

Mendelova univerzita v Brně

Zahradnická fakulta

Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství

Bakalářská práce

Vlivy pesticidů používaných ve vinohradnické praxi na necílové organizmy

Lednice 2017

Ing. Kamila Surovcová



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autorka práce: Bc. Kamila Surovcová
Studijní program: Zahradnické inženýrství
Obor: Zahradnictví

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Hula, Ph.D.
Konzultant: Ing. et Bc. Jana Niedobová, Ph.D.

Název práce: **Vlivy pesticidů používaných ve vinohradnické praxi na necílové organizmy**
Jazyková varianta: Čeština

Zásady pro vypracování:

1. Vypracovat rešerši na téma vlivu pesticidů na necílové organizmy. Zaměřit se především na tzv. subletální efekt. Toto zpracovat napříč živočišnou říší, ale v závěru se zaměřit především na predátory, potažmo pavouky.
2. Dle pokynů školitele a konzultanta se podílet na experimentech s pavouky a jednotlivými látkami na ochranu rostlin používaných ve všech systémech pěstování révy vinné. Zaměřit se především na chemické látky používané v tzv. ekologické produkci.
3. Vyvodit důsledky, jaké jiné vlivy, než tradičně udávanou mortalitu, mají prostředky na ochranu rostlin (například subletální efekt herbicidů).

Rozsah práce: 30+10 stran příloh

Literatura:

1. Evans SC, Shaw EM, Rypstra AL, 2010: Exposure to a glyphosate-based herbicide affects agrobiont predatory arthropod behaviour and long-term survival. *Ecotoxicology*, 19: 1249-1257.
2. Michálková, V., Pekár, S., 2009: How glyphosate altered the behaviour of agrobiont spiders (Araneae: Lycosidae) and beetles (Coleoptera: Carabidae). *Biol. Control*. 51(3): 444-449.
3. Pekár, S., 2012: Spiders (Araneae) in the pesticide world: an ecotoxicological review. *Pest Manag. Sci.*, 68: 1438-1446.

Datum zadání: říjen 2014

Datum odevzdání: duben 2016

Bc. Kamila Surovcová
Autorka práce

Ing. Vladimír Hula, Ph.D.
Vedoucí práce

doc. Ing. Josef Suchomel, Ph.D.
Vedoucí ústavu

doc. Ing. Robert Pokluda, Ph.D.
Děkan ZF MENDELU

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem:

Vlivy pesticidů používaných ve vinohradnické praxi na necílové organizmy

vypracovala samostatně a použila jsem jen pramenů, které cituji a uvádím v přiloženém seznamu literatury.

Bakalářská práce je školním dílem a může být použita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové práce a děkana ZF MZLU v Brně.

Dne

Podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Vladimíru Hulovi, Ph.D. a odbornému konzultantovi Ing. et Bc. Janě Niedobové, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady při vedení této práce. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Radku Michalkovi za statistické zpracování dat použitých v této bakalářské práci. Poděkování patří též rodině, příteli a kamarádům za podporu při psaní bakalářské práce i za podporu při studiu.

ABSTRAKT

Fungicidy patří mezi nejpoužívanější agrochemikálie ve světovém měřítku. Tyto pesticidy jsou míchány se smáčedly (surfaktanty), které zlepšují zejména fyzikální vlastnosti samotného fungicidu. V posledních letech roste spotřeba smáčedel, ale i přes tuto skutečnost nebyl zkoumán jak jejich přímý vliv, tak synergický efekt, který může negativně působit na necílové organismy.

V této studii byl zkoumán vliv samotných fungicidů, surfaktantů a jejich kombinací (tzv. synergický efekt) na necílové organismy. Výzkum byl zaměřen na tzv. subletální efekt jednotlivých přípravků. Testování pavouci patřili do rodu *Philodromus* WALCKENAER, 1826. Tento rod byl vybrán kvůli jejich vysoké predační schopnosti, která je dána mimo jiné tím, že tyto pavouci loví i v zimních měsících, kdy teplota klesá pod 0 °C. Pavouci rodu *Philodromus* jsou také nejhojnějšími pavouky na vinicích a v ovocných sadech.

Pavouci byli podrobeni aplikaci testovaných přípravků v laboratorních podmínkách. Po aplikaci chemického přípravku byli dva dny sledováni a krmeni octomilkami. Na základě jejich predační schopnosti byl posuzován vliv jednotlivých chemických přípravků a jejich subletální efekt.

Výzkum prokázal, že fungicid Karathane New® v kombinaci s povrchově aktivní látkou Trend 90® snižoval predační schopnost samic, ale u samců se jeho vliv neprojevil. Naopak kombinace fungicidu IQ Crystal® a surfaktantu Trend 90® zvyšoval predační schopnost samic.

Tato studie prokázala synergický efekt fungicidních přípravků a surfaktantů. Vzhledem k neprobádanosti této problematiky se bude ve výzkumu pokračovat.

ABSTRACT

Fungicides are among the most widely used agrochemicals in the world. These pesticides are mixed with wetting agents (surfactants), which improve in particular the physical properties of the fungicides. In recent years, the consumption of wetting agents has grown. Unfortunately, it was not investigated their direct effect or the synergistic effect, which can adversely affect on non-target organisms, but in this study the effect of fungicides, surfactants and their combinations (the so-called synergistic effect) on non-target organisms was investigated. The research was focused on the sublethal effect of individual products.

Test spiders belonged to the *Philodromus* genus. This genus was chosen due their high predatory ability, which is going in winter months too. Spiders of the genus *Philodromus* are also the most abundant spiders on vineyards and fruit orchards.

Spiders were subjected to the application of test preparations in laboratory conditions. After application of the chemical preparation, they were followed for two days and fed with fruit flies. Based on their predatory ability, the impact of individual chemicals and their sub-lethal effects was assessed.

Research has shown that the Karathane New® fungicide in combination with the Trend 90® surfactant reduced predatory ability of females, but did not show this effect in males group. Vice versa, the combination of IQ Crystal® fungicide and Trend 90® surfactant increased the predatory ability of males.

This study demonstrated the synergistic effect of fungicid preparations and surfactants. The research will continue due to the unusualness of this issue.

OBSAH

1. ÚVOD.....	9
2. CÍLE PRÁCE	10
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1 Význam pavouků v přírodě	11
3.2 Pesticidy	12
3.3 Subletální efekt	15
3.4 Smáčedla.....	15
3.5 Herbicidy	18
3.6 Insekticidy	21
3.7 Fungicidy	24
4. METODIKA.....	26
5. VÝSLEDKY	28
6. DISKUZE	29
7. SEZNAM LITERATURY	31
8. PŘÍLOHY.....	47

1. ÚVOD

Pěstování vinné révy patří k jednomu z nejstarších odvětví zemědělství vůbec. První zmínky o kulturním pěstování vinné révy a následné výroby vína pochází už z doby starověkého antického Egypta a datují se do doby kolem roku 3 150 – 332 před n. l. (Guasch-Jané et al., 2006). S pěstováním vinné révy šla ruku v ruce i snaha o co nejlepší a největší úrodu hroznů. Tuto snahu často ničily různé přírodní činitele, ať už v podobě nenasytého ptactva či hmyzu nebo neviditelné, ale o to zákeřnější plísně a houby. Vynalezení chemických prostředků sloužících k ochraně cenné úrody na sebe nenechalo dlouho čekat. První použití chemikálií ke konzervaci potravin nebo k hubení patogenů se datují už od starověku, do doby antického Říma a starověké Číny. K ochraně uschovaných potravin se používaly přírodní preparáty, např. jedlá soda nebo olej (Velíšek, 1999). S postupem doby a s vývojem a pokrokem vědy přicházely na svět různé chemické přípravky, které byly účinnější a postupně nahrazovaly ty přírodní. Některé z nich se těšily velké oblibě a byly dokonce celosvětově uznávány a oceňovány. Jako zástupce těchto „dokonalých“ přípravků jmenujme DDT. DDT je přípravek ze skupiny organochloridových insekticidů (Yang et al., 2005). Pro své vlastnosti a účinnost v hubení hmyzu byla roku 1948 udělena Nobelova cena švýcarskému vědci Paulu Hermannu Müllerovi, který se studiem DDT zabýval (Canov, 2006). Až v pozdější době bylo zjištěno, že negativa DDT silně převažují nad jeho pozitivy a výroba i použití DDT bylo zakázáno mezinárodní Stockholmskou úmluvou (IRZ, 2017).

V dnešní době je sice použití DDT zakázáno, ale jeho místo na trhu obsadily jiné preparáty jak z řad insekticidů, tak z řad fungicidů, herbicidů a mnohých jiných. I přes současnou vysokou úroveň vědy nejsou zdaleka všechny agrochemikálie řádně prozkoumány. Podceňuje se vliv pesticidů na necílové organismy. Nejvíce je v tomto případě podceňován vliv fungicidů. Mnohé studie dokazují, že fungicidy nejsou pro necílové organismy škodlivé. Stejně tak jsou za inertní považována smáčedla. Bohužel se výzkum nezacítil také na tzv. synergický efekt fungicidů a smáčedel dohromady. Tato kombinace může mít negativní dopad na necílové organismy, i když jednotlivé látky škodlivé nejsou.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je sestavení literárního přehledu, který pojednává o vlivu pesticidů na necílové organizmy z řad bezobratlých, a to zejména na pavouky. Práce je zaměřena na subletální efekt chemických látek používaných v ekologické vinohradnické produkci.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Význam pavouků v přírodě

Pavouci tvoří přes 2 % známých druhů živočichů obývajících naše území. Je jich tudíž dvakrát více než obratlovců (Buchar a Kůrka, 2001). Pavouci osídlili téměř jakýkoliv ekosystém a kromě nejchladnějších území světa jsou známi ze všech světových koutů. Na světě je známo celkem 4 052 rodů, do kterých spadá 46 620 druhů pavouků (World Spider Catalogue, 2017). Z tohoto počtu je na území České republiky doložen výskyt 875 druhů pavouků (Kůrka et al., 2015).

Téměř všichni pavouci jsou draví (Jackson, 2009) a během svého života zahubí velké množství hmyzu, čímž na principu ekologické rovnováhy významně přispívají k optimálnímu vývoji přírodních poměrů (Buchar a Kůrka, 2001). Pavouci jsou velmi důležitými činiteli při přemnožení škůdců - udržují biologickou rovnováhu. Pavouci se řadí mezi přirozené nepřátele škůdců. Vyskytují se ve velkém počtu v různých typech agroceóz a podle mnohých studií uskutečněných po celém světě a zkušeností farmářů například z USA nebo z Asie, přispívají ke snižování početnosti škůdců. Jsou tak důležití v udržení rovnováhy v ekosystémech (Reichert a Bishop, 1990; Nyffeler a Benz, 1987). Pochopení významu pavouků v ekosystému je velmi důležité pro vývoj biologické ochrany v zemědělství (Jocqué a Dippenaar-Schoeman, 2006).

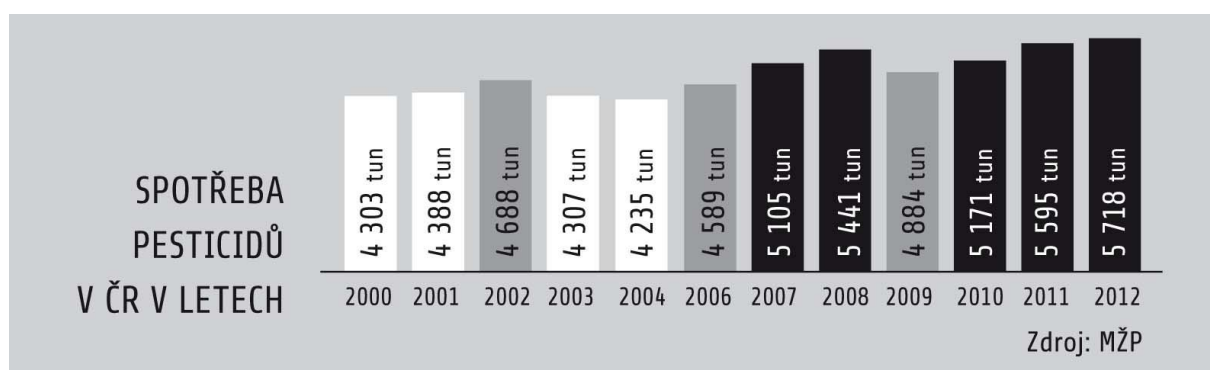
Pavouci žijí také v lidských obydlích a jsou velmi dobrými pomocníky člověka, loví moly a jiné domácí škůdce. Jedním z nejběžnějších druhů je např. západnice Mildeova (*Cheiracanthium mildei* L. KOCH, 1864) nebo třesavka velká (*Pholcus phalangioides* (FUESSLIN, 1775)) (Dolejš, 2017). V přírodě jsou pavouci důležitou potravou pro mnoho jiných členovců, ptáků, plazů a savců. Díky tomu hrají nezastupitelnou roli v potravním řetězci (Kula, 2009). Studie Daveyho et. al. (2013) prokázala, že predátoři udržují rovnováhu v ekosystému mimo jiné tím, že potlačují škůdce. Ovšem jakmile začnou o kořist soupeřit a požírat se mezi sebou navzájem, jejich benefiční role končí a sami působí destabilizaci systému tím, že umožní přemnožení škůdců. Přítomnost přirozeného mechanismu kontroly škůdců se předpokládá tam, kde dochází ke ko-existenci několika predátorů, ale úroveň vzájemné predace je nízká až neexistující. Studie však ukázala, že plachetnatky tvořily až 44 %

podílu kořisti střevlíčků během června (35 % v červenci, 33 % v srpnu). Střevlíček ale neovlivnil počty plachetnatek natolik, aby došlo k výraznějšímu nárůstu mšic.

3.2 Pesticidy

Od počátku civilizace se člověk neustále snažil zlepšovat své životní podmínky, jeho úsilí opatřit si např. dostatečné zásoby potravy se však stavějí do cesty různí škůdci a choroby napadající úrodu (Cremlyn, 1985). Snaha ochránit zásoby potravin před napadením různými škůdci byla doložena již ve Starověku. Číňané později ošetřovali obilniny a semena dalších rostlin před skladováním sodou a olivovým olejem a pro ochranu plodin během vegetace používali preparáty obsahující arsen. Staří Řekové a Římané využívali desinfekční účinky zplodin vznikajících při hoření síry (Velíšek, 1999). Rozsáhlé používání syntetických organických pesticidů v zemědělství se datuje až po druhé světové válce, tedy zhruba od 50. let minulého století. V současné době je v České republice registrováno 1 915 přípravků pro ochranu rostlin, které jsou povoleny pro profesionální použití (Eagri, 2017).

Česká republika patří v Evropě k zemím s nižší spotřebou pesticidů, nicméně objem jejich využití u nás dlouhodobě roste. Na jeden hektar zemědělské půdy se u nás ročně aplikuje v průměru 1,7 kg účinné látky pesticidu.



Obr. 1: Vývoj spotřeby pesticidů v České republice od r. 2000 do r. 2012 (www.mzp.cz)

Pesticidy jsou látky používané na ochranu rostlin, zásob potravin či krmiv, proti škůdcům a chorobám. Používají se hlavně v zemědělství, ale i v zahradách a ve veřejných prostranstvích (Biospotřebitel, 2013).

Nejčastější rozdělení pesticidů je podle jejich účinku na cílové organismy:

- **Herbicity:** pesticidy určené k hubení rostlin (plevelů), dělí se na selektivní (hubí jen určité rostliny, např. jednoděložné) a neselektivní (hubí všechny rostliny)
- **Fungicity:** pesticidy k ochraně před houbovými chorobami
- **Zoocidy:** pesticidy k hubení živočichů; dělí se na:
 - **Insekticity:** pesticidy k hubení hmyzu (dezinsekce)
 - **Rodenticidy:** pesticidy k hubení hlodavců (deratizace)
 - **Akaricity:** pesticidy k hubení roztočů
 - **Nematocidy:** prostředky k hubení kroužkovců
 - **Moluskocidy:** přípravky k hubení měkkýšů
 - **Repelenty:** přípravky k odehnání hmyzu, přímo hmyz nehubí

Dále dělíme pesticidy podle jejich působení na daný organismus:

- **Kontaktní:** přípravky zůstávají na povrchu rostlin a nepronikají do rostlinných pletiv. Škodlivé organismy hubí jenom v místech, kde se na rostlině nachází postřiková jícha. Účinky kontaktních pesticidů jsou ovlivněny povětrnostními podmínkami a aktuálním počasím.
- **Systémové:** systémové přípravky pronikají kutikulou do rostlinných pletiv a jsou rozváděny do všech částí rostliny cévním systémem. Díky proniknutí do rostlinných buněk je chráněna celá rostlina i v těch místech, která nejsou zasažena postřikem. Chráněny jsou také nové přírůstky. Systémové pesticidy nejsou ovlivněny povětrnostními podmínkami ani počasím. Z těchto důvodů poskytují systémové přípravky spolehlivější ochranu rostlin. Problém však může být možná fytotoxicita nebo poškození či zničení ošetřených rostlin (Cremlý, 1985).
- **Mesostemické:** tzv. translaminární – jedná se o přípravky, které sice nejsou rozváděny po celé rostlině, nicméně pronikají do okolních pletiv (např. mezibuněčnými prostory) na neošetřenou stranu listu rostliny, kde mohou účinně zasáhnout škodlivý organismus. Příkladem může být účinná látka azoxystrobin, která vykazuje částečně

systemické a translaminární účinky (Prokop, 2017). Účinek přípravku nezávisí na teplotě ani na intenzitě slunečního záření. Díky fixaci ve voskové vrstvě se nesmývá deštěm. Svým účinkem se blíží kontaktním fungicidům (Šafránková, 2011).

- **Kombinované:** tyto přípravky obsahují kontaktní i systémovou látku, díky čemuž mají rozšířený rozsah účinku. Nejčastěji se jedná o herbicidy. U těchto přípravků je nižší riziko rezistence (Šafránková, 2011).

Pesticidy dělíme také podle jejich původu:

- **Přírodní:** některé rostliny si vyvinuly vlastní ochranu proti hmyzu. Ochrannými látkami jsou různé sekundární metabolity, např. terpenoidy (ajugarin I. – III. u rodu *Ajuga*, který vykazuje silné protipožerové a repelentní účinky), alkaloidy (pyridinový alkaloid nicotin u tabáku rodu *Nicotiana* L.) nebo glykosidy (např. thioglykosidy u rostlin čeledi brukvovitých), které mají insekticidní, herbicidní nebo fungicidní účinky (Benner, 1993; Svršek, 1997; Pavela, 2006). Sekundární metabolity rostlin je možné extrahovat a poté používat jako ochranné látky na zemědělské plodiny. Tyto přírodní pesticidy jsou v zemědělství používány již mnoho let (Lee et al., 1997). Mezi nejdůležitější a nejčastěji používané přírodní pesticidy patří nicotin, rotenon a pyrethrum (Cremllyn, 1985).
- **Syntetické:** syntetické pesticidy jsou odvozovány od přírodních, jedná se o tzv. analogy. Mezi ně patří např. pyrethroidy odvozené od pyretrinů, které produkuje hvězdčovitá rostlina *Chrysanthemum cinerariaefolium* L. (Pavela, 2006). Mezi nejvýznamnější synteticky produkováné insecticidy patří organochlorové a organofosfátové látky. Nejznámějším organochlorovým insecticidem je DDT. Pro usmrcení hmyzu stačí nepatrné dávky. U mouchy domácí (*Musca domestica* LINNAEUS, 1758) je uváděna hodnota LD50 (letální dávka pro 50 % organismů při 24 hod působení látky) přibližně 0,033 µg na jednoho jedince (Byford et al., 1999). Nevýhodou těchto syntetických insecticidů jsou nezanedbatelná ekologická rizika (Cremllyn, 1985).

3.3 Subletální efekt

Subletální efekt je účinek určité látky na organismus, který ovlivňuje jeho fyziologické a behaviorální chování (Hanna, 2012). Subletální dávka nebo koncentrace přípravku průkazně nevyvolává mortalitu ve zkoumané populaci, ale dopad působení může být znatelný a velmi významný. Subletální dávka přípravku ovlivňuje organismus v mnoha životních projevech, jako je např. porucha lokomoce (Alix et al., 2001; Cox a Wilson, 1987), porucha chemické komunikace (Griesinger et al., 2011), poruchy v reprodukci a sexuálním chování (Tietjen, 2006), poruchy či změny v predačním chování (Everts et al., 1991; Deng et al., 2007) a mnohé jiné. Všechny negativní dopady mohou mít za následek degradaci populací a tím celkové snížení kvality prostředí (Stephenson et al., 1998). Subletální efekt pesticidů může způsobit i poškození jednotlivých orgánů zasažených organismů, např. poškození jater u savců vlivem do vody uvolněných polychlorovaných bifenyly. Takto oslabená játra pak nejsou schopna plnohodnotně plnit svou detoxikační funkci v organismu (Komínková, 2011).

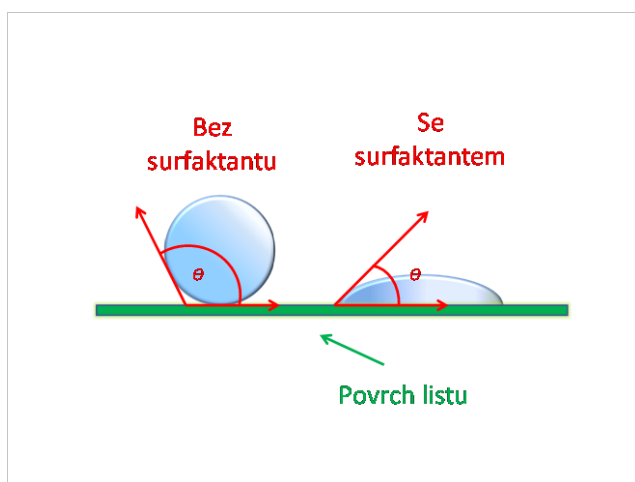
3.4 Smáčedla

Používání smáčedel má dlouhou historii. Již před více než 200 lety používali pěstitelé jako smáčedla cukr nebo mízu stromů, které míchali s fungicidy pro ošetření révy vinné. Od roku 1880 se používalo mýdlo s petrolejem k posílení insekticidního účinku. Později se zvyšovala insekticidní ochrana přidáním arseniku (Gilette, 1890). Roku 1942 byly uveřejněny první experimenty s použitím surfaktantů s účinnou látkou 2,4-D (Zimmerman a Hitchcock, 1942). Později se aktivita triazinových herbicidů zvyšovala přidáním parafinového oleje (McWhorter, 1956) a ještě později se používal koncentrovaný rostlinný olej (Holstun a Bingham, 1960). V dnešní době jsou adjuvanty univerzální složkou herbicidních přípravků.

Smáčedla patří mezi tzv. detergenty. Detergenty jsou povrchově aktivní látky syntetického původu, jejichž vodní roztoky rozrušují strukturu bílkovin, nukleových kyselin a tuků a používají se jako smáčedla - látky, které snižují povrchové napětí kapalin, takže umožňují přilnutí postřikové jichy pesticidu na mastný povrch škodlivého činitele nebo rostliny (Agromanual, 2017). Mimo lepší ulpívání přípravku na

ošetřovaných rostlinách ovlivňují smáčedla např. rozpustnost ve vodě, stabilitu aplikovaného přípravku, emulgovatelnost, disperzi, pěnivost, pH, úlet, odpařování retenci, fyzikální formu, penetraci, translokaci atd. (Inderjit, 2004). Smáčedla bývají součástí hotového přípravku nebo se míchají s účinnou látkou v nádržích postřikovače (Foy, 1992; Foy a Pritchard, 1996).

Se smáčivostí úzce souvisí kontaktní úhel dopadajících kapek aplikovaného přípravku. Kontaktní úhel je počítán z rozměru kapky a je determinován typem a množstvím adjuvantu, ale také strukturou a složením listu. Kontaktní úhel mění (snižují) zejména surfaktanty (viz Obr. 2). Kontaktní úhel také výrazně ovlivňují různé povrchy listů, což zaznamenal Harr a Guggenheim (1995) při testování na povrchu listů třiceti plevelů a čtrnácti plodin.



Obr. 2: Rozdíl v kontaktním úhlu kapky aplikovaného přípravku bez přidání surfaktantu a se surfaktantem (Inderjit, 2004)

Mezi nejdůležitější skupiny adjuvantů patří **surfaktanty**, penetranty, safenery, omezovače úletu, protipěnicí přísady a dispergační látky (Mikulka et al., 2005). Slovo „surfaktanty“ pochází ze zkrácení anglického SURFace ACTive ageNTS (Inderjit 2004). Surfaktanty podporují biologickou účinnost pesticidů a snižují povrchové napětí, které ovlivňuje tvar kapky, transport, evaporaci, působení a retenci. Zvýšení koncentrace surfaktantu všeobecně snižuje dynamiku povrchového napětí (Singh et al., 2007), a také umožňuje lepší pokrytí hydrofobního povrchu listu a průnik kutikulou. Surfaktanty udržují uniformní a stabilní koncentraci pesticidu v aplikační jíše, zvětšují

přilnavost kapek pesticidu a pronikání skrz trichomy, pokožku listů a další struktury (tzv. penetranty) (Mikulka et al., 2005; Inderjit, 2004; Cobb a Kirkwood 2000; Chapman et al., 1998; Knoche et al., 1992; Western et al., 1999). Použití surfaktantů je velmi ekonomické, a to zejména u dražších pesticidů, jelikož výrazně snižují množství použité látky na jednotku plochy, aniž by se snížila biologická aktivita přípravku (Cobb a Kirkwood, 2000; Matthews, 2000). V některých případech lze díky surfaktantům snížit dávku použitého herbicidu až o 30 – 50 % (Mikulka et al., 2005).

Mezi surfaktanty patří:

- **Neionogenní přípravky:** jsou na bázi fenol alkoholů a mastných kyselin, snižují povrchové napětí, zlepšují pokrývnost a penetraci (O'Connor-Marer, 2000; Mikulka et al., 2005).
- **Olejové koncentráty:** tzv. parafínové oleje, zlepšují penetraci a přilnavost. Jako každé oleje se nemísí s vodou, proto musí být používány v kombinaci s emulgátory. Pokud je emulgátor používán ve vysoké koncentraci (15 – 20 %), pak se jedná o olejové koncentráty (Manthey et al., 1992).
- **Rostlinné oleje:** oproti olejovým koncentrátům mají slabší účinek. Použití olejového nosiče může snižovat povrchové napětí, ale naopak zvyšuje smáčitelnost a absorpci, čímž zvyšuje odolnost proti dešti a snižuje ztráty při aplikaci přípravku za větrného počasí (McWhorter et al., 1993).
- **Esterifikované rostlinné oleje:** např. řepkový, slunečnicový nebo sojový. Zlepšují pokrytí povrchu listu a tím zlepšují i penetraci přípravku (Mikulka et al., 2005).
- **Organosilikonové přípravky:** výrazně snižují povrchové napětí kapek postřikové jíchy (plocha pokrytí je až 100x větší než u samotné vody) a také zabraňují smytí přípravku deštěm (Roggenbuck, 1993). Díky organosilikátům dochází k infiltraci

přípravku skrz stomata. Organosilikáty nejsou vhodné k použití se všemi herbicidy (Franz et al., 1997).

Safenery jsou další z řady adjuvantů. Zvyšují selektivitu přípravku a napomáhají proniknutí přípravku do rostliny, řídí jeho uvolňování a příjem (tzv. metabolizace). **Dispergační látky** zajišťují rovnoměrnou koncentraci u nepravých roztoků (suspenze, emulze). **Protipěnicí přípravky** se využívají při praktické aplikaci herbicidů, kdy zajišťují přesné a snadné plnění postřikovačů (Mikulka et al., 2005). Do skupiny adjuvantů patří také tzv. **omezovače úletu**, které způsobují zvětšení kapek postřikové jichy a tím znesnadňují její odnos větrem (Feng et al., 2003).

3.5 Herbicidy

Herbicidy patří mezi nejvíce využívané pesticidy jak v České republice, tak ve světě (Dvořák a Smutný, 2003; Aspetin a Grube, 1999). Hojné využívání herbicidů je způsobeno vysokými potenciálními ztrátami v zaplevelených porostech cílových rostlin, které se mohou pohybovat až v rozmezí 26 – 40 % (Oerke a Dehne, 2004). Účinky herbicidů jsou založeny na blokování nebo narušení přirozených fyziologických pochodů v rostlinách, díky čemuž rostlina chřadne nebo hyne. Účinky probíhají na úrovni pletiv až buněk, kde ovlivňují např. fotosyntézu, růst nebo respiraci (Töth, 2002).

Nejpoužívanějším přípravkem pro hubení plevelů ve vinicích je herbicid Dominator, což je neselektivní listový herbicid se systemickým účinkem. Účinnou látkou v tomto přípravku je glyfosát v koncentraci 480 g/l. Rostliny tento herbicid přijímají pouze zelenými částmi a cévními svazky je pak Dominator rozváděn do celé rostliny včetně kořenového systému. Působením přípravku dochází k vadnutí, žloutnutí až hnědnutí zasažených rostlin a k odumírání nadzemní i podzemní části (InPest, 2017). Do stejné skupiny glyfosátových totálních herbicidů patří i např. Roundup, který sice nebývá používán ve vinicích, ale zato se těší velké oblibě u drobných hobby zahrádkářů a zahrádníků, kde je často zbytečně nadužíván. Z vlastní zkušenosti jsem zažila „okopávání“ jahod Roundupem, které probíhalo tak, že se jednotlivé trsy jahod přikryly kbelíkem a důkladně se aplikoval roztok herbicidu všude kolem. Není se pak čemu

divit, že je Roundup nejpoužívanějším herbicidem ve světovém měřítku (De Roos et al., 2005; Thongprakaisanga et al. 2013).

Tohle neuvážené a zejména zbytečné používání totálních herbicidů jen zhoršuje jejich dopad na organismy v okolí včetně člověka. V dřívějších výzkumech sice nebyl negativní vliv glyfosátu na člověka a jiné savce prokázán (Williams et al., 2000; Mink et al., 2011), ovšem novější výzkumy hovoří o opaku. Předpokládá se, že glyfosát má vliv na výskyt vícečetného myelomu (De Roos et al., 2005), u hlodavců způsobuje retardace na kostře nenarozených plodů a také aborty (Dallegrave et al., 2003). Ve výzkumu Benchaurové (2009) byl prokázán jak negativní vliv glyfosátů v různé koncentraci, tak negativní vliv zdánlivě inertních smáčedel. Bohužel se tato látka také řadí mezi pravděpodobně karcinogenní. U pokusných myší způsoboval glyfosát nádory, které dosahovaly velikosti až 25 % hmotnosti pokusného zvířete (Swanson, 2014; WHO, 2015; Guyton, 2015; Séralini, 2014).

Vliv glyfosátů byl zkoumán také u bezobratlých. Nejvíce ohroženy jsou epigeické druhy (tj. druhy žijící na povrchu, v trávě atd.) Jedná se například o střevlíky (Carabidae), plže, chvostoskoky, mravence nebo epigeické druhy pavouků (např. čeledi Lycosidae, Agelenidae, Gnaphosidae nebo Clubionidae). U střevlíků *Poecilus cupreus* (LINNAEUS, 1758) byl prokázán negativní vliv na lokomoci (Michalková a Pekár, 2009). Ve výzkumu Sol Balbuenové et al. (2015) byly zkoumaným organismem včely. Prokázalo se, že včely vystavené glyfosátu v koncentraci běžně používané v zemědělství, měly problém s orientací v prostoru – déle jim trvaly cesty do úlu a to i v případě, že stejnou trasu absolvovaly několikrát.

Michalková a Pekár (2009) zkoumali účinky glyfosátů na reprodukční chování pavouků. Zkoumaným objektem byl slíďák *Pardosa agricola* (THORELL, 1856), u kterého bylo zkoumáno chování při námluvách a páření. Námluvy probíhaly standardně, kdy samec bubnoval pedipalpy o povrch a samice mu odpovídala. Při páření samice nevykazovala zvýšenou agresivitu vůči samci a nebyly ani pozorovány žádné změny v chování samce. Nebyla ovlivněna ani četnost úspěšného páření. Z tohoto výzkumu vyplývá, že glyfosát neovlivňuje reprodukční chování pavouků. Díky glyfosátu ovšem dochází k negativnímu ovlivnění plodnosti. Ve výzkumu Benamúho et al. (2010) byli zkoumanými objekty křižáci *Alpaida veniliae* (KEYSERLING, 1865), kterým byl podán glyfosát přes kořist. V tomto případě glyfosát způsobil nárůst

enormně velkých vaječníků, které produkovaly nedostatečně vyvinutá vajíčka. Tato vajíčka byla výrazně menší než u křížáků, kteří nebyli vystaveni působení glyfosátu. V tomto důsledku došlo ke snížení počtu nakladených vajíček a také k menšímu počtu vylíhnutých pavouků. Vývoj malých pavouků byl podstatně pomalejší, než u pavouků glyfosátem neovlivněných. Možnou příčinou těchto defektů mohl být špatný výživový stav samic, který byl pravděpodobně zapříčiněn dalším negativním působením glyfosátu.

S reprodukčním chováním úzce souvisí i chemická komunikace mezi jednotlivci. O negativním ovlivnění chemické komunikace mezi pavouky vypovídá studie Greisingera et al. (2011). Vědci se zabývali vlivem glyfosátu na vnímání feromonů vylučovaných opačným pohlavím. Zkoumaným druhem byla tentokrát *Pardosa milvina* (HENTZ, 1844). Za použití zemních pastí byla posuzována schopnost samců nalézt samice v prostředí ošetřeném glyfosátem. Studie potvrdila, že glyfosát negativně ovlivňuje schopnost úspěšného nalezení samice. Tato skutečnost je pravděpodobně způsobena tím, že glyfosát obsahuje těkavé látky, které negativně zasahují do správného vnímání feromonů samcem. Jak tato studie, tak studie Evanse et al. (2010) také potvrzuje, že na glyfosát reagují obě pohlaví a načasování aplikace herbicidu výrazně ovlivňuje rozmnožování tohoto druhu.

Další věcí, kterou herbicidy ovlivňují, je lokomoce pavouků. Kontakt pavouků se selektivním herbicidem Commandem (účinná látka clomazone) vedl ke zvýšení lokomoce u pavouků rodu *Pardosa*. Naopak glyfosát vedl ke snížení lokomoce juvenilních jedinců téhož rodu a také u druhu *Tenuiphantes tenuis* (BLACKWALL, 1852) (čeleď Linyphiidae). Je prokázáno, že se pavouk dokáže cíleně vyhnout kontaminovanému povrchu (Pekár, 2012). Ve výzkumu Evanse et al. (2010) bylo prokázáno, že se slíďáci *P. milvina* aktivně vyhnou povrchům kontaminovaným glyfosátem. Nevyhnou se naopak povrchu, který je potřísněný clomazonem (Michalková a Pekár, 2009).

S lokomocí souvisí predáční schopnost nebo naopak vlastní záchrana před predátory. Michalková a Pekár (2009) zjistili, že jeden nebo dva dny stará rezidua herbicidu Roundap způsobují nižší úspěšnost úniku pavouků rodu *Pardosa* KOCH, 1847 před pavoučími predátory rodu *Xysticus* KOCH, 1835. O něco hůře na tom byli pavouci vystaveni čerstvě aplikovanému herbicidu. U této skupiny před predátory uniklo pouze

30 % jedinců. Ve výzkumu Benamúho et al (2010) byla zkoumána aktivita v přijímání kořisti, která byla ošetřena glyfosátem. Samičky křižáka *A. veniliae* byly rozděleny do dvou skupin. První skupina týden hladověla a byla jí nabídnuta kořist s glyfosátem ad libitum. Druhá skupina nehladověla a dostala kořist nekontaminovanou. Bylo prokázáno, že kořist s glyfosátem je pro pavouky méně atraktivní. Samičky ji přijímaly v mnohem menší míře i přes to, že týden hladověly a kořist měly ad lib.

Ve studii Benamúho et al. (2010) byla také zkoumána souvislost glyfosátu se schopností tkaní sítí. Jako zkoumaní pavouci byly opět zvoleny samičky *A. veniliae*, kterým byl glyfosát podán orálně. Tyto zasažené samice tkaly sítě s menším poloměrem a snižovaly počet spirál na síti. Většina z nich tkala převážně signální vlákna a nebyla schopna do sítí kořist účinně lovit. V porovnání s kontrolní skupinou tkaly sítě se 17 denním zpožděním.

3.6 Insekticidy

Insekticidy jsou látky používané k hubení hmyzu, případně k jeho odehnání (repelenty). Hmyz, který je insekticidy hubený, se nejčastěji zdržuje na listech a květech cílových rostlin, tedy i na révě vinné. Ve vinařské praxi se mezi nejškodlivější hmyz řadí obaleči (obaleč mramorovaný a obaleč jednopásý), zobonoska révová, různonožec trnkový, mšička révokaz a hálčivec révový. V boji proti těmto škůdcům se v poslední době uplatňují i ekologické způsoby jejich likvidace, např. použití bakterie *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* BERLINER 1915 nebo ochrana jejich přirozených nepřátel. Larvy zobonosky révové napadají a aktivně vyhledávají lumci rodu *Pimpla* FABRICIUS, 1804 nebo lumčící rodů *Bracon* FABRICIUS, 1804, *Apanteles* FOERSTER, 1862 a *Microgaster* LATREILLE, 1804 (Ekovin, 2015a). I přes snahu ekologičtějšího hospodaření se stále nejvíce uplatňuje hubení škodlivého hmyzu za pomoci chemických insekticidů.

Významnými skupinami organických insekticidů jsou organofosfáty, deriváty karbamidových kyselin, neonikotinoidy a syntetické pyrethroidy. Specifické postavení mají oleje, dnes zejména rostlinné, používané na jaře po vyrašení proti přezimujícím a častým škůdcům. V současnosti se nepoužívají chlorované uhlovodany (DDT, lindan).

Insekticidní účinnost mají i některé přírodní látky (derris, pyrethrum), některé anorganické látky (arsen) a především organické látky (Rozíková, 2008).

Insekticidy bohužel nehubí jen škodlivý hmyz, ale mohou být nebezpečné i užitečnému hmyzu, např. včelám. Ve výzkumu Decourtye a Devillerse (2010) bylo zjištěno, že neonicotinoidy jsou pro včely nebezpečné, a to zejména při orálním příjmu insekticidu. Také bylo zjištěno, že nebezpečí insekticidu pro včely záleží mimo jiné na stáří včely, jejím druhu a poddruhu a také na stavu kolonie, ve které žije. Vnímavost k určitému insekticidu je dán druhem i u pavouků. Slíďák *Pardosa amentata* (CLERCK, 1757) se ze zásahu neurotoxickým cypermethrinem zotavuje 3 – 4 dny (Baatrup a Bayley, 1993), zatímco plachetnatce *Oedothorax apicatus* (BLACKWALL, 1850) postačuje k zotavení se ze zásahu stejným insekticidem pouze jeden den (Evert et al., 1991).

Aplikace insekticidu má negativní dopad na reprodukci pavouků. Tietjen (2006) zkoumal účinek neurotoxického insekticidu malathionu na slíďáka *Rabidosia rabida* (WALCKENAER, 1837) a zaměřoval se na ovlivnění chování při páření, a to jak chování samců, tak chování samic. U samců ovlivněných malathionem probíhaly standardní námluvy, ovšem titi samci pak nereagovali na pokyn samice, který oznamoval souhlas k páření. Většina těchto samců (98 %) bylo nakonec zabito samicemi. Samci zasažení malathionem měli všeobecně problém s námluvami. K námluvám se odhodlalo pouze devět samců ze 40 a to ještě téměř dvakrát později, než samci kontrolní. Pouze pěti samcům ze 40 se podařilo úspěšně samici napářit. Páření trvalo asi třikrát déle, než u kontrolních párů. Z výzkumu vyplývá, že malathion ovlivňuje reprodukční chování jak samců, tak i samic. Problémy nastávají i při kladení vajec a tvorbě kokonů. Tento jev může být způsoben repelentními účinky některých pesticidů, které zabraňují osídlení míst vhodných k rozmnožování (Longley a Jepson, 1996).

U křížáka *Neoscona pratensis* (HENTZ, 1847) byla po aplikaci insekticidů zjištěna produkce abnormálně velkých vaječných vaků a tvorba dehydratovaných vajíček (Benamú et al., 2007). Problémy s tvorbou vajíček byly zjištěny také u plachetnatek *Erigone atra* BLACKWALL, 1833 a *O. apicatus*, které byly zasaženy fenvalerátem, který se řadí mezi syntetické pyrethroidy (Dinter et al., 1998). Stejně účinky má na plachetnatku *Hylyphantes graminicola* (SUNDEVALL, 1830) methamidophos, který se řadí mezi insekticidy a akaricidy na bázi organofosfátu

(Deng et al., 2006). U tohoto druhu je produkce vajíček negativně ovlivněna ještě dimethoátem, fenvalerátem a jejich směsí (Peng et al., 2010).

Z jiných studií vyplývá, že vliv pesticidů na pavouky může mít rozdílné působení. Vysoké dávky pesticidu mohou lokomoci pavouka inhibovat, nízké dávky mohou lokomoci naopak indukovat (Pekár, 2013). Ze všech studií vyplývá, že přímý zásah insekticidem s repelentním či jinak dráždivým účinkem má za následek přímý omračující účinek (Cox a Wilson, 1987; Suchail et al., 2001 nebo Jagers op Akkerhuis et al., 1999) a může vést k nekontrolovatelným pohybům, jako je např. padání, rotování, třes nebo tření končetin o sebe (Brunner et al., 2001; Alix et al., 2001). Bylo prokázáno, že při přímé aplikaci cypermethrinu, insekticidu ze skupiny syntetických pyretroidů, dochází k ataxii u slíďáka *P. amentata* (Shaw et al., 2006). Samice po zásahu upadly do stavu nehybnosti, který trval 24 - 48 hod, u samců tento stav trval pouze 12 hod. Plné zotavení nastalo až po devíti dnech (Baatrup a Bayley, 1993). Ke snížení lokomoce došlo u pavouků rodu *Pardosa* i po kontaktu s potřísněným povrchem, konkrétně se jednalo o deltamethrin a chlorpyrifos s cypermethrinem (Pekár a Beneš, 2008). U skákavky *Salticus scenicus* (CLERCK, 1757) a slíďáka *R. rabida* došlo po kontaktu s kontaminovaným povrchem k posunutí vrcholu jejich aktivity. Pavouci byli aktivní dříve, než bylo běžné (Tietjen a Cady, 2007). Na pavouky působí repelentně aluminium, které je obsaženo v insekticidech používaných např. v lesnictví (Luoranen a Viiri, 2005). Repelentní účinky insekticidů mohou zabránit imigraci pavouků na takto ošetřené plochy a tím mohou vyvolat lokální emigraci na neošetřená místa (Jagers op Akkerhuis et al., 1993). Tento jev byl pozorován u pavouka rodu *Oedothorax* BERTKAU, IN FÖRSTER & BERTKAU, 1883 (Everts et al., 1991).

Insekticidy mají negativní vliv mimo jiné i na antipredační chování pavouků. Ve výzkumu Evertse et al., 1991 bylo zjištěno, že pavouk *O. apicatus* po zasažení subletální dávkou deltamethrinu snáz podléhá predaci střevlíky.

Deng et al. (2007) zkoumali účinky organofosfátového insekticidu methamidophosu na predací schopnosti plachetnatky *H. graminicola*. Vědci došli k překvapivému závěru. Podle výsledků výzkumu je vnímavost na tento insekticid určována pohlavím. Methamidophos ovlivňoval predací schopnost samic, které lovily pomaleji a s menší účinností. U samců nebyl žádný rozdíl pozorován. Vědci se domnívají, že samice mají v úloze predátora hmyzu větší roli, jelikož je jejich predací

aktivita vyšší. Ve výzkumu Řezáče et al. (2010) byl zkoumán vliv reziduí insekticidů na schopnost aktivně vyhledávat a lovit kořist. Sledovanými insekticidy byly deltamethrin, neselektivní pyrethroidový insekticid jedovatý pro velké množství různých druhů pavouků, azadirachtin a spinosad (Pekár a Beneš, 2008). Pavouci byli vystaveni residuům daného insekticidu a poté jim byla přidělena kořist v podobě octomilek. Výzkum prokázal, že po ovlivnění residui deltamethrinu dochází k menšímu zájmu o kořist. Po působení azadirachtinu naopak dochází k menší chuti k přijímání potravy. Tento přípravek je znám pro své repelentní vlastnosti a pro schopnost negativně ovlivňovat senzorické vlastnosti potravy (Řezáč et al., 2010). I přes to však není jasné, jestli dochází k nezájmu o kořist v důsledku neurotoxických účinků insekticidů nebo kvůli jejich ovlivnění chuti potravy či v důsledku kombinace obojího (Pekár, 2012).

Další z oblastí pavoučího života, kde se insekticidy negativně projevují, je schopnost tkát síť. Křížák *Araneus diadematus* CLERCK, 1757 své síť rapidně zmenšuje a také snižuje frekvenci jejich budování po aplikaci cypermethrinu (Samu a Vollrath, 1992). Deltamethrin způsobil až 72% redukci sítí u křížáka *Larinioides sclopetarius* (CLERCK, 1757) (Lengwiler a Benz, 1994). Podobně vysoký stupeň redukce byl zaznamenán také u plachetnatky *T. tenuis* po aplikaci cypermethrinu (Shaw et al., 2005). Ke snížení četnosti produkce sítí došlo i u křížáka *N. pratensis* po aplikaci spinosadu a endosulfanu (Benamú et al., 2007).

3.7 Fungicidy

Fungicidy jsou látky, které se používají proti houbovým chorobám. Mezi nejzávažnější houby na révě vinné patří plíseň révy, padlí révy, plíseň šedá nebo bílá hniloba révy vinné. Propuknutí výskytu těchto hub lze v mnoha případech účinně zabránit už při zakládání vinohradu, a to např. zvolením správných odrůd vzhledem ke klimatickým podmínkám stanoviště, úživnosti půdy atd. (Ekovin, 2015b). Další velmi účinnou metodou je správné načasování tzv. zelených prací na vinici, které se v rámci ochrany před houbami řadí mezi nepřímou ochranu. Zelené práce jsou úpravy révového keře v průběhu roku, které mají rozhodující vliv jak na celkový vzhled vinice, tak zejména na kvalitu hroznů, což je primární účel provádění zelených prací (Eller, 2008).

Mezi nejčastěji používanou účinnou látku fungicidů patří měď v různých

sloučeninách, ať už se jedná o hydroxid měďnatý [Cu(OH)₂] nebo o síran měďnatý (CuSO₄), které jsou používány i v ekologickém vinařství (Vinařské potřeby, 2017). Většina studií, která se zabývala vlivem fungicidů na necílové organismy, neprokázala signifikantně negativní vliv fungicidů na tyto organismy (Maltby et al., 2009; Bringolf et al., 2007). Bylo ovšem prokázáno, že fungicidy v kombinaci s jinými přípravky mají negativní vliv na necílové organismy. Ve studii Jacobsena et al. 2010 byl prokázán škodlivý vliv kombinace několika fungicidů dohromady, kterým byly vystaveny myši. U těchto myši došlo k poruše reprodukce, která byla způsobena špatným fungováním endokrinního systému. Vzájemná kombinace fungicidů a insekticidů ze skupiny pyrethroidů také podněcuje vyšší toxicitu insekticidu (Norgaard a Cedergreen, 2010; Bjergager et al., 2011). Barlett et al. (2002) zjistili, že světově nejpoužívanější fungicid azoxystrobin není pro savce mutagenní, teratogenní ani nemá vliv na reprodukci, ale představuje jisté riziko při jeho inhalaci. Naopak fungicid pyrimethanil způsobuje nárůst tumorů u myši (Hurley et al., 1998). Některé fungicidy jsou silně toxické pro vodní organismy včetně vodních obratlovců. Jedná se například o pyraclostrobin (Pest Management Regulatory Agency, 2003) nebo výše zmíněný azoxystrobin (Pest Management Regulatory Agency, 2007).

Fungicidy mají nepřímý vliv na predátory, konkrétně na pavouky (Pekár, 2012). Bylo zjištěno, že se snížila abundance pavouků v místech, kde byl fungicid aplikován (Pekár, 2012). Kořisti pavouků bývají i mykofágní bezobratlí, např. chvostoskoci (Collembola) nebo někteří brouci (Coleoptera). Jejich úbytek v závislosti na úbytku potravy může vést ke změně poměrů v dostupnosti kořisti (Sunderland, 1992). Ve studii Mansoura et al. (1992) vyšlo najevo, že samotný fungicid pyrazofos je sice pro pavouky neškodný, ale jeho aplikace v polních podmínkách snížila početnost populace zkoumaných pavouků (Volkmar a Wetzel, 1993).

Vzhledem k tomu, že nebyl prokázán smrtící či jinak závažný negativní vliv fungicidů na pavouky, tak jsou fungicidy považovány za relativně bezpečné (Pekár, 2012; Mansour a Nentwig, 1988).

4. METODIKA

V rámci bakalářské práce byl zkoumán vliv fungicidů na pavouky. Jako modeloví pavouci byli vybráni pavouci rodu *Philodromus*. K výběru tohoto rodu vedlo hned několik aspektů. Pavouci rodu *Philodromus* (listovníci) jsou prokazatelně největšími predátory na vinicích a v ovocných sadech (Havlová et al., 2015; Riechert a Bishop, 1990). Také patří k pavoukům, kteří jsou aktivní i za nízkých teplot. Predační aktivita listovníků byla potvrzena v rozmezí -1,2 - 30 °C (Korenko et al., 2010). Díky velkému rozsahu teplot jsou schopni lovit i v zimě, kdy ostatní predátoři hibernují a patří proto mezi nejužitečnější druhy v biologické ochraně hospodářsky využívaných ploch (Bogya, 1999; Pekár et al., 2015; Petráková et al., 2016).

Listovníci využití ve výzkumu pro tuto bakalářskou práci byli získáni sklepáváním ze stromů a keřů v arboretu Mendelovy univerzity. Vzhledem k jejich zimní aktivitě byli sbíráni v prosinci 2015. Jednotliví pavouci byli umístěni do zkumavek, aby se zabránilo jejich vzájemné predaci. Ve zkumavce byl kousek buničité vaty, který sloužil k udržení nutné vlhkosti a také jako zdroj vody. Pavouci byli uschováni v klimatizované komoře s konstantní teplotou 10 °C a světelnou periodou simulující denní světlo a přirozené střídání dne a noci. V této komoře byli pavouci po dobu 14 dnů, během kterých se aklimatizovali a standardizovali. Jednou až dvakrát týdně byli krmeni jednou octomilkou. Determinace pavouků proběhla dle Bryja et al. (2005) a Kubcová (2004). V nasbírané skupině listovníků převládal druh *Philodromus cespitum* (WALCKENAER, 1802), do kterého patřilo 85 % jedinců. Zbýlých 15 % jedinců patřilo k druhu *P. buchari* (KUBCOVÁ, 2004). Dva týdny před výzkumem byli pavouci umístěni v laboratoři při teplotě 21 °C a nebyli celých 14 dnů krmeni (dle Michalková a Pekár, 2009; Řezáč et al., 2010; Niedobová et al., 2016 nebo Korenko et al., 2010).

Pro samotný výzkum byli vybráni jen určití standardní jedinci. Došlo k vyřazení adultních samců, jelikož jejich predací schopnost může být ovlivněna a narušena možným stářím. U adultních samců by proto nebylo signifikantní, jestli potravu nepřijímají v důsledku stáří nebo v důsledku aplikace fungicidu. Vyřazení byli také juvenilní jedinci, kteří dosahovali velmi malých rozměrů.

K samotnému testování bylo použito celkem 153 jedinců, z toho bylo 86 adultních samic a 67 samců. Každý pavouk byl pro výzkum použit pouze jednou.

Pavouci byli rozděleni do šesti skupin a opět byli všichni jednotlivě umístěni do zkumavek. V každé skupině bylo 25 jedinců, pouze v kontrolní skupině bylo pavouků 28. Každá skupina pavouků byla ovlivněna jiným fungicidem, kontrolní skupina byla zasažena pouze destilovanou vodou. Koncentrace použitých látek byla v souladu s pokyny výrobce, tj. 0,015% (IQ Crystal®); 0,05% (Karathane New®) a 0,05% (Trend 90®).

Jednotlivé skupiny byly vystaveny působení těchto fungicidů či jejich kombinaci se smáčedlem:

1. IQ Crystal®
2. Karathane New®
3. IQ Crystal® + smáčedlo Trend 90®
4. Karathane New® + Trend 90®
5. Trend 90®
6. destilovaná voda

Ve zkumavce došlo k aplikaci 0,05 ml testované látky na pavouka. Pavouk byl poté přesunut do petriho misky, ve které byl po celé ploše dna umístěn filtrační papír. Každá petriho miska a tím i každý pavouk byli opatřeni jedinečným číselným kódem. Ke každému pavoukovi byly umístěny tři octomilky *Drosophila hydei* STURTEVANT, 1921, které sloužily jako potrava. Predační aktivita, tj. počet ulovených octomilek za jednotku času, byla sledována po dobu pěti hodin v průběhu dvou dnů. Jednotlivé časové úseky, ve kterých byly kontrolovány počty ulovených octomilek, byly dlouhé 10 minut. Po 10 minutách byl zkontrolován počet živých octomilek v petriho misce. Každá ulovená octomilka byla nahrazena živou tak, aby byly v petriho misce vždy tři živé octomilky. Po skončení experimentu byli pokusní pavouci zakonzervováni v lihu a následně byli determinováni, bylo určeno jejich pohlaví a také jim byla změřena délka a šířka carapaxu.

5. VÝSLEDKY

Výsledky této studie jsou shodné s mnohými jinými, které taktéž neprokázaly letální účinky fungicidů na pavouky (Pekár, 2012; Mansour et al., 1992). V této studii bylo naopak potvrzeno ovlivnění predáční schopnosti pavouků po zásahu fungicidem (GLM-nb, $X^2_5 = 28.3$, $P < 0.001$, viz Obr. 3) a také ovlivnění sexuálního chování (GLM-nb, $X^2_5 = 12.6$, $P = 0.027$, viz Obr. 3). Počet ulovených octomilek byl přímo úměrný velikosti pavouka (GLM-NB, $X_{21} = 28,3$, $p < 0,001$, viz Obr. 3), ale nezávisel na specifickém způsobu ošetření (GLM-NB, $X_{25} = 4,2$, $p = 0,521$). V tomto případě nebylo možné odmítnout nulovou hypotézu týkající se účinku samotného fungicidu a samotného surfaktantu na počet ulovených octomilek (kontrast, $p > 0,060$). Ve skupině č. 4, která byla ošetřena fungicidem Karathane New® a smáčedlem Trend 90®, bylo zjištěno omezení predáčního chování, které se navzájem lišilo mezi samičkami a samečky – samičky lovily méně než samečci (kontrast, $p = 0,034$), zatímco predáční schopnost sameček zůstala neovlivněna (kontrast, $p = 0,094$). Ve skupině č. 3, kde byl použit fungicid IQ Crystal® spolu se smáčedlem, byli naopak více ovlivněni samečci (kontrast, $p = 0,038$). V kontrolní skupině nebyla žádná výraznější odchylka mezi zkoumanými pohlavími (kontrast, $p = 0,330$).

6. DISKUZE

Tato studie měla za cíl zjistit vliv fungicidů, smáčedel a jejich kombinací na pavouky, kteří se běžně vyskytují v hospodářských agrosystémech, zejména na vinicích a v sadech (Havlová et al., 2015; Isaia et al., 2006; Pekár et al., 2015; Petráková et al., 2016). Mnoho dosavadních studií se zabývalo pouze letálním účinkem na pavouky, nikoliv subletálním účinkem. Subletálním efektem způsobeným fungicidy se zabývala studie Samua a Vollraha (1992), kteří se zaměřili na změnu ve stavbě sítí u pavouků, kteří byli vystaveni působení fungicidů. Letální vliv fungicidů, smáčedel (surfaktantů) a jejich kombinací nebyl prokázán ani v naší studii, ale prokázal se jejich vliv na predáční schopnost. Ve studii Pekára (2002) a Mansoura a Nentwiga (1998) byl prokázán letální efekt fungicidu Delan 700 a také letální efekt přípravku BioBlatt and Apiror[®].

Výsledky naší studie jasně ukazují, že predáční chování listovníků je ovlivněno synergickým efektem testovaných fungicidů a smáčedel a také úzce souvisí s pohlavím testovaných pavouků. Naše studie ovšem nedokazuje, že by samotný přípravek Karathane New[®] s účinnou látkou meptyldinocap měl přímý vliv na behaviorální chování pavouků, a stejně tak přípravek IQ Crystal[®] s účinnou látkou quinoxifen, který je často používán ve vinicích. Tento přípravek by měl být také neškodný pro vodní ekosystémy (Merli et al., 2010).

Účinek surfaktantů je zkoumán velmi zřídka. Důvodem může být předpokládaná neškodnost těchto přípravků. Navzdory této skutečnosti studie ukazují, že některé povrchově aktivní látky mohou mít podobný nebo dokonce větší letální účinek na škůdce než samotné pesticidy (Cowles et al., 2000; Imai et al., 1994; Sims a Appel, 2007). V současné době už jsou známy i negativní účinky smáčedel na prospěšné členovce, jako jsou např. draví brouci nebo pavouci (Goodwin a McBrydie, 2000; Niedobová et al., 2016). Ve výzkumu Niedobové et al. (2016) bylo zjištěno, že surfaktant Trend 90[®] inhibuje predáční schopnost slídáka *Pardosa agrestis* (WESTRING, 1861). Synergický efekt fungicidů a smáčedel zatím nebyl pořádně prozkoumán, a to ani přes to, že se doporučuje používat smáčedla pro lepší funkci fungicidů zcela běžně přímo v terénu (Gent et al., 2003; Herda, 2013; Vašek, 2016). Existuje však několik studií, které se zabývají vlivem synergického efektu na bezobratlé živočichy (Cocco a Hoy, 2008; Evans et al., 2009; Ray a Hoy, 2014).

V naší studii se prokázal vliv synergického efektu fungicidu Karathane New® a surfaktantu Trend 90®. Kombinace těchto dvou přípravků redukuje predáční aktivitu samic pavouků. Byl také dokázán synergický efekt fungicidu IQ Crystalu® v kombinaci se surfaktantem Trend 90®. Tato kombinace naopak predáční aktivitu pavouků podněcovala. Díky naší studii můžeme konstatovat, že synergický efekt fungicidů a surfaktantů má vliv na behaviorální chování pavouků a jejich reprodukční chování.

7. SEZNAM LITERATURY

AGROMANUAL, 2017: Agromanual. [Online]. Dostupné na: <http://www.agromanual.cz/cz/atlas/vykladovy-slovník/detergenty>. [Citováno: 11. dubna 2017].

ALIX, A., CORTESERO, A. M., NÉNON, J. P., ANGER, J. P., 2001: Selectivity assessment of chlorfenvinphos reevaluated by including physiological and behavioral effects on an important beneficial insect. *Environmental Toxicology Chemistry*, 20 (11): 2530 - 2536.

ASPETIN A. L., GRUBE A. H., 1999: Pesticide industry sales and usage:1996 and 1997 market estimates: office of prevention, pesticides and toxic substances, publication no. 733-R-99-001, Washington DC: US Environmental protection agency.

BAATRUP, E. a BAYLEY, M., 1993: Effects of pyretroid cypermethrin on the locomotor activity of the wolf spider *Pardosa amentata*: Quantative analysis employing komputer-automated video tracking. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 26 (2): 138 – 152.

BARTLETT, D. W., CLOUGH, J. M., GODWIN, J. R., HALL, A. A., HAMER, M., a PARR-DOBZANSKI, B., 2002: The strobilurin fungicides. *Pest Management Science*, 58: 649 – 662.

BENACHOUR, N. a SÉRALINI G.-E., 2009: Glyphosate Formulations Induce Apoptosis and Necrosis in Human Umbilical, Embryonic, and Placental Cells. *Chemical Research in Toxicology*, 22: 97 – 105.

BENAMÚ, M. A., SÁNCHEZ, N. E., SCHNEIDER, M. I., 2010: Effects of the herbicide glyphosate on biological attributes of *Aplida veniliae* (Araneae, Araneidae), in laboratory. *Chemosphere*, 78 (7): 971 – 976.

BENNER, J. P., 1993: Pesticidal compounds from higher plants. *Pesticide Science* 39 (2): 95 – 102.

BIOSPOTŘEBITEL, 2013: Biospotřebitel. [Online]. Dostupné na: <http://biospotrebitel.cz/bio-poradna/jak-na-eko-domacnost/ovoce-zelenina-a-pesticidy>. [Citováno: 11. dubna 2017].

BJERGAGER, M. B. A., HANSON, M. L., LISSEMORE, L., HENRIQUEZ, N., SOLOMON, K. R., a CEDERGREEN, N., 2011: Synergy in microcosms with environmentally realistic concentrations of prochloraz and esfenvalerate. *Aquatic Toxicology*, 101: 412 – 422.

BOGYA, S., 1999: Spiders (Araneae) as Polyphagous Natural Enemies in Orchards. Ph.D. Thesis, Landbouwniversiteit Wageningen

BRINGOLF, R. B., COPE, W. G., EADS, C. B., LAZARO, P. R., BARNHART, M. C., a SHEA, D., 2007: Acute and chronic toxicity of technical-grade pesticides to glochidia and juveniles of freshwater mussels (Unionidae). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 26: 2086 – 2093.

BRUNNER, J. F., DUNLEY, J. E., DOERR, M. D., BEERS, E. H., 2001: Effects of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma planteri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leafrollers in Washington. *Journal of Economic Entomology*, 94 (5): 1075 – 1084.

BRYJA, V., SVATOŇ, J., CHYTIL, J., MAJKUS, Z., RŮŽIČKA, V., KASAL, P., DOLANSKÝ, J., BUCHAR, J., CHVÁTALOVÁ, I., ŘEZÁČ, M., KUBCOVÁ, L., ERHART, J., FENCLOVÁ, I., 2005: Spiders (Araneae) of the Lower Morava Biosphere Reserve and closely adjacent localities (Czech Republic). *Acta Musei Moraviae, Scientiae Biologicae. (Brno)*, 90: 13 – 184.

BUCHAR, J. a KŮRKA, A., 2001: Naši pavouci. Academia, Praha, 162 s.

BYFORD, R. L., CRAIG, M. E., DEROUNEN, S. M., KIMBALL, M. D., MORRISON, D. G., WYATT, W. E., FOIL, L. D., 1999: Influence of permethrin, diazinon and ivermectin treatments on insecticide resistance in the horn fly (Diptera: Muscidae). *International Journal for Parasitology*, 29 (1): 125 - 135.

CANOV, M., 2006: DDT. [Online]. Dostupné na: <http://canov.jergym.cz/jedy/ddt.htm>. [Citováno: 3. května 2017].

COBB A. H., 1992: Herbicides and Plant Physiology. Chapman and Hall. London.

COCCO, A. a HOY, M. A., 2008: Toxicity of organosilicone adjuvants and selected pesticides to the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae) and its parasitoid Tamarixia radiata (Hymenoptera: Eulophidae). *Florida Entomologist*, 91 (4): 610 – 620.

COWLES, R. S., COWLES, E. A., MCDERMOTT, A. M., RAMOUTAR, D., 2000: “Inert” formulation ingredients with activity: toxicity of trisiloxane surfactant solutions to two-spotted spider mites (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 93 (2): 180 – 188.

COX, R. L. a WILSON, W. T., 1987: The behavior of insecticide-exposed honey bees. *American Bee Journal*, 127 (2): 118 – 119.

CREMLYN, R. J., 1985: Pesticidy. SNTL Praha.

DALLEGRAVE, E., DI GIORGIO MANTESE F., COELHO, R. S., PEREIRA J. D., DALSENTERB, P. R., LANGELOHA A., 2003: The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup® in Wistar rats. *Toxicology Letters*, 142 (1-2): 45 – 52.

DAVEY, J. S., VAUGHAN, I. P., KING, R. A., BELL, J. R., BOHAN D, A., BRUFORD, M. W., HOLLAND, J. M., SYMONDSON, W. O. C., 2013: Intraguild predation in winter wheat: prey choice by a common epigeal carabid consuming spiders. *Journal of Applied Ecology*, 50 (1): 271 – 279.

DECOURTYE, A. a DEVILLERS, J., 2010: Ecotoxicity of Neonicotinoid Insecticides to Bees. *Insect Nicotinic Acetylcholine Receptors*, pp. 85 – 95.

DENG, L., DAI, J., CAO, H., XU, M., 2006: Effects of an organophosphorous insecticide on survival, and development of *Hylyphantes graminicola* (Araneae: Linyphiidae). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 25 (11): 3073 – 3077.

DENG, L., XU, M., CAO, H., DAI, J., 2008: Effects of methamidophos on the preadating behaviour of *Hylyphantes graminicola* (Sundevall) (Araneae – Linyphiidae). *Environmental Toxicology and Chemistry*, 26 (3): 478 - 482.

DE ROOS, A. J., BLAIR, A., RUSIECKI, J. A., HOPPIN, J. A., SVEC, M., DOSEMECI, M., SANDLER, D. P., ALAVANJA, M. C., 2005: Cancer Incidence among Glyphosate-Exposed Pesticide Applicators in the Agricultural Health Study. *Environmental Health Perspectives*, 113 (1): 49 – 54.

DINTER, A., MAUSCH, H., BRAUCKHOFF, U., 1998: Risk assessments for the linyphiid spiders *Erigone atra* and *Oedothorax apicatus* and the pyrethroid Somicidin 10 resulting from laboratory dose-response studies. *Bulletin OILB/SROP*, 21 (6): 77 - 88.

DOLEJŠ, P., 2107: Pavouci v lidských obydlích – 1. díl. [Online]. Dostupné na: <http://muzeum3000.nm.cz/clanek/pavouci-v-lidskych-obydlich-%E2%80%93-1-dil>. [Citováno: 19. dubna 2017].

DOLEJŠ, P., 2107: Pavouci v lidských obydlích – 4. díl. [Online]. Dostupné na: <http://muzeum3000.nm.cz/clanek/pavouci-v-lidskych-obydlich-%E2%80%93-4-dil>. [Citováno: 19. dubna 2017].

DVOŘÁK J., SMUTNÝ V., 2003: Herbicidy. Skriptum - Herbologie-Integrovaná ochrana proti polním plevelům, s. 69. ISBN: 80-7157-732-4.

EAGRI, 2017: Ministerstvo zemědělství. [Online]. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Vyhledavani.aspx?type=7&stamp=1491948823275>. [Citováno: 11. dubna 2017].

EKOVIN, 2015a: Zobonoska révová. [Online]. Dostupné na: <http://www.ekovin.cz/choroby-a-skudci/zobonoska-revova>. [Citováno: 1. května 2017].

EKOVIN, 2015b: Padlí révy. [Online]. Dostupné na: <http://www.ekovin.cz/choroby-a-skudci/padli-revove>. [Citováno: 2. května 2017].

ELLER, M., 2008: Zelené práce ve vinici. Bakalářská práce, Mendelova univerzita v Brně, 65 s.

EVANS, A. M., MCCAWE, J., BEGGS, W., 2009: Could herbicide used to control alien weeds be harming threatened New Zealand spiders? *Journal of Applied Entomology*, 199: 767 – 770.

EVANS, S. C., SHAW, E. W., RYPSTRA, A. L., 2010: Exposure to a glyphosate-based herbicide affects agrobiont predatory arthropod behaviour and long-term survival. *Ecotoxicology*, 19 (7): 1249 – 1257.

EVERTS, J. W., WILEMSEN, I., STULP M., SIMONS, L., AUKEMA B., KAMMENG, J., 1991: The toxic effect of deltamethrin on linyphiid and erigonid spiders in connection with ambient temperature, humidity, and predation. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 20 (1): 20 – 24.

FENG P. C. C., CHIU T. SAMMONS R. D., RYERSE J. S., 2003: Droplet size affects glyphosate retention, absorption, and translocation in corn. *Weed Science*, 51 (3): 443–448.

FOY C. L., 1992: Adjuvants for Agrichemicals. CRC Press, Boca Raton.

FOY C. L., a PRITCHARD D. W., 1996: Pesticide Formulation and Adjuvant Technology. CRC Press, Boca Raton.

FRANZ R. E., MAO M. K., SIKORSKI J. A., 1997: Glyphosate: A Unique Global Pesticide. Washington DC. American Chemical Society.

GENT, D. H., SCHWARTZ, H. F. NISSEN, S. J., 2003: Effect of Commercial Adjuvants on Vegetable Crop Fungicide Coverage, Absorption, and Efficacy. *Plant disease*, 87 (5): 591 – 597.

GILLETTE C. P., 1890: Experiments with arsenites. Iowa. Agric. Exp. Stn. Bull..10: 401–420.

GOODWIN, R. M. a MCBRYDIE, H. M., 2000: Effect of surfactant on honey bee survival. *New Zealand Plant Protection*, 53: 230 – 234.

GRIESINGER, L. M., EVANS, S. C., RYPSTRA, A. L., 2011: Effects of a glyphosate-based herbicide on mate location in a wolf spider that inhabits agroecosystems. *Chemosphere*, 84 (10): 1461 - 1466.

GUASCH-JANÉ, M. R., ANDRÉS-LACUEVA, C., JÁUREGUI, O., LAMUELA-RAVENTÓS, R. M., 2006: First evidence of white wine in ancient Egypt from Tutankhamun's tomb. *Journal of Archeological Science*, 33 (8): 1075 – 1080.

GUYTON, K. Z., LOOMIS, D., GROSSE, Y., EL GHISSASSI, F., BENBRAHIM-TALLAA, L., GUHA, N., SCOCCIANI, C., MATTOCK, H. a STRAIF, K., 2015: Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *The Lancet Oncology*, 16 (5): 490 – 491.

HANNA, C., 2012: The lethal and sublethal effects of three pesticides on the striped lynx spider (*Oxyopes salticus* HENTZ). *Journal of Applied Entomology*, 137 (1-2): 68 – 76.

HARR J., GUGGENHEIM R., SCHULKE G., FALK R. H., 1991: The leaf surface of major weeds. Waterswil, Switzerland: Fricker Ltd. Press.

HAVLOVÁ, L., HULA, V., a NIEDOBOVÁ, J., 2015: Spiders of the vine plants in southern Moravia. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 63 (5): 1471 – 1476.

HERDA, G., 2013: Srovnání fungicidní účinnosti zásahu po přidání a bez přidání smáčedla Trend 90® k fungicidnímu ošetření přípravkem Acanto® (Results from comparing of two treatments with and without adding of surfactant (Trend 90®) to the lower OSR treatment (Acanto®). Sborník z conference “Prosperující olejniny”, 12. – 13. 12. 2013, 186 – 187.

HOLSTUN J. T., BINGHAM S. W., 1960: Several triazines as selective postemergence herbicides in cotton. *Weeds*, 8 (2): 187–197.

HURLEY, P. M., HILL, R. N., A WHITING, R. J., 1998: Mode of carcinogenic action of pesticides inducing thyroid follicular cell tumors in rodents. *Environmental Health Perspectives*, 106: 437 – 445.

CHAPMAN P. J., MATTOCK S., SAVAGE R., 1998: Controls on the authorisation and use of adjuvants with agrochemicals in the UK. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference - Pests and Diseases. 121–126. BCPC Farnham.

IMAI, T., TSUCHIYA, S., MORITA, K., FUJIMORI, T., 1994.: Surface tension-dependent surfactant toxicity on the Green Peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphidae). *Applied Entomology and Zoology*, 29 (3): 389 – 393.

INDERJIT (ed.), 2004: Weed biology and management. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 553 s. ISBN 1-4020-1761-8.

INPEST, 2017: Postřiky na plevely ve vinné révě. [Online]. Dostupné na: <http://www.inpest.cz/postriky-na-plevele-ve-vinne-reve>. [Citováno: 27. dubna 2017].

INTEGROVANÝ REGISTR ZNEČIŠŤOVÁNÍ, 2017: DDT. [Online]. Dostupné na: <https://www.irz.cz/repository/latky/ddt.pdf>. [Citováno: 3. května 2017].

ISAIA, M., BONA, F., BADINO, G., 2006: Influence of landscape diversity and agricultural practices on spider assemblage in Italian vineyards of Langa Astigiana (Northwest Italy). *Environmental Entomology*, 35 (2): 297 – 307.

JACKSON, E. D., 2009: Nutritional Ecology: A First Vegetarian Spider. *Current Biology*, 19 (19): R894.

JAGERS OP AKKERHUIS, G. A. J. M., 1993: Walking behaviour and population density of adult linyphiid spiders in relation to minimizing the plot size in short term pesticide studies with pyrethroid insecticides. *Environmental Pollution*, 80 (1): 163 – 171.

JAGERS OP AKKERHUIS, G. A. J. M., DAMGAARD C., KJAER, C., ELMEGRAAD, N., 1999: Comparison of the toxicity of dimethoate and cypermethrin in the laboratory and the field when applying the same bioassay. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 18 (10): 2379 – 2385.

JOCQUÉ, R., & DIPPENAAR-SCHOEMAN, A.S., 2006: Spider families of the world. Royal Museum for Central Africa, Tervuren, 336 s.

KNOCH M., NOGA G., LENZ F., 1992: Surfactant-induced phytotoxicity: evidence for interaction with epicuticular wax fine structure. *Crop Protection*. 11 (1): 51–56.

KOMÍNKOVÁ, D., 2011: Ekotoxikologie. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 156 s. ISBN 978-800-1040-584.

KORENKO, S., PEKÁR, S., a HONĚK, A., 2010: Predation activity of two winter-active spiders (Araneae: Anyphaenidae, Philodromidae). *Journal of Thermal Biology*, 35: 112 – 116.

KUBCOVÁ, L., 2004: A new spider species from the group *Philodromus aureolus* (Araneae, Philodromidae) in central Europe. In: Thaler, K. (ed.) *Diversität und Biologie von Webspinnen, Skorpionen und anderen Spinnentieren*. Denisia 12: 291 – 304.

KULA, E., 2009: Možnosti užití zoocenózy bezobratlých k bioindikaci relativně trvalých ekologických podmínek smrkových a bukových ekosystémů Moravskoslezských Beskyd, Pilotní projekt pro grantovou agenturu NAZV, 28s.

KŮRKA, A., ŘEZÁČ, M., MACEK, R., DOLANSKÝ, J., 2015: Pavouci České republiky. Academia, Prague.

LEE, S., TSAO, R., PETERSON, C., COATS, J. R., 1997: Insecticidal activity of monoterpenoids to western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae), and house fly (Diptera: Muscidae). *Journal of Economic Entomology*, 90 (4): 883 – 892.

LENGWILER, U., a BENZ, N., 1994: Effects of selected pesticides on web building behaviour of *Larinioides sclopetarius* (Clerck) (Araneae, Araneidae). *Journal of Applied Entomology*, 117 (1 – 5): 99 – 108.

LONGLEY, M., a JEPSON, P. C., 1996: The influence of insecticide residues on primary parasitoid and hyperparasitoid foraging behaviour in the laboratory. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 81 (3): 259 – 269.

LUORANEN, J. a VIIRI, H., 2005: Insecticides sprayed on seedlings of *Picea abies* during active growth: damage to plants and effect on pine weevils in bioassay. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20 (1): 47 – 53.

MALTBY, LORRAINE, BROCK, T. C. M., a VAN DEN BRINK, P. J., 2009: Fungicide risk assessment for aquatic ecosystems - Importance of interspecific variation, toxic mode of action, and exposure regime. *Environmental Science and Technology*, 43: 7556 – 7563.

MANSOUR, F., a NENTWIG, W., 1988: Effects of agrochemical residues on four spider taxa: laboratory methods for pesticide tests with web-building spider. *Phytoparasitica* 16 (4): 317 – 326.

MANSOUR, F., HEIMBACH, U., WEHLING, A., 1992: Effects of pesticide residues on ground-dwelling lycosid and micryphantid spiders in laboratory tests. *Phytoparasitica*, 20 (3): 195 – 202.

MANTHEY F. A., MATYSIAK R., NALEWAJA J. D., 1992: Petroleum oil and emulsifier affect the phytotoxicity of imazethapyr. *Weed Technology*. 6 (1): 81 – 84.

MATTHEWS G. A., 2000: Pesticide Application Methods, Blackwell Science Ltd. 426 s. ISBN 0-632-05473-5.

McWHORTER C. G., 1956: The comparative tolerance of crops to sprays of new herbicides directed to avoid contact with the foliage of crops. Proc. 9th South Weed Conf. 295 – 296.

McWHORTER C. G., 1993: Epicuticular wax on johnsongrass (*Sorghum halepense*) leaves. *Weed Science*, 41 (3): 475 – 482.

MERLI, A., REEVES, G., MEREGALLI, G., PICCININI, A., NEGRI, I., CARMIGNANO, P., BALDERACCHI, M., CAPRI, E., 2010: Surface-water exposure to quinoxifen: Assessment in landscape vineyards. *Journal of Hydrology*, 383: 62 – 72.

MICHALKOVÁ, V. a PEKÁR, S., 2009: How glyphosate altered the behaviour of agrobiont spiders (Araneae: Lycosidae) and beetles (Coleoptera: Carabidae). *Biological Control*, 51 (3): 444 – 449.

MIKULKA, J., KNEIFELOVÁ, M., MARTINKOVÁ, Z., SOUKUP, J., UHLÍK, J., 2005: Plevelné rostliny. Profi press s.r.o. Praha, 148 s. ISBN: 80-86726-029.

MINK, P. J., MANDEL, J. S., LUNDIN, J. I., SCEURMAN, B. K., 2011: Epidemiologic studies of glyphosate and non-cancer health outcomes: A review. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 61 (2): 172 – 184.

NIEDOBOVÁ, J., HULA, V., MICHALKO., R., 2016: Sublethal effect of agronomical surfactants on the spider *Pardosa agrestis*. *Environmental Pollution*, 213: 85 – 89.

NORGAARD, K. B., a CEDERGREEN, N., 2010: Pesticide cocktails can interact synergistically on aquatic crustaceans. *Environmental Science and Pollution Research*, 17: 957 – 967.

NYFFELER, M., a BENZ, G., 1987: Spiders in natural pest control: A review 1. *Journal of Applied Entomology*, 103 (1-5): 321 – 339.

O'CONNOR–MARER P. J., 2000: The safe and effective use of pesticides. Agriculture and Natural Resources, Oakland. 342 s. ISBN: 1-879906-43-0.

PAVELA, R.: 2006: Rostlinné jedy. Grada Publishing. ISBN: 80-247-1019-6.

PENG, Y., SHAO, X-I., HOSE, G. C., LIU, F-X., CHEN, J., 2010: Dimethotate, fenvalerate and their mixture affects *Hylyphantes graminicola* (Araneae: Linyphiidae) adults and their unexposed offspring. *Agricultural and Forest Entomology*, 12 (4): 343 – 351.

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

PEKÁR, S., 2013: Side Effect of Synthetic Pesticides on Spidert. *Spider Ecophysiology*, 2013 (10): 415 – 427.

PEKÁR, S., a BENEŠ, J., 2008: Aged pesticide residues are detrimental to agrobiont spiders (Araneae). *Journal of Applied Entomology*, 132 (8): 614 – 622.

PEKÁR, S., MICHALKO, R., LOVERRE, P., LÍZNAROVÁ, E., ČERNECKÁ, L., 2015: Biological control in winter: novel evidence for the importance of generalist predator. *Journal of Applied Ecology*, 52: 270 – 279.

PEST MANAGEMENT REGULATORY AGENCY, 2003: Regulatory note on pyraclostrobin, Headline EC and Cabrio EG. REG2003-06: Health Canada, Ottawa Canada, 106 p. [Online.] Dostupné na: http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/_decisions/reg2003-06/index-eng.php. [Citováno: 25. srpna 2012].

PEST MANAGEMENT REGULATORY AGENCY, 2007: Regulatory note on azoxystrobin and Dynasty 100FS fungicide: Ottawa, Canada, Pest Management Regulatory Agency REG2007-02, 44 p. [Online]. Dostupné na: http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/_decisions/reg2007-02/index-eng.php. [Citováno dne: 24. srpna 2012].

PETRÁKOVÁ, L., MICHALKO, R., LOVERRE, P., SENTENSKÁ, L., KORENKO, S., PEKÁR, S., 2016: Intraguild predation among spiders and their effect on the pear psylla during winter. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 233: 67 – 74.

PROKOP, M., 2017: Agromanual. [Online.] Dostupné na: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/pripravky-na-ochranu-rostlin>. [Citováno: 22. dubna 2017].

RAY, H. A. a HOY, A. M., 2014: Effects of reduced-risk insecticides on three orchid pests and two predacious natural enemies. *Florida Entomologist*, 97 (3): 972 – 978.

REICHERT, S., E. and BISHOP, L., 1990: Prey Control by an Assemblage of Generalist Predators: Spiders in Garden Test Systems. *Ecological Society of America*, 71 (4): 1441 – 1450.

ROGGENBUCK F. C., PENNER D., BUROW R. F., THOMAS B., 1993: Study of the enhancement of herbicide activity and rainfastness by an organosilicone adjuvant utilizing radiolabelled herbicide and adjuvant. *Pest Management. Science*, 37 (2): 121 – 125.

ROZÍKOVÁ, V., 2008: Přínosy a rizika používání pesticidů v rostlinné produkci. Bakalářská práce, Mendelova univerzita v Brně, 80 s.

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.

SAMU, F. a VOLLRATH, H., 1992: Spider orb web as bioassay for pesticide side effects. *Entomologia, Experimentalis et Applicata*, 62 (2): 117 – 124.

SÉRALINI, G. E., CLAIR, E., MESNAGE, R., DEFARGE, N., MALATESTA, M., HENNEQUIN, D. A SPIROUX DE VENDÔMOIS, J., 2014: Republished study: Long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environmental Sciences Europe*, 26: 14.

SHAW, E. M., WADDICOR, M., LANGAN, A. M., 2006: Impact of cypermethrin on feeding behaviour and mortality of the spider *Pardosa amentata* in arend with artificial 'vegetation'. *Pest Management Science*, 62 (1): 64 – 68.

SHAW, E. M., WHEATER, C. P., LANGAN, A. M., 2005: The effects of cypermethrin on *Teniophantes tenuis* (Blackwall, 1852): development of technique for assessing the impact of pesticides on web building in spiders (Araneae: Linyphiidae). *Acta zoologica bulgarica*, 1: 173 – 179.

SIMS, S. R. a APPEL, A. G., 2007: Linear alcohol ethoxylates: insecticidal and synergistic effects on German cockroaches (Blattodea: Blattellidae) and other insects. *Journal of Economic Entomology*, 100 (3): 871 – 879.

SINGH A., HAMME J. D. VAN, WARD O. P., 2007: Surfactants in microbiology and biotechnology: Part 2. Application aspects. *Biotechnology Advances*. 25 (1): 99 – 121.

SOL BALBUENA, M., TISON, L., HAHN, M.-L., GREGGERS, U., MENZEL, R., FARINA, W. M., 2015: Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation. *Journal of Experimental Biology*, 218: 2799 - 2805.

STEPHENSON, G. L., KAUSHIK, A., KAUSHIK N. K., SOLOMON, K. R., STEELE, T., SCROGGINGS, R. P., 1998: Use of an avoidance-response test to assess the toxicity of contaminated soil to earthworms. Shepphard S. C. (ed.), *Advances in Earthworm Ecotoxicology*. Setac Press, Pensacola, FL, pp. 67 – 81.

SUCHAIL, S., GUEZ, D., BELZUNCES, L P., 2001: Discrepancy between acute and chronic toxicity induced by imidacloprid and its metabolites in *Apis mellifera*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20 (11): 2482 – 2486.

SUNDERLAND, K. D., 1992: Effects of pesticides on the population ecology of polyphagous predators. *Aspect of Applied Biology*, 31 (4): 220 – 228.

SWANSON, N. L., LEU, A., ABRAHAMSON, J. a WALLET, B., 2014: Genetically engineered crops, glyphosate and the deterioration of health in the United States of America. *Journal of Organic Systems*, 9 (2): 6–37.

ŠAFRÁNKOVÁ, I., 2011: Ochrana rostlin. FytoChem, mezioborová integrace výuky zaměřená na rostlinnou biochemii a fytopatologii. CZ.1.07/2.2.00/28.0171.

ŠVRŠEK, J., 1997: Rostlinné jedy 1. [Online]. Dostupné na: <http://natura.baf.cz/natura/1997/4/9704-6.html>. [Citováno: 11. dubna 2017].

THONGPRAKAISANGA, S., THIANANAWATB, A., RANGKADILOKA, N., SURIYOC, T., SATAYAVIVAD J., 2013: Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food and Chemical Toxicology*, 59: 129 – 136.

TIETJEN, W. J., 2006: Pesticides affect the mating behaviour of *Rabidosa rabuda* (Araneae: Lycosidae). *Journal of Arachnology*, 30 (2): 285 – 288.

TIETJEN, W. J. a CADY, A. B., 2007: Sublethal exposure to a neurotoxic pesticide affects activity rhythms and patterns of four spider species. *Journal of Arachnology*, 35 (2): 396 – 406.

TÖTH, Š., 2002: Herbicídy versus buriny. Victoria Prešov. 102 s. ISBN 80-968810-0-0.

VÁŠEK, J., 2016. Profesionální řada smácedel. [Online]. Dostupné na: <http://uroda.cz/profesionalni-rada-smacedel/> [Citováno: 1. května 2017].

VELÍŠEK, J., 1999: Chemie potravin 3. OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-5-3.

VINAŘSKÉ POTŘEBY BS, 2017: Postřikový plán 2017. [Online]. Dostupné na: https://www.vinarskepotreby.cz/out/pictures/wysiwigpro/aktuality/prospekt_postrikovy%20plan_2017_CZ_vertikal_A3naA4.pdf. [Citováno: 2. května 2017].

VOLKMAR, C., a WETZEL, T., 1993: On the occurrence of insects pests and soil surface spiders (Araneidae) in cereal fields and the side effects of some fungicides. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 45 (11): 233 – 239.

WESTERN N. M., HISLOP E. C, NIESWEL M., HOLLOWAY P. J., COUPLAND D., 1999: Drift reduction and droplet size in sprays containing adjuvant oil emulsions. *Pest Management Science*, 55 (6): 640 – 642.

WILLIAMS, G. M., KROES R., MUNRO I. C., 2000: Safety Evaluation and Risk Assessment of the Herbicide Roundup and Its Active Ingredient, Glyphosate, for Humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 31 (2): 117 – 165.

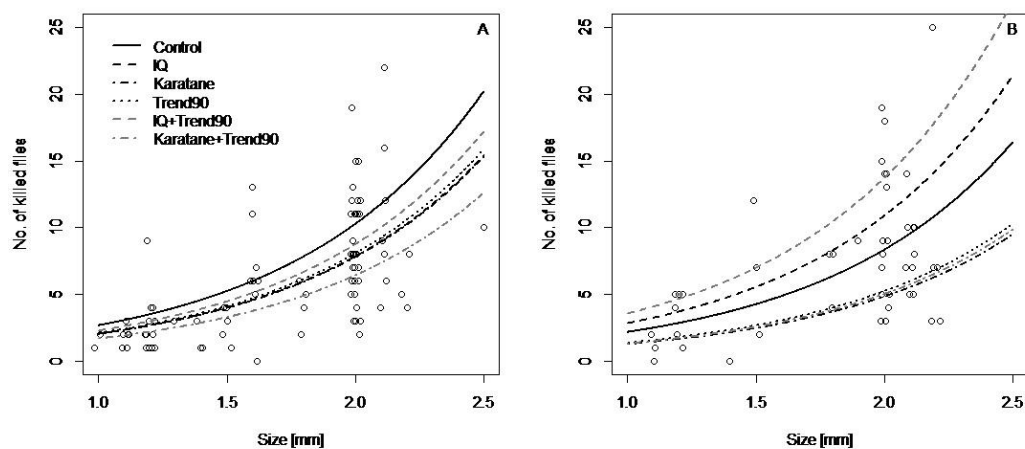
WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015: Evaluation of Five Organophosphate Insecticides and Herbicides. *IARC Monographs*, Vol. 112.

WORLD SPIDER CATALOG, 2017: World Spider Catalog. [Online]. Dostupné na: <http://wsc.nmbe.ch>, Version 18.0 [Citováno: 11. dubna 2017].

YANG, R., JIANG, G., ZHOU, Q., YUAN, CH., JIAN-BO SHI, J., 2005: Occurrence and distribution of organochlorine pesticides (HCH and DDT) in sediments collected from East China Sea. *Environment International*, 31 (6): 799 – 804.

ZIMMERMAN P. W., HITCHCOCK A. E., 1942: Substituted phenoxy and benzoic acid growth substances and the relation of structure to physiological activity. *Contributions from Boyce Thompson Institute*, 12: 321 – 344.

8. PŘÍLOHY



Obr. 3: Vztah mezi velikostí těla a predáční aktivitou samic (graf A) a samců (graf B) pavouka rodu *Philodromus*, kteří byli vystaveni kontaktu se smáčedlem, fungicidem a směsí fungicidu se smáčedlem.