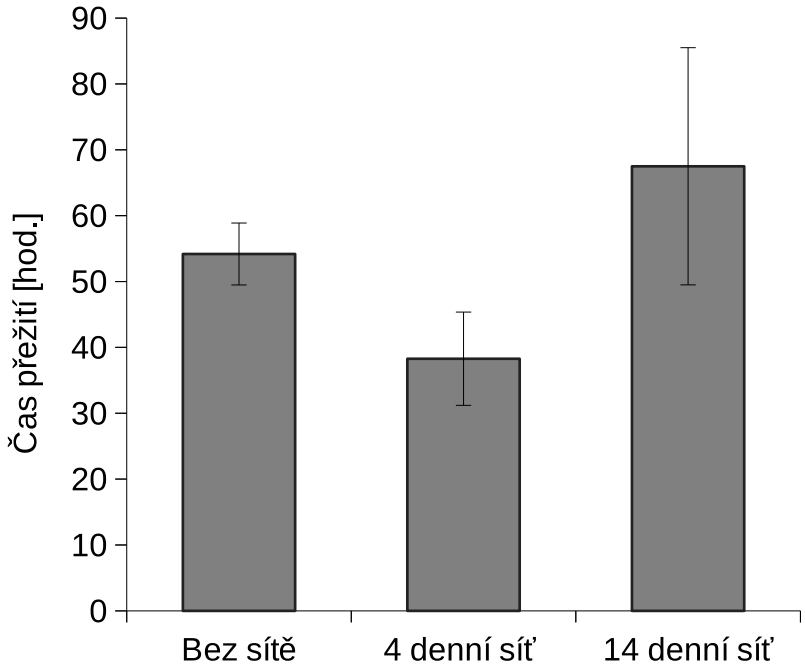


Obrázek 5: Počet samic *P. impressa* s kokony a s potomky v porostu řepky olejky v průběhu sezony 2016

5.2 Efekt přímého ošetření pavouků *P. impressa* přípravkem Nurelle D

V jarním období sezóny 2016 byli v porostu řepky olejky nasbíráni jedinci pavouka *P. impressa* (N = 250) pro experimentální pokusy.

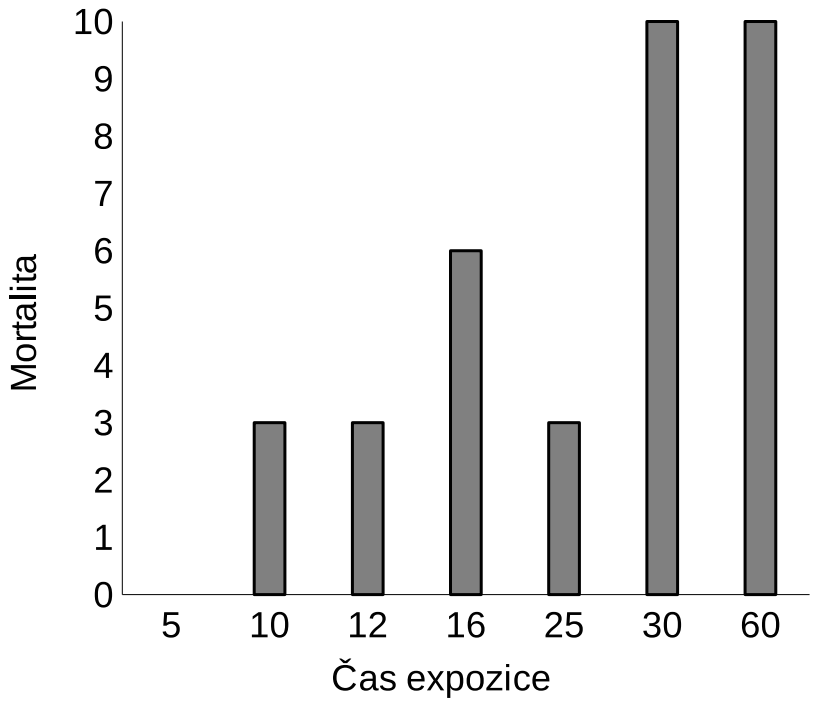
Přímé ošetření pavouků přípravkem Nurelle D způsobilo 100% mortalitu u všech třech testovaných skupin (N = 36). Všichni pavouci z kontrolní skupiny, kteří byli ošetřeni vodou, přežili (N = 36). Pavouci bez sítě, pavouci se 4 denní sítí a pavouci se 14 denní sítí byli ošetřením usmrceni v průměrném časovém intervale 54,18 min. (SE = 4,70), 38,27 min. (SE = 7,08) a 67,5 min. (SE = 18,98) (Obr. 6). Nezjistili jsme žádnou ochrannou funkci pavoučí sítě proti účinkům přípravku Nurelle D. Doba přežívání mezi ošetřenými skupinami se nelišila (KW = 4,093, p = 0,129).



Obrázek 6: Doba přežívání pavouků bez sítě, se 4 denní sítí a se 14 denní sítí

5.3 Efekt čerstvých reziduí přípravku Nurelle D na mortalitu *P. impressa*

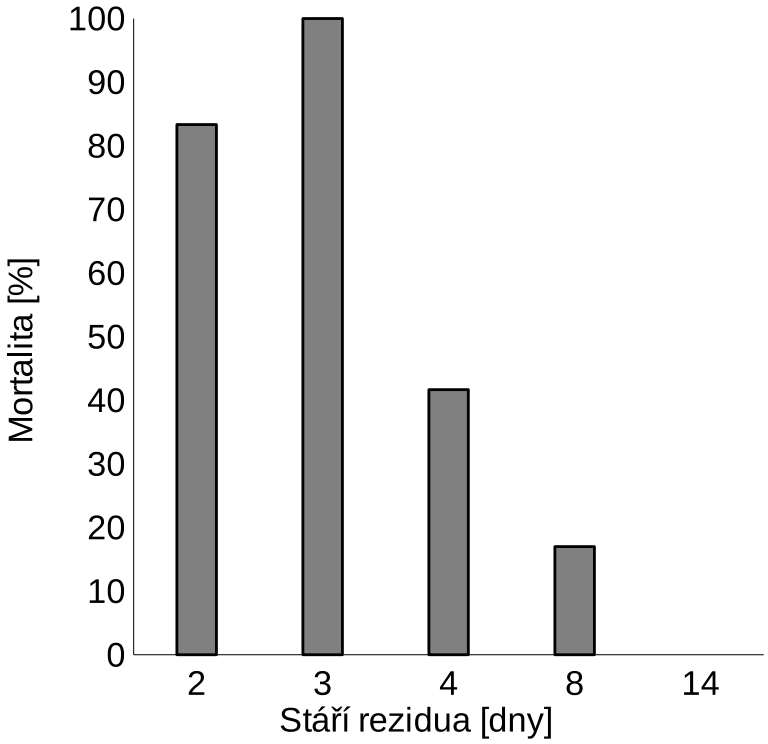
Mortalita pavouků se zvyšovala s dobou expozice čerstvými rezidui přípravku Nurelle D. Všichni pavouci vystavení čerstvým reziduím po dobu 5 minut přežili po dobu desetidenního pozorování. Expozice 30 a 60 minut způsobila 100% úmrtí pavouků (Obr. 7). Mezi dobou expozice a dobou přežití nebyla zjištěna korelace r = - 0,245 (p = 0,15).



Obrázek 7: Doba expozice přípravku Nurelle D a počet mrtvých pavouků *P. impressa*

5.4 Efekt starších reziduí na mortalitu *P. impressa*

Při testování efektu starších reziduí (2 - 14 dní) přípravku Nurelle D jsme zjistili klesající mortalitu s narůstajícím stářím rezidua (Obr. 8). Přežití pavouků po daném ošetření narůstalo se stářím rezidua r = 0,649 (N = 30, p = 0,0001).



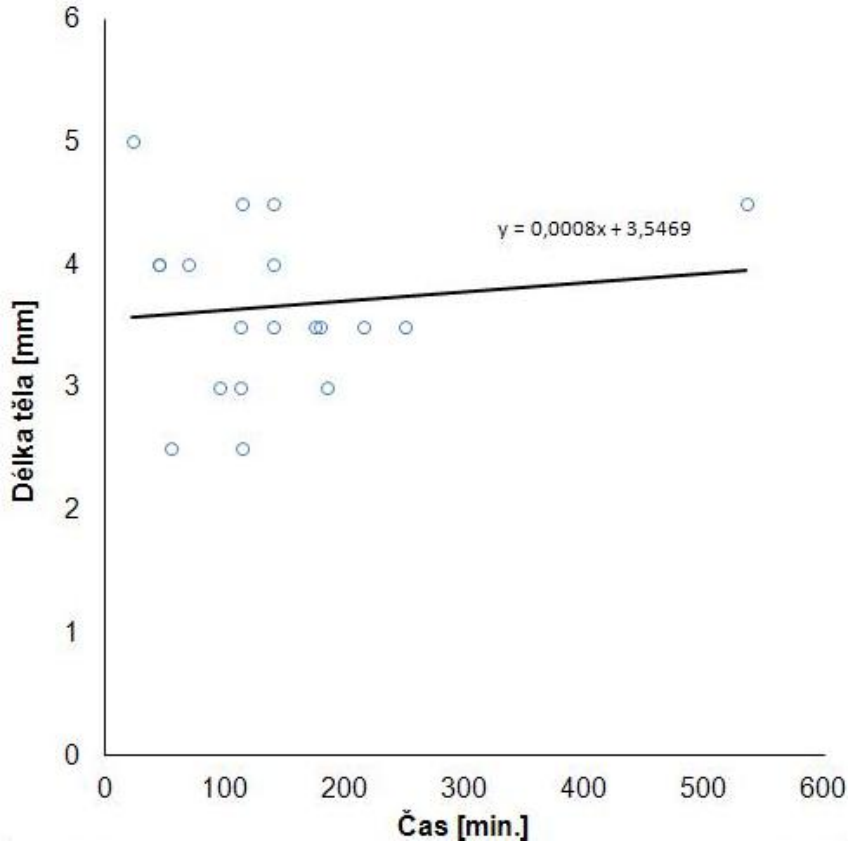
Obrázek 8: Efekt starších reziduí na *P. impressa*

5.5 Efekt pozření 7 - 8 denních reziduí přípravku Nurelle D

Zjistili jsme 100% (N = 12) mortalitu pavouků v intervalu 2 hodin, kteří se napili vody kontaminované rezidui. Mortalita pavouků, kteří se napili vody před vložením do přípravkem ošetřené arény, byla 17% (N = 2), a to v průměrném časovém intervale 96 hodin.

5.6 Efekt velikosti těla pavouka na mortalitu

Čas přežívání u experimentálních skupin s 30 a 60 minutovým ošetřením čerstvými rezidui mírně vzrostl s velikostí těla pavouka, ale přesto neměl signifikantní vliv na přežívání. (Obr. 9).



Obrázek 9: Efekt velikosti těla pavouka na mortalitu

6 Diskuse

6.1 Fenologie pavouka *P. impressa* v porostu ozimé řepky olejky

Na vybrané lokalitě se začali objevovat v malém počtu juvenilní pavouci *P. imressa* po rozkvětu řepky olejky. Koncem května hustota pavouků výrazně vzrostla a bylo zaznamenáno už několik dospělých samců. Podle Schröder et al. (1999) juvenilní pavouci *P. impressa* v zemědělských oblastech hibernují na neobhospodařovaných místech v blízkosti polí, které nejsou zatížené agrotechnickými zásahy. Na začátku sezony je hustota pavouků nízká, ale postupně rychle roste. Pro pavouky je patrně vhodnější přezimovat na stanovištích mimo ornou půdu, protože se na těchto biotopech během zimního a jarního období vyskytují ve vysoké hustotě (Pfiffner et Luka, 2000; Öberg et al., 2008) a do polí se pavouci rozptýlí buď chůzí po zemi, nebo vzduchem pomocí pavučinového vlákna (ballooning) (Marc et al., 1999). Nález několika samců a jejich rozeznání na konci května je důsledkem toho, že samci dospívají dříve než samice. Samci pavouků jsou zpravidla menší než samice, probíhá u nich méně nymfálních instarů, takže k dosažení dospělosti obvykle potřebují méně svleků. Po posledním svlékaní mají samci viditelný sekundární kopulační orgán na koncích pedipalpů, který má tvar rozšířeného váčkovitého útvaru (bulbus) (Foelix, 2011; Kůrka a kol., 2015), proto bylo možné určit, že jde o dospělé samce.

V průběhu června se na sledovaném místě vyskytovali subadultní a adultní jedinci. Hustota pavouků byla jen o něco málo menší než koncem května. V polovině června byl poměr pohlaví téměř vyrovnaný, ale koncem června v porostu převládaly samice. Bylo zpozorováno, že v polovině června už se někteří samci zdržují poblíž samičích sítí, což může být důvodem snížení počtu samců na konci června.

Samci na rozdíl od samic většinou po posledním svlékání opouštějí své sítě, přestávají lovit kořist a vydávají se hledat samice. Brzy po páření většina samců umírá. Vzhledem k tomu, že jsou samci obvykle menší než samice a často jim hrozí ze strany samic sexuální kanibalismus, vyvinulo se u nich specifické chování před pářením (epigamní chování). Samec ukazuje samici, že se jedná o příslušníka stejného druhu, předvádí ji své kvality a snaží se ji přesvědčit, že přichází ideální partner, se kterým by měla zplodit potomky (Foelix, 2011). Po dosažení dospělosti samci *P. impressa* vyhledávají nedospělé samice a zdržují se v blízkosti samičích sítí, hlídají je a čekají až dospějí, aby byli první kdo se s nimi spáří. Využívání této strategie může být z důvodu vyhnutí se sexuálnímu kanibalismu, protože se samice po posledním svlékání nemůže tolik bránit (Kůrka a kol., 2015). Samice je v průběhu svlékání málo pohyblivá, její tělo je měkké a nekryté pevnou kutikulou (Foelix, 2011; Kůrka a kol., 2015).

V dalším období, od července do srpna nastal pokles hustoty dospělých pavouků. Důvodem bylo úmrtí samců, protože v porostu řepky už byly nalezeny pouze samice. Také ve studiích Schröder et al. (1999) zkoumající hustotu *P. impressa* v řepě cukrové a Pekára

(2005) zkoumající hustotu *P. impressa* v porostu slunečnice byl zjištěn pokles početnosti pavouků. Blick et al. (2006) ve své práci o ekologii a distribuci pavouka *Theridion palmgreni* Marusik & Tsellarius, 1986 uvádějí, že samci se vyskytují převážně jen během června, zatímco samice od června až do podzimu. Stejné výsledky uvedla na svých webových stránkách Česká arachnologická společnost (2017). Z mapování výskytu *P. impressa* na různých stanovištích v celé České republice je patrné, že výskyt samců v průběhu července výrazně klesá.

V červenci se na vybrané lokalitě nacházely už jen dospělé samice, z nichž téměř polovina měla v hnízdě jeden zelenomodrý kokon. Samice buď seděly na kokonu, nebo se zdržovaly v jeho bezprostřední blízkosti. Jak uvádí Knoflach et Pfaller (2004) většina evropských druhů pavouků čeledi Theridiidae obvykle střeží kokon, dokud se nevylíhnou mláďata. Podle Pekára (2000) se průměrný počet vajíček v jednom kokonu *P. impressa* pohybuje kolem 92. Počet vyprodukovaných kokonů a vajíček se u samic Theridiidae značně liší. Zpravidla po jednom kokonu mají samice rodu *Theridion* Walckenaer, 1805. 2 – 20 kokonů mívají samice rodu *Achaearanea* Strand, 1929. Samice jedovatých snovaček rodu *Latrodectus* Walckenaer, 1805 produkují dokonce až 30 kokonů s průměrným počtem 2000 – 4000 vajíček (Knoflach et Pfaller, 2004). Vytvoření jednoho kokonu s malým počtem vajíček u samic *P. impressa* zřejmě souvisí s následnou mateřskou péčí o vylíhnuté potomstvo.

Koncem července a začátkem srpna už bylo zpozorováno několik samic, kolem kterých byla na pavučině rozlezlá vylíhnutá mláďata. Zatímco koncem července v porostu řepky převládaly samice s kokony, začátkem srpna převládaly samice s potomky. Aktivní péče o potomky zahrnující krmení mláďat se vyskytuje jen u malého počtu druhů pavouků, především u některých Theridiidae, Agelenidae, Eresidae, (stepníkovití), Eutichuridae (zápřednicovití), Amaurobiidae (cedivkovití) a Thomisidae (Foelix, 2011; Kůrka a kol., 2015).

Mláďata některých druhů pavouků z čeledi Theridiidae zůstávají několik týdnu v mateřské síti, kde se se s nimi samice dělí o ulovenou kořist. Tento typ mateřské péče je popsán například u snovačky malované *Theridion pictum* (Walckenaer, 1802), snovačky nádvorní *Kochiura aulica* (C. L. Koch, 1838), *C. riparia*, *P. impressa* a *P. sisyphia* (Knoflach et Pfaller, 2004). Samice používá ke komunikaci s potomky specifické signály. Pokud vlákny sítě chvěje jemně, znamená to, že mají přispěchat ke krmení. Když chce matka naopak potomky varovat před nebezpečím, škube vlákny rychleji (Foelix, 2011). Podle Gonzaga et Leiner (2013) se samice *Helvibis longicauda* Keyserling, 1891 o potomky starají, dokud neprojdou několika instary. Během této doby samice velmi agresivně brání hnízdo, což zvyšuje šance na přežití mláďat. Účinná mateřská ochrana a prodloužená péče, kdy matka potomkům poskytuje potravu, přispívá k pozdějšímu rozptýlení potomků do doby, kdy už budou schopni si lépe obstarat potravu. Malí pavoučci jsou vystaveni vysokému riziku predace a pokud u nich dojde k více svlekům v době, kdy se zdržují u matky v

hnízdě, bude jejich přežití posíleno (Toyama, 1999). K podobným závěrům došli i například Ruttan (1990), Evans (1998), Yip et Rayor (2014).

Samice *P. impressa* a *P. sisyphia* krmí mláďata v prvních dnech po vylíhnutí vyvrhnutou stravou z úst do úst, která se skládá ze směsi natrávené potravy a střevních buněk. Během dalších dnů se mláďata navíc živí i chycenou kořistí. Přibývají tak rychleji na váze a po jednom týdnu jsou připraveni k prvnímu svlékání, po kterém je matka přestává krmit z úst do úst. Po té jim předkládá ulovenou kořist (Foelix, 2011). Dalšími pavoučími matkami, u kterých se vyvinula takováto dokonalá péče o potomky jsou například samice rodu *Stegodyphus* Simon, 1873 (Salomon et al., 2011).

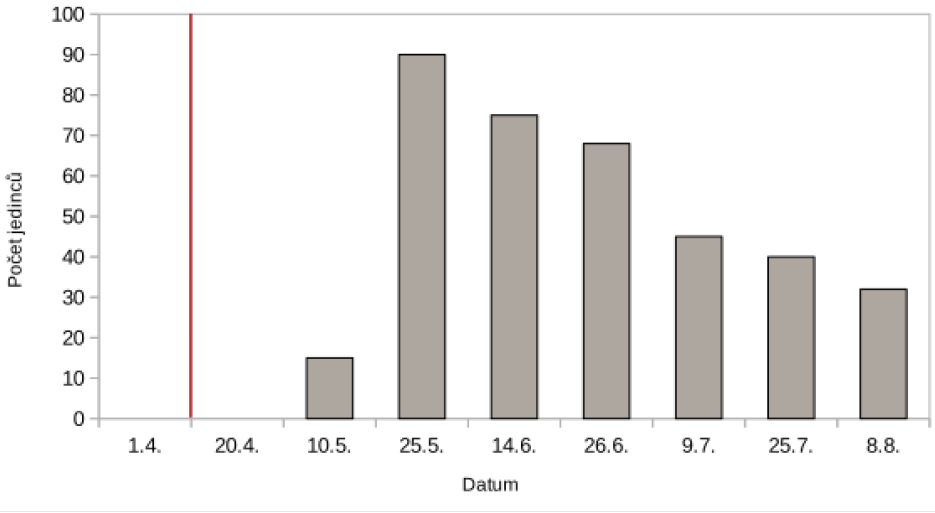
Nakonec samice *P. impressa* poslouží svým potomkům jako poslední společná potrava (Knoflach et Pfaller, 2004), což mohl být jeden z důvodů, proč byla některá hnízda samic nalezena koncem července a začátkem srpna zcela prázdná, nebo zde byla mláďata bez matky. Dalším důvodem může být napadení predátory. Tato extrémní forma mateřské péče se nazývá matrifágie a byla pozorována i u několika dalších druhů pavouků. Příkladem může být zápřednice japonská *Cheiracanthium japonicum* Bösenberg & Strand, 1906 (Toyama, 1999), cedivka domovní *Amaurobius ferox* (Walckenaer, 1830) (Kim et Horel, 1998) a stepník čárový *Stegodyphus lineatus* (Latreille, 1817) (Schneider et Lubin, 1997). Kim et al. (2000) zjistili, že matrifágie měla za následek 2,5 násobné zvýšení tělesné hmotnosti potomků na rozdíl od pavoučků, kteří byli matce odebráni a krmeni běžnou kořistí. Matrifágie měla také vliv na větší úspěch potomků v lovu větší kořisti a vyšší míru přežití po rozptýlení.

Grinsted et al. (2012) odhaduje, že mláďata snovačky *Chikunia nigra* (O. Pickard-Cambridge, 1880) zůstávají s matkou ve společné síti do dosažení 4. instaru. Poté společné hnízdo opouštějí a rozptylují se do okolí. K podobnému pozorování došel i Toyama (1999) u mláďat pavouka *Ch. japonicum*, kteří se rozptylují po 3. instaru. Potomci *P. impressa* by mohli zřejmě zůstávat ve společné síti s matkou podobně dlouhou dobu.

Podle Habrové (2013) jsou pavouci *P. impressa* dominantním druhem, který se vyskytuje v porostu řepky olejky v České republice. Jejich zastoupení je 68 % ze všech druhů pavouků. Průměrná abundance *P. impressa* na rostlinu byla 2,05 jedinců, což je 508 400 jedinců na 1 ha. Početnost nové generace může být až 46 772 800 pavouků na 1 ha, když budeme brát v potaz, že jedna samice vyprodukuje průměrně 92 vajíček.

Phylloneta impressa se může považovat za agrobiontní druh pavouka. Během vegetačního období řepky olejky jedinci dosáhnou dospělosti a reprodukce. Někteří potomci mohou v síti matek projít potřebným množstvím instarů, kdy už budou schopni sami lovit a rozptýlit se. Řadí se tak mezi dominantní druhy pavouků v agroekosystémech, kde dosahuje vysoké četnosti. Na sledované lokalitě byla řepka olejka ošetřena přípravkem Nurelle D v první polovině dubna (Obr.10). První pavouci do pole migrovali začátkem května, a tím se vyhnuli jak přímé aplikaci insekticidu, tak i několikadenním reziduím insekticidu, které pro ně představují velký letální efekt. Reziduím insekticidu se pavouci

P. impressa mohou vyhnout i tím, že ihned po osídlení porostu řepky si předou síť, na které zůstávají zavěšeni, a nepřichází tak do styku s ošetřenými povrchy rostlin.



Obrázek 10: Výskyt jedinců *P. impressa* v porostu řepky s vyznačením doby aplikace Nurelle D (červená čára)

6.2 Efekt přímého ošetření pavouků *P. impressa* přípravkem Nurelle D

Pyrethroidy a organofosfáty způsobují vysokou mortalitu pavouka *P. impressa*, hlavně kombinace účinných látek cypermethrinu a chlorpyrifosu, které jsou obsaženy v přípravku Nurelle D (Pekár, 2002).

V našem experimentu insekticidní přípravek Nurelle D způsobil 100% mortalitu u všech skupin pavouků, kteří byli vystaveni přímému ošetření. Podle Pekára (1999b) pavoukům *P. impressa* a cedivečce plotové *Dictyna uncinata* Thorell, 1856 jejich trojrozměrná hustá síť poskytuje účinnou ochranu proti působení přímého ošetření neselektivního insekticidu permethrinu ze skupiny pyrethroidů, takže můžou nejen přežít, ale stát se hojnými druhy v agroekosystémech a vytvořit tak silný predační tlak na hmyzí škůdce. Ve své studii zjistil, že mortalita pavouků se sítí se po aplikaci permethrinu snížila ve srovnání s pavouky, kteří byli vystaveni aplikaci bez sítě. Vysoká mortalita po aplikaci permethrinu byla zaznamenána u pavouků lovící svou kořist aktivně bez sítě zápředníka trávního *Clubiona neglecta* O. P.-Cambridge, 1862, listovníka obecného *Philodromus cespitum* (Walckenaer, 1802) a *P. agrestis*. Před účinky permethrinu neochránila síť ani křižáka dubového *Araniella opisthographa* (Kulczyński, 1905), která je dvourozměrná a řídká (Pekár, 1999b).

V našem experimentu pavoukům jejich síť ochranu neposkytla. Pavouci byli chováni v laboratorních podmínkách a síť si měli možnost vybudovat během čtyř a čtrnácti dnů. Pekár (1999b) pro svůj experiment sbíral pavouky i s rostlinami, na kterých měli upředené pevné sítě, což může být důvodem rozdílných výsledků. Objem pavučin se zvětšuje

s vývojem pavouků (Pekár, 2000). Navíc v přirozených podmínkách si *P. impressa* v síti vytvoří zvonovitý úkryt maskovaný kousky detritu (Kůrka a kol., 2015), jenž by mohl poskytovat lepší ochranu proti přímému ošetření pesticidů, protože kapky pesticidů ulpívají na vnější straně sítě (Pekár, 2012) .

Tanaka et al. (2000) ve své studii, kde zjišťovali vliv devíti insekticidů na čtyři druhy pavouků lovících škůdce v rýžových plantážích, také uvádějí, že syntetické pyrethroidy a organofosfáty mají na pavouky letální dopad. Například *Tetragnatha maxillosa* Thorell, 1895 byl oproti ostatním pavoukům náchylnější na sedm přípravků, hlavně na organofosfát diazinon. *Pardosa pseudoannulata* (Bösenberg & Strand, 1906) byl vnímavější na účinek organofosfátu phenthoatu a karbamátu karbarylu. Pyrethroid deltamethrin měl ničivý dopad na populaci pavouků v rýžovém poli a vyvolal obnovu populace škůdce *Nilaparvata lugens* (Stål, 1854). Phenthoat snížil hojnost *P. pseudoannulata* a pyrethroid etofenprox snížil hojnost *T. maxillosa*.

Bylo zjištěno, že pokud je slíďák mokřadní *Pardosa amentata* (Clerck, 1757) vystaven účinku cypermethrinu, snižuje se u něj schopnost lovu kořisti s následnou zvýšenou mortalitou (Shaw et al., 2006). I u plachetnatky kotvovité *Tenuiphantes tenuis* (Blackwall, 1852) má aplikace cypermethrinu vliv na snížení pohybové aktivity, snovací činnost a mortalitu (Shaw et al., 2005). V další studii zabývající se účinkem cypermethrinu Pérez-Guerrero et al. (2014) uvádějí, že uvedený přípravek, který je jediným neselektivním pesticidem povoleným ve španělském ekosystému Dehesa (druh agrolesnictví), způsobil 90% mortalitu pavouků z rodu listovníků *Philodromus buxi* Simon, 1884, který je nejhojnějším pavoukem vyskytující se v korunách stromů jižního Španělska. Dále uvedli, že biopesticid bakterie *Bacillus thuringiensis* Berliner 1915 produkující insekticidní cry-toxiny nezpůsobil žádnou mortalitu pavouků. Ani pro *P. impressa* není toxický insekticidní protein Cry3Bb1 *B. thuringiensis*, který je obsažen v geneticky modifikované kukuřici proti škůdci bázlivci kukuřičnému *Diabrotica virgifera* Le Conte, 1858, protože nejsou žádné rozdíly v úmrtnosti, zvyšování hmotnosti a v produkci potomstva u pavouků krmených kořistí obsahující Cry3Bb1 protein a pavouků krmených kořistí bez Cry3Bb1 proteinu (Meissle et Romeis, 2009; Meissle et Romeis, 2012).

Organofosfáty a pyrethroidy mají letální dopad i na jiné necílové členovce, kteří jsou důležitými predátory agroekosystémů, jak uvádějí ve své studii Fernandes et al. (2016). Zjišťovali účinky insekticidních přípravků na sluníčko *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763), hladěnku *Orius insidiosus* (Say, 1832) a páteříčka *Chauliognathus flavipes* Fabricius 1781. Organofosfáty - chlorpyrifos, acefát a pyrethroidy - bifenthrin, deltamethrin způsobili až 100% úbytek populace v den aplikace. K nárůstu populace došlo až za 21 dní po aplikaci insekticidů.

6.3 Efekt čerstvých reziduí přípravku Nurelle D na mortalitu *P. impressa*

Všichni pavouci, kteří byli vystaveni účinkům čerstvých reziduí insekticidního přípravku Nurelle D po dobu 5 minut, přežili. Třem pavoukům způsobilo mortalitu vystavení působení čerstvých reziduí po dobu 10 a 25 minut. Mortalitu šesti pavoukům způsobilo vystavení působení čerstvých reziduí po dobu 16 minut a 100% mortalitu pavoukům způsobilo vystavení čerstvých reziduí po dobu 30 a 60 minut. S dobou expozice se mortalita pavouků zvyšovala. Nicméně u 5. experimentální skupiny s dobou expozice 25 minut mortalita pavouků o něco klesla, což může být vysvětleno různými okolnostmi.

Marc et al. (1999) ve své studii popisují různé faktory, které ovlivňují účinky pesticidů na pavouky, jako jsou druhy účinných látek, typ půdy a vlhkost, teplota, denní doba aplikace, mikrobiotop a chování pavouka. Což jsou z velké části vlivy působící v přirozených podmínkách. Podle Pekára (2012) citlivost pavouků k pesticidům rovněž ovlivňuje druh, velikost, pohlaví, vývojové stádium, nasycení a odolnost pavouka. Například Hof et al. (1995) testovali vliv pyrethroidu Lambda-cyhalothrinu na *P. amentata*. Zjistili, že mortalita samců a adultních jedinců byla vyšší, než mortalita samic a juvenilních jedinců. Vyšší mortalitu po aplikaci dimethoátu vykazovali slíďáci lužní *Pardosa prativaga* (L. Koch, 1870), kteří byli vyhladovělí než ti, kteří byli nasycení (Pedersen et al., 2002).

Pekár a Haddad (2005) ve svém výzkumu zjišťovali u šesti druhů pavouků – zápředníka keřového *Clubiona pallidula* (Clerck, 1757), slíďáka lučního *Pardosa palustris* (Linnaeus, 1758), běžníka obecného *Xysticus cristatus* (Clerck, 1757), *P. cespitum*, *D. uncinata* a *P. impressa*, jestli jsou schopni vyhnout se povrchu s rezidui pesticidů. Ve své studii uvádějí, že čerstvé reziduum permethrinu způsobilo vysokou úmrtnost u všech druhů mimo pavouků *P. impressa*, u kterých byla mortalita jen 3,3 %. Pavouci bývají zpravidla zavěšeni na pavučinových vláknech hřbetem dolů. V petriho misce pavouci *P. impressa* produkovali několik vláken, které jim umožnili vyhnout se kontaminovanému povrchu.

V našem experimentu realizovaném v laboratorních podmínkách, mohlo mít u výše zmiňované 5. experimentální skupiny vliv na účinek přípravku chování pavouka, a to vyhnutí se kontaktu s insekticidem, protože přeživší i zemřelí jedinci byli samičího pohlaví a měli jak menší, tak větší velikost těla.

6.4 Efekt starších reziduí na mortalitu *P. impressa*

S narůstajícím stářím reziduí insekticidu Nurelle D klesala mortalita pavouků. Nejvyšší mortalitu jsme zaznamenali u 2 a 3 dny starých reziduí, a to 86 % a 100 %. Většina pavouků zemřela během 24 hodin. U reziduí starých 4 a 8 dní byla mortalita pavouků 42 % a 17 %. Všichni pavouci přežili rezidua stará 14 dní.

Studií, které se zabývají účinky starších reziduí na pavouky je velmi málo. Pekár a

Beneš (2008) ve své studii uvádějí, že 20 denní rezidua Nurelle D byly pro pavouky *P. impressa* stejně toxické jako čerstvě aplikovaný přípravek a způsobily prakticky 100% mortalitu. V experimentu pavouky vkládali do zkumavek s filtračním papírem, který byl napuštěn insekticidem a po určitou dobu sušen. Pavoukům bylo znemožňováno příst pavučinu, aby byli v neustálém kontaktu s rezidui insekticidu. V našem experimentu byli pavouci vloženi do arén s konstrukcí, kde měli možnost pohybu a vytvořit si síť.

Z experimentální skupiny, na které byl testován efekt pozření 7 denních reziduí, kdy byli pavouci vlhčeni vodou až po vložení do arén ošetřených insekticidem, nepřežil žádný pavouk. Důvodem 100% mortality pavouků může být pravděpodobně zvlhčení rezidua přípravku Nurelle D. Podle Everst et al. (1991) doba, po kterou trvá biologická dostupnost pesticidů, je ovlivněna adsorpcí, desorpcí, degradací, vyluhováním a odpařováním účinné látky. Tyto procesy jsou ovlivněny fyzickými podmínkami v životním prostředí. Vyšší toxicitu pozorovali na velmi mokrém nebo velmi suchém povrchu. Mansour et al. (1992) zjistili, že 8 dní stará rezidua pyrethroidu fenvalerátu byla toxičtější pro pavouky rodu *Pardosa* ssp., než pro pavouky rodu *Erigone* ssp. Přípravek vykazoval vyšší toxicitu na navlhčeném písku, než na filtračním papíře. V další studii Heimbach et al. (1992) zjišťovali účinek reziduí pesticidů na střevlíčka *Poecilus* Bonelli, 1810 a pavouky rodu *Pardosa* ssp. Mortalita pavouků po 14 dnech byla 17 – 58 %. Nejvíce toxický účinek reziduí byl na hlinitém a křemičitém písku, nejmenší toxický účinek byl na bahnité hlíně. Řezáč et al. (2010) uvádějí 90% mortalitu u pavouka *P. cespitum* vystaveného 30 minutovým reziduím deltamethrinu.

Více studií se zabývá účinky reziduí pesticidů na škůdce a ostatní dravé členovce. Například Zacharda a Hluchý (1991) zjišťovali reziduální účinnost 16 pesticidů na dravého roztoče *Typhlodromus pyri* Scheuten, 1857, využívaného v sadech a vinicích k ochraně proti svilušce ovocné *Panonychus ulmi* (C.L. Koch, 1836). Nejvíce toxické a s delšími reziduálními účinky byly pesticidy ze skupiny organofosfátů a pyrethroidů. Barcic et al. (2006) ve své studii uvádějí, že kombinace přírodních insekticidů spinosadu, neem, pyrethrinu a Bt-toxinu i v malých dávkách vede k vysokému stupni účinku s reziduální aktivitou až 21 dní proti škůdci brambor mandelince bramborové *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824). Uzzim et al. (2015) uvádějí, že pyrethroidní přípravek bifenthrin měl dlouhodobý toxický reziduální účinek na savenku Bakerovu *Amblyseius barkeri* (Hughes, 1948), která se využívá jako biologický regulátor škůdců, a to až 21 dní. Rezidua pyrethroidního přípravku dimethoátu způsobovala mortalitu *A. barkeri* ještě po 14 dnech. Van de Veire et al. (2002) ve své práci předkládají výsledky účinků residuí 22 pesticidů na larvy hladěnky *Orius laevigatus* (Fieber, 1860), která se jako významný predátor třásněnek, mšic a svilušek využívá k biologické ochraně komerčních plodin. Zjistili, že nejdelší toxický účinek (až 21 dní) s vysokou mortalitou (až 100 %) měl pyrethroidní insekticid bifenthrin.

6.5 Efekt velikosti těla pavouka na mortalitu

Velikost těla jedinců neměla významný vliv na dobu přežívání pavouků ošetřených čerstvými rezidui Nnurelle D, protože jen mírně vzrostla s velikostí těla. Podle Pekára (2012) by mohla větší velikost těla vyvolat úmrtnost po aplikaci pesticidů, protože větší plocha těla by mohla nahromadit více kapek daného přípravku. Porovnáním mortality u šesti druhů pavouků s různou velikostí těla, úmrtnost jen mírně rostla s velikostí těla po aplikaci permethrinu (Pekár, 1999b).

7 Závěr

Sledováním pavouka *P. impressa* v porostu ozimé řepky olejky v jarním a letním období bylo zjištěno, že se pavouci začali vyskytovat v porostu řepky v průběhu května, kdy byla řepka v plném květu. Koncem května už výskyt *P. impressa* dosahoval vysoké abundace. V průběhu června pavouci dospěli a docházelo k páření. V červenci samice vytvořily kokon s nakladenými vajíčky a koncem července se vylíhla mláďata. *P. impressa* lze označit jako agrobiontní druh pavouka, protože její životní cyklus korespondoval s vegetačním obdobím řepky olejky. Než došlo ke sklizni řepky, první vylíhnutí potomci mohli dosáhnout instaru, kdy už byli schopni sami lovit a rozptýlit se po okolí.

Z výsledků experimentů je možné shrnout jak velký letální vliv má insekticidní přípravek Nurelle D na *P. impressa*. Přímá aplikace Nurelle D způsobila 100% mortalitu pavouků, kteří nebyli chráněni sítí, ale i těch, kteří byli chráněni sítí. Laboratorní testy ukázaly, jak se mortalita pavouků zvyšuje s dobou působení čerstvých reziduí Nurelle D. Zatímco pětiminutové působení přípravku přežili všichni pavouci, půl hodinové a hodinové působení přípravku už nepřežil žádný pavouk. Při testování starších reziduí Nurelle D bylo zjištěno, že několikadenní rezidua způsobují vysokou mortalitu, která ale postupně klesá s narůstajícím stářím rezidua. Čtrnáctidenní rezidua už nezpůsobila mortalitu žádného pavouka. Dále bylo zjištěno, že velikost těla pavouků neměla významný vliv na dobu jejich přežívání.

Aplikace Nurelle D v porostu řepky olejky se má provádět v jarním období před květem rostlin. Porost řepky na sledované lokalitě byl ošetřen přípravkem Nurelle D v první polovině dubna. Pavouci *P. impressa* se do porostu rozptýlili v průběhu května, čímž se vyhnuli přímé aplikaci i účinkům několikadenních reziduí, které jsou pro ně letální. Přestože pro *P. impressa* představují účinky insekticidu Nurelle D vysokou mortalitu, tak v porostu řepky, na kterém se aplikuje Nurelle D v doporučeném období, může u pavouků proběhnout životní cyklus od dospění po reprodukci a zplození potomků. *P. impressa* se tak může zařadit mezi důležité bioregulátory škůdců zemědělských plodin.

Závěrem lze konstatovat, že hypotéza práce byla potvrzena. Mortalita pavouků *P. impressa* byla závislá na době expozice insekticidu Nurelle D a stáří reziduí.

8 Seznam literatury

Agromanuál. 2016. Insekticidy. Agromanuál. České Budějovice. [online]. [cit. 2016-09-30] Dostupné z < http://agromanual.cz/cz/pripravky/insekticidy/insekticid/nurelle-d >.

Angeli, G., Forti, D., Pesarini, C. 1996. Epigeic spiders Araneae in apple and pear orchards in Trentino Ragni epigei Araneae in meleti e pereti del Trentino. Redia. 79. 113-121.

Baranyk, P., Balík, J., Hájková, M., Havel, J., Kazda, J., Lošák, T., Málek, B., Markytán, P., Plachká, E., Richter, R., Soukup, J., Strašil, Z., Šaroun, J., Škeřík, J., Šmirous, P., Štranc, P., Štranc, J., Štranc, D., Volf, M., Vrbovský, V., Zehnálek, P., Zelený, V. 2010. Olejniny. Profi Press s.r.o., Praha. 206 s. ISBN: 9788086726380.

Barcic, J. I., Bazok, R., Bezjak, S., Culjak, T. G., Barcic, J. 2006. Combinations of several insecticides used for integrated control of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*, Say., Coleoptera : Chrysomelidae). 79 (4). 223-232.

Bečka, D., Vašák, J., Zukalová, H., Mikšík, V. 2007. Řepka ozimá: pěstitelský rádce. Kurent, s .r. o. České Budějovice. s. 56. ISBN: 9788087111055

Bell, J., Bohan, D. A., Shaw, E. M., Weyman, G. S. 2005. Ballooning dispersal using silk: world fauna, phylogenies, genetics and models. Bulletin of Entomological Research. 95 (2). 69-114.

Bianchi, F. J. J. A., Booij, C. J. H., Tscharntke, T. 2006. Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. 273 (1595). 1715-1727.

Birkhofer, K., Fliessbach, A., Wise, D. H., Scheu, S. 2008a. Generalist predators in organically and conventionally managed grass-clover fields: implications for conservation biological control. Annals of Applied Biology. 153 (2). 271-280.

Birkhofer, K., Gavish-Regev, E., Endlweber, K., Lubin, Y. D., von Berg, K., Wise, D. H., Scheu, S. 2008b. Cursorial spiders retard initial aphid population growth at low densities in winter wheat. Bulletin of Entomological Research. 98 (3). 249-255.

Birkhofer, K. Fliessbach, A., Wise, D. H., Scheu, S. 2011. Arthropod food webs in organic and conventional wheat farming systems of an agricultural long-term experiment: a stable isotope approach. Agricultural and Forest Entomology. 13 (2). 197-204.

Blandenier, G. 2009. Ballooning of spiders (Araneae) in Switzerland: general results from an eleven-year survey. British Arachnological Society. 14 (7). 308-316.

Blick, T., Otto, S., Fritzén, N. R., Floren, A. 2006. *Theridion palmgreni* Marusik & Tsellarius, 1986: first record for Poland, new data from Finland, Russia and Estonia – with a review of distribution and ecology (Araneae, Theridiidae). Fragmenta Faunistica. 49 (2). 115-126.

Bogya, S., Markó, V., Szinetár, C. S. 1999a. Comparison of pome fruit orchard inhabiting spider assemblages at different geographical scales. Agricultural and Forest Entomology. 1 (4). 261-269.

Bogya, S., Szinetár, C. S., Markó, V. 1999b. Species composition of spider assemblages in apple and pear orchards in the Carpathian Basin. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica. 34 (1-2). 99-122.

Buchar, J., Kůrka, A. 1998. Naši pavouci. Academia. Praha. s. 154. ISBN: 8020003312

Cardoso, P., Pekár, S., Jocque, R., Coddington, J. A. 2011. Global patterns of guild composition and functional diversity of spiders. Plos One. 6 (6).

Coudrain, V., Herzog, F., Entling, M. H. 2013. Effects of habitat fragmentation on abundance, larval food and parasitism of a spider-hunting wasp. Plos One. 8 (3). e59286.

Česká arachnologická společnost. 2017. Online atlas. *Phylloneta impressa*. [online]. [cit. 2017-02-16] Dostupné z <http://arachnology.cz/druh/phylloneta-impressa-728.html>.

Desneux, N., Decourtye, A., Delpuech, J. M. 2007. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. Annual review of entomology. 52. 81-106.

Diehl, E., Mader, V. L., Wolters, V., Birkhofer, K. 2013. Management intensity and vegetation complexity affect web-building spiders and their prey. Oecologia. 173 (2). 579-589.

Dix, M. E., Johnson, R. J., Harrell, M. O., Case, R. M., Wright, R. J., Hodges, J., Brahndle, J. R., Schoeneberger, M. M., Sunderman, N. J., Fitzmaurice, R. L., Young, L. J. 1995. Influences of trees on abundance of natural enemies of insect pests: a review. Agroforestry Systems. 29 (3). 303-311.

Duffey, E. 1962. A population study of spiders in limestone grassland. Journal of Animal Ecology. 31 (3). 571-599.

Evans, T. A. 1998. Factors influencing the evolution of social behaviour in Australian crab spiders (Araneae: Thomisidae). Biological Journal of the Linnean Society. 63 (2). 205-219.

Everst, J. W., Aukema, B., Mullie, W. C., Wangemerden, A., Rottier, A., Vankatz, R., Vangestel, C. A. M. 1991. Exposure of the ground dwelling spider *Oedothorax apicatus* (Blackwall) (Erigonidae) to spray and residues of deltamethrin. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 20 (1). 13-19.

Feber, R. E., Bell, J., Johnson, P. J., Firbank, L. G., Macdonald, D. W. 1998. The effects of organic farming on surface-active spider (Araneae) assemblages in wheat in southern England, UK. Journal of Arachnology. 26 (2). 190-202.

Fernandes, M. E. S., Alves, F. M., Pereira, R. C., Aquino, L. A., Fernandes, F. L., Zanuncio, J. C. 2016. Lethal and sublethal effects of seven insecticides on three beneficial insects in laboratory assays and field trials. Chemosphere. 156. 45-55.

Foelix, R. F. 2011. Biology of spiders. Oxford university press. New York. p. 419. ISBN: 9780199734825.

Grinsted, L., Agnarsson, I., Bilde, T. 2012. Subsocial behaviour and brood adoption in mixed-species colonies of two theridiid spiders. Naturwissenschaften. 99 (12). 1021-1030.

Gonzaga, M. O., Leiner, N. O. 2013. Maternal Care and Infanticide by Males in *Helvibis longicauda* (Araneae: Theridiidae). Ethology. 119 (1). 20-28.

Habrová, T. 2013. Analýza kořisti síťového pavouka *Phylloneta impressa* (L. Koch, 1881) na polní plodině řepce olejné (*Brassica napus* L.). Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Agronomická fakulta. Praha. 48 s.

Haynes, K. F. 1988. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. Annual Review of Entomology. 33. 149-168.

Heimbach, U., Abel, C., Siebers, J., Wehling, A. 1992. Influence of different soils on the effects of pesticides on carabids and spiders. Aspect of Applied Biology. 31. 49-59.

Hof, A., Heimann, D., Römbke, J. 1995. Further development for testing the effects of

pesticides on wolf spiders. Ecotoxicology and Environmental Safety. 31 (3). 264-270.

Honěk A., Lukáš, J., Martinková, Z., Řezáč, M., Pultar, O. 2008. Význam predátorů a parazitoidů v integrovaných systémech ochrany rostlin. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha-Ruzyně. 66 s. ISBN 9788087011607.

Jurczyk, M., Wolters, V., Birkhofer, K. 2012. Utilization of prey-rich patches leads to reproductive advantages for clustered individuals of a web-building spider. Écoscience. 19 (2). 170-176

Kazda, J., Mikulka J., Prokinová, E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press s.r.o. Praha. S 399. ISBN: 9788086726342.

Kazda, J., Škeřík, J., Baranyk, P., Herda, G, Nerad, D., Volf, M. 2008. Metodika integrované ochrany řepky. SPZO s.r.o. Praha. s. 82. ISBN: 9788087065082.

Kim, K. W., Horel, A. 1998. Matriphagy in the spider *Amaurobius ferox* (Araneidae, Amaurobiidae): an example of mother-offspring interactions. Ethology. 104 (12). 1021-1037.

Kim, K. W., Roland, C., Horel, A. 2000. Functional value of matriphagy in the spider *Amaurobius ferox*. Ethology. 106 (8). 729-742.

Kiritani, K., Kawahara, S., Sasaba T., Nakasuji, F. 1972. Quantitative evaluation of predation by spiders on the green rice leafhopper, *Nephotettix cincticeps* Uhler, by a sight-count method. Researches on Population Ecology. 13 (2). 187-200.

Knoflach, B., Pfaller, K. 2004. Kugelspinnen – eine Einführung (Araneae, Theridiidae). Denisia. 12. 111–160.

Komora. 2016. Zpráva o životním prostředí České republiky 2015. [online]. [cit. 2016-10-28]. Dostupné z < http://www.komora.cz/pro-podnikani/legislativa-a-normy/pripominkovani-legislativy/nove-materialy-k-pripominkam /179-16-zprava-o-zivotnim-prostredi-ceske-republiky-v-roce-2015-t-30-9-2016.aspx >

Kůrka, A., Řezáč, M., Macek, R., Dolanský, J. 2015. Pavouci České republiky. Academeia. Praha. s. 621. ISBN: 9788020023841

Maloney, D., Drummond, F. A., Alford, R. 2003. Spider predation in agroecosystems:

Can spiders effectively control pest populations?. Maine Agricultural and Forest Experiment Station. Orono. Technical Bulletin 190.

Mansour, F., Heinbach, U., Weling, A. 1992. Effects of pesticide residues on ground-dwelling lycosid and micryphantid spiders in laboratory tests. Phytoparasitica. 20 (3). 195-202.

Marc, P., Canard, A., Ysnel, F. 1999. Spiders (Araneae) useful for pest limitation and bioindication. Agriculture, Ecosystems and Environment. 74 (1-3). 229-273.

Marshall, E. J. R., Moonen, A. C. 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environmen. 89 (1-2). 5-21.

Meissle, M., Romeis, J. 2009. The web-building spider *Theridion impressum* (Araneae: Theridiidae) is not adversely affected by Bt maize resistant to corn rootworms. Plant Biotechnology Journal. 7 (7). 645-656.

Meissle, M., Romeis, J. 2012. No Accumulation of Bt Protein in *Phylloneta impressa* (Araneae: Theridiidae) and Prey Arthropods in Bt Maize. Environmental a Entomology. 41 (4). 1037-1042.

Monzo, C., Molla, O., Castanera, P., Urbaneja, A. 2009. Activity-density of *Pardosa cribata* in Spanish citrus orchards and its predatory capacity on *Ceratitis capitata* and *Myzus persicae*. Biocontrol. 54 (3). 393-402.

Morin, P. J. 1999. Community ecology. Blackwell science. Malden. p. 424. ISBN: 9781405124119.

Nentwig, W. 1987. Ecophysiology of Spiders. Springer-Verlag, Berlin. p. 448. 9783642715525.

Nyffeler, M. 1999. Prey selection of spiders in the field. Journal of Arachnology. 27 (1). 317-324.

Nyffeler, M., Benz, G. 1981. Ökologische Bedeutung der Spinnen als Insektenprädatoren. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie. 3. 33-35.

Nyffeler, M., Benz, G. 1987. Spiders in natural pest control: A review. Journal of applied entomology. 103 (4). 321-339.

Nyffeler, M., Benz, G. 1988a. Prey analysis of the spider *Achaearanea riparia* (Blackw.) (Araneae, Theridiidae), a generalist predator in winter wheat fields. Journal of applied entomology. 106 (5). 425-431.

Nyffeler, M., Benz, G. 1988b. Prey and predatory importance of micryphantid spiders in winter wheat fields and hay meadows. Journal of applied entomology. 105 (2). 190-197.

Nyffeler, M., Sunderland, K. D. 2003. Composition, abundance and pest control potential of spider communities in agroecosystems: a comparison of European and US studies. Agriculture, Ecosystems & Environment. 95 (2-3). 579-612.

Nyffeler, M., Dean, D. A., Sterling, W. L. 1989. Prey selection and predatory importance of orb-weaving spiders (Araneae: Araneidae, Uloboridae) in Texas cotton. Environmental Entomology. 18 (3). 373-380.

Nyffeler, M., Dean, D. A., Sterling, W. L. 1992. Diets, feeding specialization, and predatory role of two Lynx spiders, *Oxyopes salticus* and *Peucetia viridan*s (Araneae:Oxyopidae), in a Texas cotton agroecosystem. Environmental Entomology. 21 (6). 1457-1465.

Nyffeler, M., Sterling, W. L., Dean, D. A. 1994. How spiders make a living. Environmental entomology. 23 (6). 1357-1367.

Öberg, S., Cassel-Lundhagen, A., Ekbom, B. 2011. Pollen beetles are consumed by ground- and foliage-dwelling spiders in winter oilseed rape. Entomologia Experimentalis et Applicata. 138 (3). 256-262.

Öberg, S, Mayr, S., Dauber, J. 2008. Landscape effects on recolonisation patterns of spiders in arable fields. Agriculture, Ecosystems & Environment. 123 (1-3). 211-218.

Pedersen, L-F., Dall, L.G., Sørensen, B. C., Mayntz, D., Toft, . 2002. Effects of hunger level and nutrient balance on survival and acetylcholinesterase activity of dimethoate exposed wolf spiders. Entomologia Experimentalis et Applicata. 103(3). 197-204.

Pekár, S. 1999a. Effect of IPM practices and conventional spraying on spider population dynamics in an apple orchard. Agriculture. Ecosystems and Environment. 73 (2). 155-166.

Pekár, S. 1999b. Foraging mode: a factor affecting the susceptibility of spiders (Araneae) to insecticide applications. Pesticide Science. 55 (11). 1077-1082.

Pekár, S. 2000. Webs, diet, and fecundity of *Theridion impressum* (Araneae: Theridiidae). European Journal of Entomology. 97 (1). 47-50.

Pekár, S. 2002. Susceptibility of the spider *Theridion impressum* to 17 pesticides. Journal of Pest Science. 75 (2). 51-55.

Pekár, S. 2005. Horizontal and vertical distribution of spiders (Araneae) in sunflowers. Journal of arachnology 33 (2). 197-204.

Pekár, S. 2012. Spiders (Araneae) in the pesticide world: an ecotoxicological review. Pest Management Science. 68 (11). 1438-1446.

Pekár, S., Beneš, J. 2008. Aged pesticide residues are detrimental to agrobiont spiders (Araneae). Journal of applied entomology. 132 (8). 614-622.

Pekár, S., Haddad, C. R. 2005. Can agrobiont spiders (Araneae) avoid a surface with pesticide residues? Pest Management Science. 61 (12). 1179-1185.

Pekár, S., Kocourek, F. 2004. Spiders (Araneae) in the biological and integrated pest management of apple in the Czech Republic. Juornal of Applied Entomology. 128 (8). 561-566.

Pérez-Guerrero, S., Gelan-Begna, A., Redondo V. A., Tamajon, R., Vargas-Osuna, E. 2014. Lethal and sublethal effects of commercial insecticides on *Philodromus buxi*, a potential predator of defoliating Lepidoptera in dehesa woodland in southern Spain. International Journal of Pest Management. 60 (2). 121-127.

Pfiffner, L, Luka, H. 2000. Overwintering of arthropods in soils of arable fields and adjacent semi-natural habitats. Agriculture, Ecosystems & Environment. 78 (2). 215-222.

Pfister, S. C., Schafer, R. B., Schirmel, J., Entling, M. H. 2015. Effects of hedgerows and riparian margins on aerial web-building spiders in cereal fields. Journal of Arachnology. 43 (3). 400-405.

Platen, R. 1996. Spinnengemeinschaften mitteleuropäischer Kulturbiotope. Arachnologische Mitteilungen. 12. 1-45.

Pohanka, M., Vlček, V. 2011. Environmentální aspekty užití organofosforových a kar-

bamátových pesticidů schválených k užití v České republice. Chemické listy. 105 (12). 908-912.

Portych, P. Repelentní a hloubkový účinek Nurelle D. [online]. Agris. 12. 12. 2001. [cit. 2016-09-30]. Dostupné z < http://www.agris.cz/zemedelstvi?id_a=116967 >.

Riechert, S. E. 1999. The hows and whys of successful pest suppression by spiders: insights from case studies. Journal of Arachnology. 27 (1). 387-396.

Ruttan, L. R. 1990. Experimental manipulations of dispersal in the subsocial spider, *Theridion pictum*. Behavioral Ecology and Sociobiology. 27 (3). 169-173.

Rypstra, A. L., Carter, P. E., Balfour, R. A., Marshall, S. D. 1999. Architectural features of agricultural habitats and their impact on the spider inhabitants. Journal of Arachnology. 27 (1). 377-377.

Řezáč, M., Pekár, S., Stará, J. 2010. The negative effect of some selective insecticides on the functional response of a potential biological control agent, the spider *Philodromus cespitum*. Biocontrol. 55 (4). 503-510.

Salomon, M., Mayntz, M., Toft, S., Lubin, Y. 2011. Maternal nutrition affects offspring performance via maternal care in a subsocial spider. Behavioral Ecology and Sociobiology. 65 (6). 1191-1202.

Samu, F., Szinetár, C. 2002. On the nature of agrobiont spiders. Journal of Arachnology. 30 (2). 389-402.

Santos, S. A. P., Pereira, J. A., Torres, L. M., Nogueira, A. J. A. 2007. Evaluation of the effects, on canopy arthropods, of two agricultural management systems to control pests in olive groves from north-east of Portugal. Chemosphere. 67 (1). 131-139.

Sengonca, C., Liu, B. 2002. Effect of GCSC-BtA biocide on population dynamics of cabbage pests and their natural enemies from fields in southeastern China. Anzeiger fur SchaDlingskunde-Journal of Pest Science. 75 (2). 46-50.

Shaw, E. M., Waddicor. M., Langan, M. 2006. Impact of cypermethrin on feeding behaviour and mortality of the spider *Pardosa amentata* in arenas with artificial 'vegetation'. Pest Management Science. 62 (1). 64-68.

Shaw, E. M., Wheater, C. P., Langan, M. 2005. The effects of cypermethrin on *Tenuiphantes tenuis* (Blackwall , 1852): development of a technique for assessing the impact of pesticides on web building in spiders (Araneae: Linyphiidae). Acta zoologica bulgarica. 1. 173-179.

Schmidt, M. H., Tscharntke, T. 2005. The role of perennial habitats for Central European farmland spiders. Agriculture, Ecosystems & Environment. 105 (1-2). 235-242.

Schneider, J. M., Lubin, Y. 1997. Infanticide by males in a spider with suicidal maternal care, *Stegodyphus lineatus* (Eresidae). Animal Behaviour. 54 (2). 305-312.

Schröder, T. W., Basedow, T., Mangali, T. 1999. Population density of *Theridion impressum* L. Koch (Araneae, Theridiidae) in sugar beet fields in Germany, and its possible effects on numbers of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hom., Aphididae). Journal of Applied Entomology. 123 (7). 407-411.

Státní rostlinolékařská správa. 1999. Metodická příručka pro ochranu rostlin. Polní plodiny – II. díl. Živočišní škůdci. Státní rostlinolékařská správa odbor přípravků na ochranu rostlin v Brně. Brno. s. 295. ISBN: 8023942301.

Sunderland, K. D. 1992. Effects of pesticides on the population ecology of polyphagous predators. Aspects of Applied Biology. 31 (1). 19-28.

Sunderland, K., Samu, F. 2000. Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. Entomologia Experimentalis et Applicata. 95 (1). 1-13.

Tanaka, K., Endo, S., Kazano, H. 2000. Toxicity of insecticides to predators of rice planthoppers: spiders, the mired bug, and the dryinid wasp. Applied Entomology and Zoology. 35 (1). 177-187.

Toyama, M. 1999. Adaptive advantages of maternal care and matriphagy in a foliage spider, *Chiracanthium japonicum* (Araneae : Clubionidae). Journal of Ethology. 17 (1). 33-39.

Uetz, G. W., Halaj, J., Cady, A. B. 1999. Guild structure of spiders in major crops. The journal of arachnology. 27 (1). 270-280.

Uzzim, N., Alam, Z., Miah, R. U., Mian, I. H., Kishowar, M. 2015. Toxicity of pesticides

to *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and their side effects on *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). International Journal of Acarology. 41 (8). 688-693.

Van de Veire, M., Sterk, G., van der Staaij, M., Ramakers, P. M. J., Tirry, L. 2002. Sequential testing scheme for the assessment of the side-effects of plant protection products on the predatory bug *Orius laevigatus*. Biocontrol. 47 (1). 101-113.

Winqvist, C., Bengtsson, J., Aavik, T., Berendse, F., Clement, L. W., Eggers, S., Fischer, C., Flohre, A., Geiger, F., Liira, J., Pärt, T., Thies, C., Tscharntke, T., Weisser, W. W., Bommarco. R. 2011. Mixed effects of organic farming and landscape complexity on farmland biodiversity and biological control potential across Europe. Journal of Applied Ecology. 48 (3). 570-579.

Wise, D. H. 1993. Spiders in Ecological Webs. Cambridge University Press. Cambridge. p. 344. ISBN: 9780521310611.

Wisniewska, J., Prokopy, R. J. 1997. Pesticide effect on faunal composition, abundance, and body length of spiders (Araneae) in apple orchards. Environmental Entomology. 26 (4). 763-776.

World Spider Catalog (2017). World Spider Catalog. Natural History Museum Bern, online at http://wsc.nmbe.ch, version 18.0, accessed on 11. 3. 2017

Yardim, E. N., Edwards, C. A. 1998. The influence of chemical management of pests, diseases and weeds on pest and predatory arthropods associated with tomatoes. Agriculture, Ecosystems and Environment. 70 (1). 31-48.

Ye, G., Xiao, Q., Chen, M. Chen, X., Yuan, J., Stanley, D. W., Hu, C. 2014. Tea: Biological control of insect and mite pests in China. Biological Control. 68. 73–91.

Yip, E. C., Rayor, L. S. 2014. Maternal care and subsocial behaviour in spiders. Biological Reviews. 89 (2). 427-449.

Young, O. P., Edwards, G. B. 1990. Spiders in United States field crops and their potential effect on crop pests. Journal of arachnology. 18(1). 1-27.

Zacharda, M., Hluchý,M. 1991. Long-term residual efficacy of commerical formulations of 16 pesticides to *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari: Phytoseiidae) inhabiting commerical vineyards. Experimental and Applied Acarology. 13 (1). 27-40.

Zehnálek, P. 2016. Seznam doporučených odrůd řepky olejky 2016. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno. Brno. s. 125. ISBN: 9788074011191.