

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Vliv pesticidů na bázi neonikotinoidů na křížáka lučního
Mangora acalypha (Walckenaer, 1802)**

Diplomová práce

**Bc. Martin Priadka
Zájmové chovy zvířat**

doc. Mgr. Stanislav Korenko, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Vliv pesticidů na bázi neonikotinoidů na křížáka lučního *Mangora acalypha* (Walckenaer, 1802)" jsem vypracoval 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 autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24.07.2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Mgr. Stanislavu Korenkovi, Ph.D. za rady při vypracování závěrečné práce, pomoc při stanovení metodiky práce a určení pavouků. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jakubovi Sýkorovi za pomoc při provedení postřiků, RNDr. Milanu Řezáčovi, Ph.D. za poskytnuté insekticidy pro provedení experimentu. Rovněž bych chtěl poděkovat Bc. Janu Alblovi za spolupráci při sběru dat a pomoc při starostlivosti o pavouky, dále slečně Kateřině Beránkové za občasnou výpomoc v laboratoři a pomoc při zpracování mapky odchyty, ale hlavně Bc. Anně Dobřemyslové za výpomoc v laboratoři a přípravě pomůcek pro výzkum, také za pomoc při zpracování fotografií sítí, kontrole diplomové práce a celkově za rady při psaní.

Vliv pesticidů na bázi neonikotinoidů na křižáka lučního *Mangora acalypha* (Walckenaer, 1802)

Souhrn

Tato diplomová práce se zabývá vlivem běžně využívaných insekticidů (mospilan, biscaya a confidor) v zemědělství a soukromými osobami. Zkoumá vliv na snovací činnost a mortalitu u křižáka lučního *Mangora acalypha*. Tento křižák je běžně zastoupen na loukách, ale také v polích a sadech, kde může být potencionálním predátorem pro zemědělské škůdce.

První část experimentu byla zaměřena na monitorování a sběr dat z louky v Praze – Lysolajích. V této části byl sledován výskyt samotného studovaného druhu *M. acalypha*, jako i diverzita dalších druhů pavouků vyskytujících se na této lokalitě.

Druhá část zkoumá vliv jednotlivých druhů pesticidů na snovací činnost a mortalitu křižáka lučního. Experiment byl u každého z pesticidů rozdělen na podskupiny podle typu aplikace, a to na tarzální ošetření a ošetření postřikem. Následně byl sledován jejich vliv na snovací činnost a mortalitu v experimentálních arénách a poté v zkumavkách.

Sesbíraná data byla následně vyhodnocena v programu GraphPad InStat 3 pomocí několika testovacích metod, vybraných na základě typu dat. Dále byly ručním zpracováním vyhodnoceny sledované ukazatele architektury sítě. Po provedení statistické analýzy bylo zjištěno, že ošetření tarzální cestou ani postřikem nevykazuje signifikantní rozdíl mezi ošetřenou a kontrolní skupinou. Rozdíl nebyl signifikantní ani v případě mortality pavouků. Při vyhodnocení architektury sítě, byla v některých případech pozorována významná změna ve srovnání s postavěnou sítí od stejného pavouka před aplikací přípravků.

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

Effect of neonicotinoid pesticides on orb web weaving spider *Mangora acalypha* (Walckenaer, 1802)

Summary

This diploma thesis deals with the influence of commonly used insecticides (mospilan, biscaya and confidor) in agriculture and by private individuals. It investigates the effect on weaving activity and mortality of *Mangora acalypha*. This cricket-bat is commonly found in meadows, but also in fields and orchards, where it can be a potential predator for agricultural pests.

The first part of the experiment was focused on monitoring and data collection from the meadow in Prague - Lysolaje. In this part, the occurrence of the studied species *M. acalypha* itself was monitored, as well as the diversity of other species of spiders occurring in this locality.

The second part examines the influence of individual types of pesticides on weaving activity and mortality of *M. acalypha*. For each of the pesticides, the experiment was divided into subgroups according to the type of application, namely tarsal treatment and spray treatment. Subsequently, their effect on weaving activity and mortality in experimental arenas and then in test tubes was monitored.

The collected data were then evaluated in GraphPad InStat 3 using several test methods, based on the data type. Furthermore, the monitored indicators of network architecture were evaluated by manual processing. After statistical analysis, it was found that treatment by tarsal or spray does not show a significant difference between the treated and control groups. The difference was not significant even in the case of spider mortality. When evaluating the architecture of the nets, in some cases a significant change was observed compared to a built net from the same spider before the application of the pesticides.

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

Obsah

1 Úvod	- 1 -
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	- 2 -
3 Literární rešerše.....	- 3 -
3.1 Ekologie křížáka lučního	- 3 -
3.1.1 Výskyt druhu.....	- 3 -
3.1.2 Popis druhu	- 4 -
3.1.3 Snovací činnost	- 4 -
3.2 Pesticidy	- 5 -
3.2.1 Insekticidy a akaricidy	- 5 -
3.2.1.1 Nikotin a neonikotinoidové sloučeniny.....	- 5 -
3.2.2 Vliv pesticidů na pavouky	- 8 -
4 Metodika.....	- 9 -
4.1 Sběr.....	- 9 -
4.1.1 Místo a postup sběru	- 10 -
4.1.1.1 Diverzita pavouků	- 11 -
4.2 Chov pavouků v laboratorních podmínkách.....	- 12 -
4.2.1 Chov octomilek.....	- 13 -
4.3 Metodika pokusu.....	- 13 -
4.3.1 Focení sítí.....	- 15 -
4.3.2 Metodika aplikace pesticidů	- 16 -
4.3.2.1 Příprava pesticidů.....	- 16 -
4.3.2.2 Ošetření insekticidem.....	- 16 -
4.3.3 Metodika zpracování dat.....	- 18 -
5 Výsledky.....	- 22 -
5.1 Vyhodnocení diverzity a fenologie.....	- 22 -
5.2 Vyhodnocení sítí	- 24 -
5.2.1 Kontrolní skupina	- 24 -
5.2.2 Sítě po ošetření.....	- 28 -
5.2.2.1 Mospilan.....	- 28 -
5.2.2.2 Biscaya	- 37 -
5.2.2.3 Confidor	- 45 -
5.3 Vyhodnocení mortality	- 53 -
5.3.1 Efekt na přežívání u Mospilanu	- 53 -
5.3.2 Efekt na přežívání u Biscayi	- 54 -
5.3.3 Efekt na přežívání u Confidoru.....	- 54 -
5.3.4 Porovnání výsledků u mortality.....	- 55 -

5.4	Vyhodnocení líhivosti	- 56 -
6	Diskuze	- 57 -
6.1	Monitoring a diverzita	- 57 -
6.2	Hodnocení sítí	- 57 -
6.3	Sítě po ošetření přípravky	- 58 -
6.4	Mortalita po ošetření přípravky	- 60 -
6.5	Líhivost	- 61 -
6.6	Používání pesticidů	- 61 -
7	Závěr	- 62 -
8	Literatura	- 63 -

1 Úvod

Pesticidy významným způsobem ovlivňují prostředí, ve kterém jsou aplikovány. Využívají se k ovlivnění nebo hubení organismů, vůči kterým jsou určeny. Objev neonikotinoidních insekticidů lze považovat za jeden z nejvýznamnějších mezníků v agrochemickém výzkumu za poslední čtyři desetiletí. Dnes představují neonikotinoidy nejrychleji rostoucí skupinu insekticidů od uvedení na trh. Což je zřejmě způsobeno i kvůli jejich relativně nízkému riziku pro necílové organismy, životní prostředí a vysoké cílové specifčnosti v kombinaci s jejich univerzálností v aplikačních metodách. Jen v roce 2006 tvořila skupina neonikotinoidů celosvětový roční obrat v hodnotě přibližně 1,56 miliardy USD, což představovalo téměř 17 % celosvětového trhu s insekticidy (Jeschke & Nauen 2008).

Jak ale uvádí Sillsová (2013) neonikotinoidní insekticidy jsou významnou hrozbou pro opylovače i obratlovce kvůli jejich vysoké toxicitě, perzistenci v životním prostředí, kvůli jejich výborné rozpustnosti ve vodě a tedy možnosti kontaminace povrchových a podzemních vod. Musíme tedy myslet na to, že ač jsou insekticidy cíleny na zemědělské škůdce, mohou mít významný dopad i na jejich predátory, což jen vede k jejich vyššímu používání a k biologické nestabilitě. Nejen z tohoto důvodu je žádoucí zjistit, jaký je reálný dopad neonikotinoidních pesticidů na běžně se vyskytující predátory na zemědělských plodinách.

Proto jsem se v této práci zaměřil na zkoumání jejich vlivu na běžně se vyskytujícího pavouka. Jako modelový organismus jsem si vybral křížáka lučního, který se hojně vyskytuje na loukách, v zahradách, v okolí polí a také v urbánních zónách po celé České republice. Cílem práce bylo zjistit dopady tří běžně využívaných neonikotinoidů (mospilan, biscaya a confidor) na jeho snovací činnost a mortalitu.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je zjistit vliv vybraných pesticidů na bázi neonikotinoidů na přežívání a chování křížáka lučního *Mangora acalypha* (Walckenaer, 1802) v laboratorních podmínkách. Sérií testů se bude sledovat efekt ošetření pesticidy na jeho přežívání, a jeho snovací činnost. Chemické ošetření bude, buď tarzální cestou, nebo přímým postřikem. Následně se bude sledovat snovací činnost v experimentálních arénách a to jak u jedinců neošetřených (kontrolní skupina) tak i u jedinců vystavených ošetření pesticidy.

Nulová hypotéza: Neonikotinoidy způsobují změnu v struktuře sítě a zvýšenou mortalitu u křížáka lučního *Mangora acalypha*.

Alternativní hypotéza: Neonikotinoidy nezpůsobují změnu v struktuře sítě a zvýšenou mortalitu u křížáka lučního *Mangora acalypha*.

3 Literární rešerše

3.1 Ekologie křížáka lučního

Jako modelový druh pro tuto diplomovou práci jsem si vybral křížáka lučního *Mangora acalypha* (Walckenaer, 1802), neboť je tento druh na našem území velmi hojný a i přesto málo prozkoumaný. *Mangora acalypha* byl poprvé popsán v roce 1802 francouzským vědcem C. A. Walckenaer (Kůrka et al. 2015). Je to menší druh pavouka řazený do:

Říše: Animalia Linnaeus, 1758

Kmen: Členovci Arthropoda (Latreille, 1829)

Podkmen: Klepítkatci Chelicerata (Heymons, 1901)

Třída: Pavoukovci Arachnida Cuvier, 1812

Řád: Pavouci Araneae Clerk, 1757

Čeleď: Křížákovití Araneidae Clerk, 1757

Rod: *Mangora* O. Pickard-Cambridge, 1889

Celosvětově bylo ke dni 22.7.2020 již popsáno 48 641 druhů pavouků (wsc.nmbe.ch). Čeleď křížákovití je třetí nejpočetnější čeledí na světě, do které se řadí 3045 druhů pavouků. Jen na území České republiky jich bylo popsáno 44 druhů (Kůrka et al. 2015).

Rod *Mangora* (O. Pickard-Cambridge 1889) je jednou z nejvýraznějších skupin mezi pavouky stavějících 2D kruhové síť (Levi 2007). Rod obsahuje 187 druhů (biolib.cz). U nás i v Evropě je křížák luční jediným zástupcem (Kůrka et al. 2015). V Asii bylo popsáno 11 druhů (většina v Číně), 1 v Africe a 174 v Americe (research.amnh.org). Z toho v Severní Americe žije 32 druhů a v Jižní Americe je to až 142 druhů. Rod *Mangora* tak patří mezi nejrozmanitější rody pavouků na Americkém kontinentu. Vzhledem k nedostatku materiálu v jihoamerických sbírkách pavouků a probíhajícímu výzkumu může v budoucnu ještě několik nových druhů přibít (Levi 2007).

3.1.1 Výskyt druhu

Křížáka lučního nalezneme v již zmíněné Evropě na Madeiře, v Severní Africe, Turecku, na Blízkém východě, Kavkazu, v Rusku (po jižní Sibiř), v centrální Asii a v Číně. Můžeme tedy říct, že je to pavouk Palearktické oblasti (catalogueoflife.org). Na území České Republiky byl poprvé nalezen v roce 1859 pánem F. Prachem. V současnosti je jeho výskyt v České republice podle arachnology.cz evidován ve 180-ti, z 628 kvadrátů. Na našem území tedy není ohrožený (arachnology.cz) a kromě horských pásem je hojný téměř na celém území (Kůrka et al. 2015). Vyskytuje se v oblastech stadia klimaxu, v přírodních i polopřírodních habitatech. Od zasluněných až po částečně zastíněné stanoviště, které mohou být velmi suché nebo téměř vlhké (Buchar & Růžička 2002). Preferuje stanoviště s nízkou vegetací v nízkých až středních polohách. Hlavně louky, stepní svahy, vřesoviště, lesní okraje a světliny (Kůrka et al. 2015). Nalezneme ho také v sadech, polích a v lomech (Buchar and Růžička 2002). Nejhojnější je na udržovaných, suchých loukách. V současní době jsou tyto stanoviště ohroženy absencí pastvy či kosení. Důsledkem je zarůstání agresivními druhy trav a dřevinami. Suché louky vyhledávají i jiné druhy křížáků zejména křížák skvostný *Aculepeira ceropegia* (Walckenaer, 1802) a křížák pýřitý *Agalenatea redii* (Scopoli, 1763). Dalšími častými zástupci pavouků suchých luk jsou přičnatka stepní *Hahnina nava* (Blackwall, 1841),

listovník štíhlý *Tibellus oblongus* (Walckenaer, 1802), běžník kopretinový *Misumena vatia* (Clerck, 1758) a běžník obecný *Xysticus cristatus* (Clerck, 1757) (Kůrka et al. 2015).

3.1.2 Popis druhu

Díky širokému areálu rozšíření je křížák luční variabilní jak velikostně tak zbarvením. Velikost těla samic je uváděna v rozmezí 5,5 – 6 mm a velikost těla samců 3 – 3,5 mm (araneae.nmbe.ch). Na našem území dosahuje spíše menší velikosti, jak uvádí Kůrka et al. 2015 je velikost samic v rozmezí 3,5 – 4 mm a velikost samců 2,5 – 3 mm. Pavouci mají 8 malých očí s typickým uspořádáním, platící pro celou čeleď. Tvoří jej dvě souběžné řady, přičemž jsou čtyři střední oči uspořádány do čtverce uprostřed čela a dva páry postranních očí, které jsou od nich značně vzdáleny. Mají mohutná, krátká klepítka se zoubky lemující žlábek. Na přední straně jích mají 3 – 5 a na zadní straně žlábků 2 – 3 o něco kratší. Zadní článek klepítek má na vnější straně umístěný kondylus.

Hlavohruď je světlá, žluté až zelenavé barvy s úzkou černou obrubou a s jedním úzkým podélným proužkem. Sternum je skoro černé barvy. Nohy jsou celkově robustní a krátké s nažloutlou až nazelenavou barvou. Často s výrazným kroužkováním nebo tečkováním. Gnatoxy mají poměrně široké, labium mají také spíše širší než delší a na přední straně ztloustlé (Kůrka et al. 2015). Na třetí tibii mají dvě řady trichobotrii (araneae.nmbe.ch). Na konci posledního článku chodidla mají tři drápky s několika štětinkami. Zadeček je vejčitého tvaru s převládajícím bílým a žlutým zbarvením (Kůrka et al. 2015). V přední části mají často tři krátké čárkovité skvrny (araneae.nmbe.ch), za kterými následuje nápadná centrální kresba. Ta je tvořena třemi černými podélnými rovnoběžnými proužky, které jsou spojené tmavými, někdy jen naznačenými příčkami. Černý prostřední proužek někdy zasahuje až k přednímu okraji zadečku (Kůrka et al. 2015). Ventrální část je tmavá s dvěma páry velkých žlutých skvrn (araneae.nmbe.ch). Snovací aparát mají složen z krátkých snovacích bradavek, vyvinut je i kolulus (Kůrka et al. 2015).

3.1.3 Snovací činnost

Křížák luční si staví dvoudimenzionální nevelké kruhové sítě s centrální částí nad geometrickým středem, které jsou uchyceny na bázi porostu těsně nad zemí. Síť je často různě nakloněna, někdy téměř vodorovná. Je velmi jemná a hustá, na obvodu je tvořena nosnými vlákny, paprsky, sbíhajícími se do středu sítě spolu s lepkavou spirálou. Střed sítě je vypředen. Je složená z 50 - 60 radiálních paprsků se stejným počtem závitů ve spirále. Jednotlivá polička jsou menší než jeden milimetr. Mláďata jich zpravidla zhotovují více než dospělé samice. Na kořist pavouk nehybně čeká ve středu na její spodní straně. Nejčastější kořisti jsou menší dvoukřídli, blanokřídli, motýli, rovnokřídli a další hmyz. Síť k lovu využívají zejména samice a mláďata, samci v dospělosti svou pavučinu opouštějí a vyhledávají samice k páření. Při tom se někdy stanou kořisti větší samice svého druhu, buď až po kopulaci, nebo ještě před ní. Příchozí samci proto k samici přistupují pomalu a škubou za vlákna v určitém rytmu a tím samici informují o své přítomnosti (Kůrka et al. 2015).

Samice staví kulovitý kokon ukrytý ve vegetaci v blízkosti sítě. Samice kokon hlídá. Mláďata se pak líhnou až v létě a přezimují (Kůrka et al. 2015). V následujícím roce první dospívají samci. Objevují se od začátku dubna, samice pak od začátku května a jejich výskyt je zaznamenán do konce srpna (araneae.nmbe.ch).

3.2 Pesticidy

Přesná definice pesticidů je poněkud složitá. V podstatě se jedná o sloučeninu užívanou k prevenci, odpuzování nebo ničení nežádoucích živých organismů. Každý pesticid má svůj specifický chemický název a také konvenční název využíván prodeji. Ten se ale může v různých zemích výrazně lišit. Dle specifické skupiny, proti které je látka určena, se rozdělují na přípravky k ničení hmyzu s názvem insekticidy, dále jsou to akaricidy na ničení roztočů, k ničení hlodavců se využívají rodenticidy, na ničení rostlin - herbicidy, na ničení hub – fungicidy a na ničení měkkýšů – moluscidy (Baker et al. 2012).

3.2.1 Insekticidy a akaricidy

Zahrnují velkou skupinu látek proti bezobratlým. Dle chemické struktury a působení se rozdělují do skupin:

- Organochlorové pesticidy – DDT
- Anticholinesterázová činidla – organofosfáty, karbamáty
- Piretríny a syntetické pyretroidy
- Nikotín a neonicotinoidové sloučeniny
- Insekticidy, které napadají struktury a systémy specifické pro hmyz (regulují dospívání nebo reprodukci)
- A další insekticidy (Baker et al. 2012).

3.2.1.1 Nikotín a neonicotinoidové sloučeniny

Používání pesticidů na báze neonicotinoidů neustále roste už od jejich uvedení na trh v devadesátých letech. Široce se využívají na regulaci zemědělsky významných škůdců a také na ničení ektoparazitů u domácích zvířat (Thany 2010).

3.2.1.1.1 Nikotín

Rostliny produkují širokou škálu chemických sloučenin nazývané sekundární metabolity, které se nepodílejí na základním metabolismu, fotosyntéze nebo reprodukci. Některé z nich slouží jako insekticidy (Green et al. 2013). I přes jejich značné množství byly pro ochranu plodin v minulosti využívány pouze čtyři: nikotín z listů tabáku, rotenon z kořenů stromů rodu kožnatec *Derris*, Lour., pyrethrum z květů Kopretiny starčekoliste *Chrysanthemum cinerariifolium* (Trevir.) a azadirachtin ze stromů Neem *Azadirachta indica* A. Juss. (Thany 2010).

Jak popisuje Thany (2010) nejvyužívanější rostlinou k extrakci nikotinu je tabák virginský - *Nicotiana tabacum* L., z něhož jsou běžně k dispozici pro komerční spotřebu cigaretový tabák a jiné výrobky obsahující nikotín. Po celá staletí byl nikotín hojně využíván jako nesystémový insekticid k regulaci svého hmyzu na rostlinách, ale největší rozmach zažil za Viktoriánské éry (Baker et al. 2012). Tento botanický alkaloid, ale nebyl příliš účinný a je akutně toxický pro savce a jiné necílové organismy. Protože se nikotín a jeho alkaloidy snadno absorbují všemi cestami expozice včetně gastrointestinálního traktu, dermálně, inhalací a také snadno přechází skrz hematoencefalickou bariéru (Thany 2010).

3.2.1.1.2 Neonikotinoidy

Neonikotinoidy byly vyvinuty společností Shell v 80. letech a Bayerem v 90. letech (Kollmeyer et al. 1999). V současnosti jsou nejdůležitější a nejvíce využívanou skupinou syntetických insekticidů, které se používají při ochraně rostlin a zdraví zvířat (Thany 2010). Svojí chemickou strukturou i účinkem jsou podobné nikotinu (Baker et al. 2012). Jsou méně toxické pro obratlovce než běžné starší insekticidy kvůli zvýšené selektivitě vůči hmyzím receptorům acetylcholinu v mozku (Jesche 2008). Působí tedy na centrální nervový systém hmyzu a zapříčiňují excitaci nervů a eventuální ochrnutí, které vede až k smrti (Fishel 2012). Účinek spočívá v tom, že acetylcholin je u hmyzu hlavním neurotransmiterem a jak nikotin tak i neonikotinoidy nejsou acetylcholin esterázou deaktivovány. Zapříčiňují tak trvalou aktivitu postsynaptických nikotinových acetylcholinových receptorů. Analýza hmyzích podtypů těchto receptorů je komplikovaná, protože jich existuje zatím neznámé množství a jejich přesné složení podjednotek také není jasné (Thany 2010). Tato reakce není ovlivněna rezistencí na karbamátové, organofosfátové nebo syntetické pyrethroidní insekticidy, což byl také impuls pro jejich vývoj. (Fishel 2012) Rezistence na přípravky využívané v minulosti, byla zaznamenána zejména u zástupců stejnokřídlých Homoptera, brouků Coleoptera Linnaeus, 1758 a motýlů Lepidoptera Linnaeus, 1758 (Jesche 2008). Prvním komerčně dostupným neonikotinoidem byl imidaklopid, který zaznamenal největší prodej po celém světě, ve srovnání s jinými insekticidy. Na trh byl uveden v roce 1990 v USA (Thany, 2010). Baker et al. (2012) ve své publikaci uvádí, že tvrzení že se tato sloučenina konkrétně zaměřuje na receptory u hmyzu, není úplně jasná pro množství údajů jak z otrav lidí, tak experimentálních zvířat. Výsledky naznačují, že imidaclopid je schopen navodit takzvaný cholinergní syndrom. I přesto je považovaný za jeden z nejbezpečnějších (Baker et al. 2012).

Jak již bylo naznačeno neonikotinoidy jsou účinné proti většině druhů savému i kousavému hmyzu. (Fishel 2012) První zaznamenaný příklad rezistence u škůdců na použití neonikotinoidů v terénu byl u molice bavlníkové *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889). Rezistence na neonikotinoidy může vzniknout buď prostřednictvím exprese subtypů nikotinových acetylcholinových receptorech, detoxikačními mechanismy anebo strukturálními změnami proteinů cílového místa. V důsledku toho bylo generováno množství derivátů a analogů imidaklopidu. V roce 1992 byl nalezen nový neonikotinoid používající acetylcholin jako hlavní sloučeninu (Thany 2010). Všechny neonikotinoidové přípravky jsou klasifikovány k běžnému použití a byly registrovány (Fishel 2012).

Rozdělení neonikotinoidů:

Neonikotinoidy se používají ve více než 120 zemích na 140 různých plodinách (Lundin et al. 2015). Imidaclopid a odvozené neonikotinoidy jsou skupinou insekticidů vyznačující se vynikajícími biologickými vlastnostmi, jako je široké spektrum využití, nízká aplikační dávka a rychlé vychytávání organismy (Thany 2010). Mohou být použity ve formě postřiku, aplikované do půdy, ale převážně se používají na ošetření semen. Při použití tohoto způsobu jsou neonikotinoidy v průběhu růstu dispergovány do všech částí rostlin. To znamená, že tyto systémové insekticidy jsou přítomny v pylu a nektaru, se kterým se opylovači mohou dostat při hledání potravy do kontaktu. Kromě toho byly neonikotinoidy nalezeny na sousedních rostlinách (Greatti et al. 2006), dokonce byly i na rostlinách ve

vyšších úrovních, než byla postříkaná plodina (Botías et al. 2015). Nalezeny byly také v blízkých vodních tocích (Tišler et al. 2009), a dlouhou dobu přetrvávají také v půdě (Jones et al. 2011).

Ke komerčním účelům je k dispozici 8 neonikotinoidů: imidacloprid, nitenpyram, thiacloprid, acetamiprid, clothianidin, thiamethoxam, dinotefuran a sulfoxaflor. Prvními hlavními neonikotinoidy byly chloropyridylmethylové sloučeniny: imidakloprid, nitenpyram, thiacloprid a acetamiprid, poté brzy nitroguanidinová sloučenina: clothianidin (Thany 2010). Specifické účinky těchto různých neonikotinoidů se mění na základě jejich chemické struktury. Neonikotinoidy obsahující dusík (imidakloprid, thiamethoxam, clothianidin) jsou kupříkladu více toxické pro včely medonosné *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 než kyanoidní neonikotinoidy (acetamiprid a thiacloprid), nebo i jiné pesticidy (Sanchez – Bayo & Boka 2014).

Clothianidin vykazuje vynikající účinnost i v malém množství u široké škály hmyzích škůdců (Uneme 2011). Využívá se k ošetření semen kukuřice a řepky. Mezi další schválené plodiny patří hrozny, ovocné a okrasné stromy, rýže, tabák nebo trávníky (Fishel 2019).

Dinotefuran dobře působí po pozření a také prostřednictvím kontaktu. Má za následek zastavení příjmu potravy během několika hodin po kontaktu a smrt nastává krátce poté. Je účinný na široké spektrum hmyzu, který napadá bavlnu a zeleninu (Fishel 2019).

Nitenpyram je neonikotinoidní insekticid s vysokou rozpustností ve vodě (Watanabe et al. 2019). Jako i ostatní neonikotinoidy je využíván při regulaci škůdců na zelenině, ovocných stromech, rýži nebo bramborách (Obana et al. 2003). Byl objeven už i analog cis-nitenpyram, který vznikl optimalizací struktury pesticidu. Je to efektivní metoda k řešení rezistence u některých škůdců (Fang et al. 2014).

Thiamethoxam jeho chemická struktura se mírně liší od ostatních neonikotinoidů. Což z něj v této skupině činí nejlépe rozpustný ve vodě. Díky své lepší rozpustnosti se snadno pohybuje v rostlinných tkáních. Je určen k ošetření půdy, semen a listů pro širokou škálu rostlinných a polních plodin. Vyrábí se ve formě emulgovaných koncentrátů, ve vodě dispergovatelných granulí a také ve formě rozpustných koncentrátů (Fishel 2019).

Sulfoxaflor tento pesticid se také liší od ostatních neonikotinoidů svojí sulfoximinovou funkční skupinou. Je první svého druhu a vykazuje široké spektrum účinnosti proti mnoha hmyzím škůdcům, podobně jako starší typy. Avšak nebyla pozorována žádná zkřížená rezistence mezi sulfoxaflorem a jinými neonikotinoidy (Zhu 2010).

Imidacloprid celým chemickým názvem: 1 - [(6-Chlor-3-pyridinyl) methyl] -N-nitro-2-imidazolidinimin).

Imidacloprid má vynikající systémové vlastnosti je to kontaktní insekticid s dlouhodobou reziduální aktivitou. Má širokou škálu typů aplikací, včetně aplikaci do půdy, ošetření semen, na domácí zvířata a také postříkem pro ošetření listů bavlníků, rýži, obilovin, arašídů, brambor, zeleniny, citrusů, hroznů, pekanových ořechů a trávníků. Je systémový s dlouhou reziduální aktivitou a je obzvláště účinný proti savému hmyzu, půdnímu a trávnímu hmyzu, termitovitým Termitidae (Latreille, 1802), mandelince bramborové *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Fishel 2005), mšicovití Aphididae, křískovití Cicadellidae Latreille, 1802 a planthoppers - Fulgoromorpha Evans, 1946, třásnokřídli Thysanoptera Haliday, 1836 a molicovití Aleyrodidae Westwood, 1840, včetně kmenů rezistentních na

konvenční chemii. Je také účinný proti některým broukům Coleoptera, dvoukřídlím - Diptera Linnaeus, 1758 a motýlům Lepidoptera (Mullins 1993).

Výrobky obsahující účinnou látku imidacloprid jsou dostupné ve formě prášku, granulí, jako film na semena rostlin, tekutých koncentrátů, suspenzních koncentrátů. Dostupné údaje o toxicitě naznačují, že je méně toxický při vstřebávání kůží nebo při vdechování ve srovnání s pozitím. Způsobuje menší zarudnutí očí, ale nedráždí pokožku. Mezi příznaky toxicity u potkanů patří letargie, poruchy dýchání, snížený pohyb, ochromená chůze, občasné chvění a křeče. U zvířat a lidí je imidacloprid rychle a téměř úplně absorbován z gastrointestinálního traktu a vylučován močí a stolicí do 48 hodin. Z neonikotinoidů je imidacloprid nejvíce toxický pro ptáky a ryby (Fishel 2019).

Thiacloprid s chemickým názvem (2Z) -3 - [(6-chlor-3-pyridinyl) methyl] -1, 3-thiazolidin-2-ylidenecyanamid je vysoce aktivní prostředek na hubení hmyzu se širokým spektrem účinnosti proti savému a kousavému hmyzu.

Polní studie odhalili vynikající kontrolu důležitých škůdců při pěstování jablek, bavlny, zeleniny a brambor. Kromě mšic a molic je také účinný proti různým druhům brouků např. *mandelinka bramborová*, květopas jabloňový *Anthonomus pomorum* (Linnaeus, 1758), *Lissorhoptrus oryzophilus* (Kuschel, 1952) a motýlům, jako jsou podkopníček ovocný *Lyonetia clerkella* (Linnaeus, 1758) a obaleč jablečný *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758), a vykazuje dobrou kompatibilitu s rostlinami ve všech příslušných plodinách (Elbert et al. 2000).

Thiacloprid působí akutně po pozření, se systémovými vlastnostmi. Má příznivý environmentální profil s krátkým poločasem rozpadu v půdě a dobrým rozpětím bezpečnosti pro ptáky, ryb a mnoho užitečných členovců. Jeho bezpečnost pro včely také umožňuje aplikaci během kvitnutí plodin vyhledávaných včelami. Vzhledem k nízké akutní toxicitě pro savce je produkt bezpečný pro provozovatele i spotřebitele (Elbert et al. 2000).

Acetamiprid chemickým názvem (E) -N 1 - [(6-chlor-3-pyridyl) methyl] -N 2-kyano-N 1-methylacetamidil.

Ačkoli tato sloučenina patří k nikotinoidům, díky kyanoamidinové struktuře má charakteristické insekticidní vlastnosti odlišné od ostatních ve stejné skupině. Acetamiprid vykazuje vynikající účinky proti savému hmyzu, polokřídlím Hemiptera Linnaeus, 1758 a třásnokřídlím Thysanoptera, stejně jako jiné neonikotinoidy. Avšak vykazuje vynikající účinnost také proti motýlům Lepidoptera (Yamada et al. 1999). Insekticid je použitelný pro hubení škůdců na listové a plodové zelenině, plodinách rákosu, citrusech, bavlně, okrasných rostlinách. Je dostupný ve formě rozpustných prášků a ve vodě dispergovatelných granulí (Fishel 2019). Sloučenina byla vynalezena při hledání nitromethylenové derivátu, v roce 1989 a byly zaregistrovány v roce 1995 v Japonsku. (Yamada et al. 1999).

3.2.2 Vliv pesticidů na pavouky

Pavouci (Araneae) jsou nejdůležitější skupinou přirozených predátorů (Tahir et al 2019) a také ukazatelem kvality životního prostředí v zemědělské krajině. (Benamú 2017) Jsou vysoce diverzifikovaní a významně potlačují hmyzí škůdce na různých typech polí (Anis & Premila 2016). Pavouci jsou ve všeobecnosti generalisté a v jejich potravě je zahrnutý nejen dospělý hmyz, ale také vejce a larvy hmyzu (Benamú 2017) Jejich stálá přítomnost a hojnost během všech fází růstu plodin jim umožňuje být významným regulátorem fytofágního hmyzu což je umožněno i díky jejich schopnosti usadit se v různé agroekosystémech (Benamú

2010). Jak ale uvádí několik autorů pavouci se živí velkým počtem rozličné malé kořisti s měkkou tělní schránkou, která je převážně neškodná pro polní plodiny. Jejich kořist často ani není býložravá (Řezáč et al. 2010, Hakeem et al. 2018).

I když jsou pesticidy velmi úspěšné při ničení zemědělských škůdců, často při tom necíleně snižují počty jiných organismů spolu s přirozenými predátory hmyzích škůdců včetně pavouků (Cole et al. 2010) Neonikotinoidy jako neuroaktivní insekticidní sloučeniny soutěží s acetylcholinem o vazbu na acetylcholinové receptory u pavouků, ale citlivost acetylcholinových receptorů na neonicotinoidy je u pavouků nižší než je citlivost hmyzu (Řezáč et al 2019). Pavouci jsou proto ohroženi zejména pesticidy, které se již v zemědělství nesmí používat. Tyto chemikálie ovlivňují jejich přežívání, reprodukci, obranu, vývoj, fyziologii, mobilitu a aktivitu enzymů (Tahir et al 2019).

Subletální dávky některých pesticidů oslabují smyslový systém pavouků a ovlivňují jejich výběr kořisti (Petcharad et al. 2018). Po vystavení se některým pesticidům pak nejsou schopni rozlišit mezi různými druhy hmyzích škůdců, nejsou ani schopni zachytit nejvýhodnější kořist a často se pak živí toxickou kořistí. Zvýšená konzumace toxické kořisti navíc snižuje kondici pavouků (Schmidt et al. 2012). Jiná studie ukazuje, že nadměrné zabíjení kořisti slouží jako fyziologická reakce pavouků po vystavení se pesticidům prostřednictvím kontaminované kořisti (Korenko et al 2019). Zajímavá je také studie od Řezáča et al 2019, která uvádí že neonicotinoidy významně snížily šíření pavouka snovačka pečující *Phylloneta impressa* (Koch, 1881), prostřednictvím balooningu, což způsobuje její úbytek v různých typech zemědělské půdy, na nichž jsou aplikovány neonicotinoidy. Velmi zajímavá je i studie zabývající se ovlivňování správaní skákavkovití Salticidae Blackwall, 1841 prostřednictvím pesticidů, které mohou pozřít prostřednictvím kořisti (Royauté et al. 2015). Nedávná studie od Vettera (2016) naznačuje, že pesticidy mohou také ovlivnit líhnutí vajíček, po vystavení kokonů pesticidům.

4 Metodika

Metodika je rozdělená do 3 podkapitol. První popisuje přesný postup odchyty pavouků. V druhé podkapitole je vysvětlen podrobný postup chovu pavouků v laboratorních podmínkách. Třetí se věnuje aplikací jednotlivých přípravků a metodě jejich vyhodnocení.

4.1 Sběr

Sběr pavouků probíhal ve dvou rovinách, nejprve za účelem monitoringu a sběru dat o pavoučí druhové diverzitě na zvolené lokalitě. Druhý typ sběru byl rozdělen do dvou fází. První byla spíše zkušební a sloužila k optimalizaci a ustálení metodiky jak samotného sběru, tak chovu pavouků v laboratoři. První sběr pavouků se uskutečnil 3× během časového období od 24.5.2019 do 11.6.2019. Spolu bylo sesbíráno 87 jedinců. Ve vzorcích se nacházeli pouze dospělí jedinci přesněji 51 samic a 36 samců.

Druhý sběr pavouků, kteří byli využity k samotnému pokusu probíhal až po létě ve 2 sběrech a to 20.9.2019 a 26.9.2019. Období bylo zvoleno na základě znalosti biologie křížáka lučního. K vytvoření kokonu samicí dochází na začátku léta a mláďata se líhnou v průběhu pár týdnů. Což znamená, že v druhé polovině září už byla mláďata odrostlejší o velikosti do 2,5 mm. V tomto období je juvenilů značné množství a také jsou hodně aktivní, protože se snaží připravit na přezimování. Sběr proběhl ve 2 dnech a to 20.9.2019 a 26.9.2019. Během těchto 2 sběrů se jim podařilo nasbírat 130.

V obou případech probíhal sběr v odpoledních hodinách mezi 2 a 5 hodinou, kdy už byla tráva přesušená a nehrozilo tak promočení smýkací sítě.

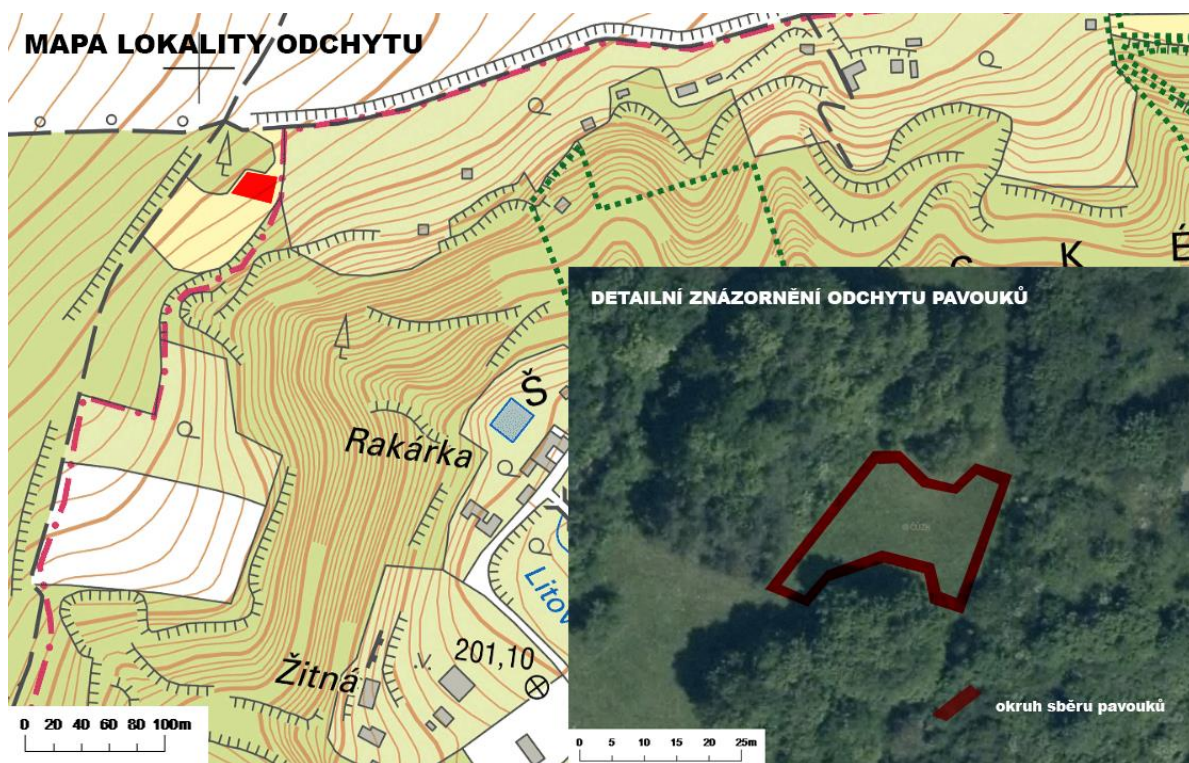
4.1.1 Místo a postup sběru

Ke sběru pavouků bylo vybrána lokalita situovaná na Praze 6, přesně na hranici městských částí Lysolaje a Dolní Šárka. Nacházela se na kopci nad Lysolajemi. Z jedné strany byla obklopena polem z druhé lesem a zahrádkářskou kolonií. Jednotlivé části ještě protínali polní cesty. Zvolená lokalita měla charakter suché polo - zastíněné louky, protože se skoro po celém jejím obvodu nacházeli vzrostlé stromy. Což je ideální a křížákem lučným nejvyhledávanější stanoviště. Plocha louky byla o rozloze přibližně 450 m². Největší rostliny dosahovali 40 cm. Louka byla sečena 2× za rok.



Obrázek 1: Smýkací síť.

Sběr probíhal, jak již bylo zmíněno pomocí smýkací sítě se vstupem o průměru 35 cm a délkou sítě 70 cm. Byla překryta khaki pláštňkovým obalem, který byl připevněn na okrouhlý kovový rám, ten navazoval na teleskopickou tyč o velikosti až 65 cm. Smýkání probíhalo převážně po okrajích louky. Zahrnovalo 4 sběrné pásy s opisem kosočtverce. Jednotlivé sběrné pásy pozůstávali s 15 až 20 smyků na každé straně. Místa, nebo lépe řečeno sběrné pásy byli opisováni při každém sběru stejně. Tato metoda byla zvolena, protože byly okraje z části zastíněné ohraničujícími stromy a keři. Po obvodu byla také o něco vyšší vegetace s vyšší koncentrací pavouků. Po 15 až 20 smycích, byla smýkací síť rozprostřena na zem ve stínu. Po chvilce začali nachytaní pavouci a hmyz vylézat ven ze sítě. Jednotlivý zástupci křížáka lučního byli určeni na základě typické morfologie pro tento druh. Jedinci byly následně opatrně umístěni do laboratorních průhledných plastových zkumavek. Většina byly chycena tak, že při jejich snaze o únik ze smýkadla, byla před ně umístěna zkumavka a sami do ní vlezli. Tímto se předešlo usmrcení v důsledku hrubého zacházení. Zkumavky měly velikost 4 cm s otvorem o průměru 1 cm a s připojeným uzávěrem. Ve víčku byli špendlíkem zhotovené otvory, aby měli pavouci přísun čerstvého vzduchu. Následně byli sesbíraní pavouci umístěni do batohu ve stínu, aby nedošlo k jejich přehřátí. A předešlo se tak jejich případné předčasné smrti. Následně byli vzorky převezeny do laboratoře na univerzitě.



Obrázek 2: Mapa lokality odchyty modelového organismu křížáka lučního a dalších zástupců pavouků.

4.1.1.1 Diverzita pavouků

Na stejné louce, z které byli nechytaní pavouci do pokusu, probíhal ještě i sběr všech dalších druhů pavouků vyskytujících se na této lokalitě. Sběr probíhal v jiné dny ale shodným způsobem. Tento sběr sloužil ke zmapování druhové diverzity pavouků, obývajících stejné stanoviště jako testovaný druh křížák luční. Sběr pavouků proběhl 9× v časovém období od 25.5.2019 do 7.11.2019, každé 2 až 4 týdny, v závislosti od počasí. Sběr opět probíhal za použití již zmíněného smýkadla. Byl odlišný v tom, že po jednotlivých smýkáních, neboli po 15 až 20 smycích byli nachytaní pavouci vloženy do větší a předem označené zkumavky s datem sběru. Nádobka byla zhruba do třetiny naplněna 50 % roztokem alkoholu. Ten sloužil k rychlému usmrcení pavouků a k jejich dobré prezervaci až do doby určení jednotlivých zástupců. Po sběru byl vzorek převezen do školní laboratoře a byl skladován v lednici.



Obrázek 3: louka kde probíhal sběr pavouků – Lysolaje.

4.2 Chov pavouků v laboratorních podmínkách

Umístění a následný chov pavouků probíhal ve školní laboratoři, která se nacházela v podzemním patře hlavní budovy fakulty. V laboratoři panovali i díky jejímu umístění v nejnižším patře, po celý čas stabilní laboratorní podmínky o teplotě 19°C až 21°C. Zkumavky s pavouky byly uloženy v boxech spolu s vlhkými papírovými kapesníky. Na boxe bylo umístěné víko ale box nebyl uzavřen, aby do ní mohl proudit vzduch. Vlhčení ubrousků probíhalo každé 2 až 3 dny podle potřeby. Prvních 10 dní byly pavouci ponechány v klidu, aby se mohli stabilizovat v novém prostředí. Po 6 dnech následovalo krmení 2 živými octomilkami přiměřené velikosti k pavoukovy. Krmení probíhalo v jejich zkumavce, kde už měli natažených pár vláken. Octomilky byly dávkovány pomocí exhaustoru. Krmení se opakovalo každé 2 týdny. Po 10 dnech od sběru, tedy 30.9.2019 proběhla instalace prvních 26 pavouků.



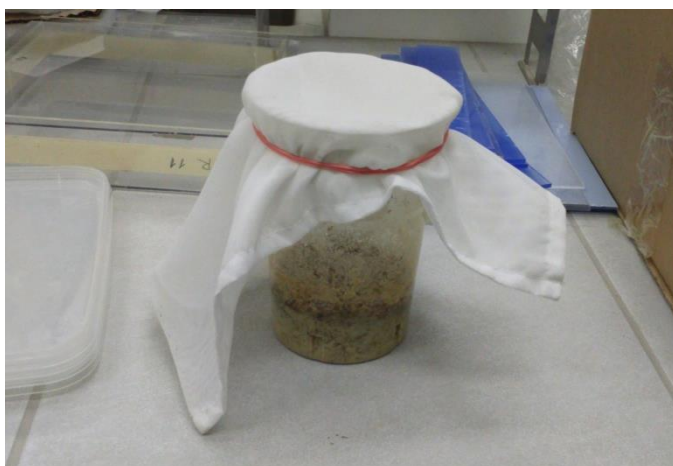
Obrázek 4: chovná zkumavka pro křížáka lučního.

4.2.1 Chov octomilek

Jako potrava pro pavouky byly chovány 2 druhy octomilek a to větší *Drosophila hydei* (Sturtevant, 1921) a o něco menší druh octomilka obecná - *Drosophila melanogaster* (Meigen, 1830), oba druhy v nelétavé formě. Octomilky byli z počátku drženy v laboratoři na prvním poschodí fakulty, kde je o něco tepleji. V laboratoři probíhá chov i dalších druhů krmného hmyzu. Octomilky byli drženy v původní zakoupené nádobce, ve které byl na dně krmný substrát a na něm byla umístěná dřevitka, aby měli octomilky možnost být i mimo substrát nebo stěn nádoby. Jako víko pro nádobku sloužil papírový ubrousek nebo silonka a k nádobě byly utěsněny gumičkou. Ještě před zkonsumováním krmného substrátu bylo z mateřské kolonie odebráno několik desítek jedinců a byl založen nový chov. Tento postup se pravidelně opakoval, aby byl pořád přístup k dostatečnému množství octomilek.

Pro chov octomilek bylo odzkoušeno několik variant jak nádob pro samotný chov tak i složení krmné směsi. Ze začátku byl testován chov ve větší skleněné baňce uvnitř s menší baňkou, ve které byla krmná směs. Tento typ byl pro manipulaci nepraktický, proto se následně přešlo na chov v plastovém kelímku o objemu 500 ml. V něm byl substrát umístěn přímo na dno. Na něm byl ještě položen kus kartonového obalu na vejce. Oba typy nádob byly s vrchu překryty cedícím pytlíkem s gumičkou.

Pro substrát bylo otestováno několik směsí, ale základem byli ve všech případech ovesné vločky a sladidlo. Byl odzkoušen ovocný sirup, ten po několika dnech zplesnivil. Testován byl také med na tom se ale octomilkám nedařilo. Nejvíce se osvědčil bílý řepný cukr. Do směsi byli z počátku přidávány také kvasnice, které by měly stimulovat octomilky k množení. V pozdějších chovech byl vynechán bez výrazné změny v množení. Tato směs byla následně smíchána s přiměřeným množstvím vody a ohřata v mikrovlnné troubě. Směs byla ohřívána při vyšším stupni několik minut, aby přešla varem a předešlo se tak jejímu zaplísnění. Při chlazení a přendávání do chovných nádob byly využívány jenom čisté, omyté pomůcky. Pak bylo několik desítek jedinců přemístěno z mateřské kolonie do nové nádoby za pomoci exhaustoru. Krmný substrát byl minimálně jednou týdně vlhčen pro zachování vlhkosti substrátu a tím zajištění dobrého množení octomilek.

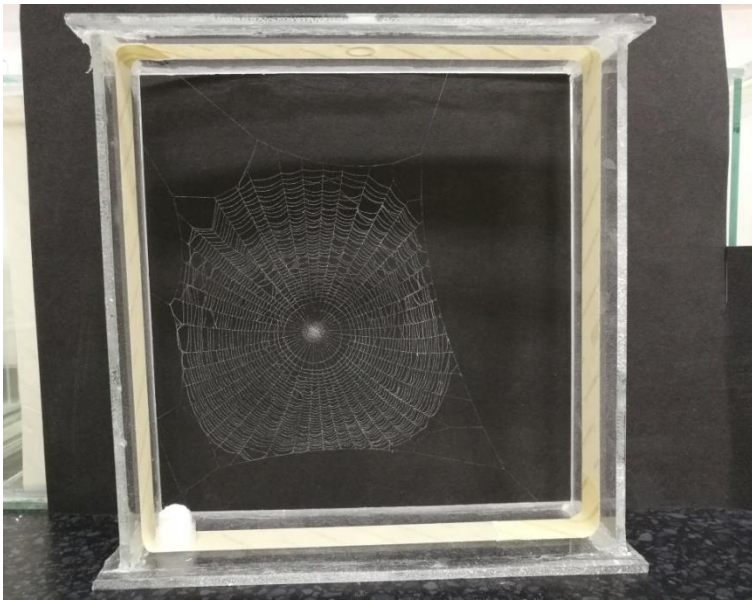


Obrázek 5: chovná nádoba pro octomilky

4.3 Metodika pokusu

K výzkumu byly využity arény o velikosti 20 x 20 x 4,5 cm. Spolu jich bylo zhotoveno 26 z toho většina skleněná a několik bylo plastových. Na zhotovení arén bylo použito sklo a silikon u plastových byl silikon nahrazen papírovou páskou. V těchto arénách měli pavouci ideální podmínky ke stavbě sítí. Z vnitřní strany rámu arény byla v obou typech nainstalovaná

papírová lepicí páska. Z důvodu, že křížáci luční neumí lézt po hladkém a vyleštěném skle a tato vymezená cestička sloužila také jako podklad k ukotvení sítě. Chtěli jsme totiž předejít případnému ukotvení o odnímatelné skla od rámu a následnému znemožnění odinstalování jedince a vyfocení sítě. Což se až na pár výjimek ukázalo jako efektivní. V levém spodním rohu byla nainstalovaná napáječka k zabezpečení potřebné vlhkosti v aréně. Sestávala z vršku ze zkumavky o průměru 1,5 cm, v níž byl natlačen kousek kapesníku, aby nedošlo k utopení pavouka a zlepšil se výpar. Neboť už v jedné kapce vody se může tento malý pavouk utopit.



Obrázek 6: skleněná experimentální aréna spolu se sítí.

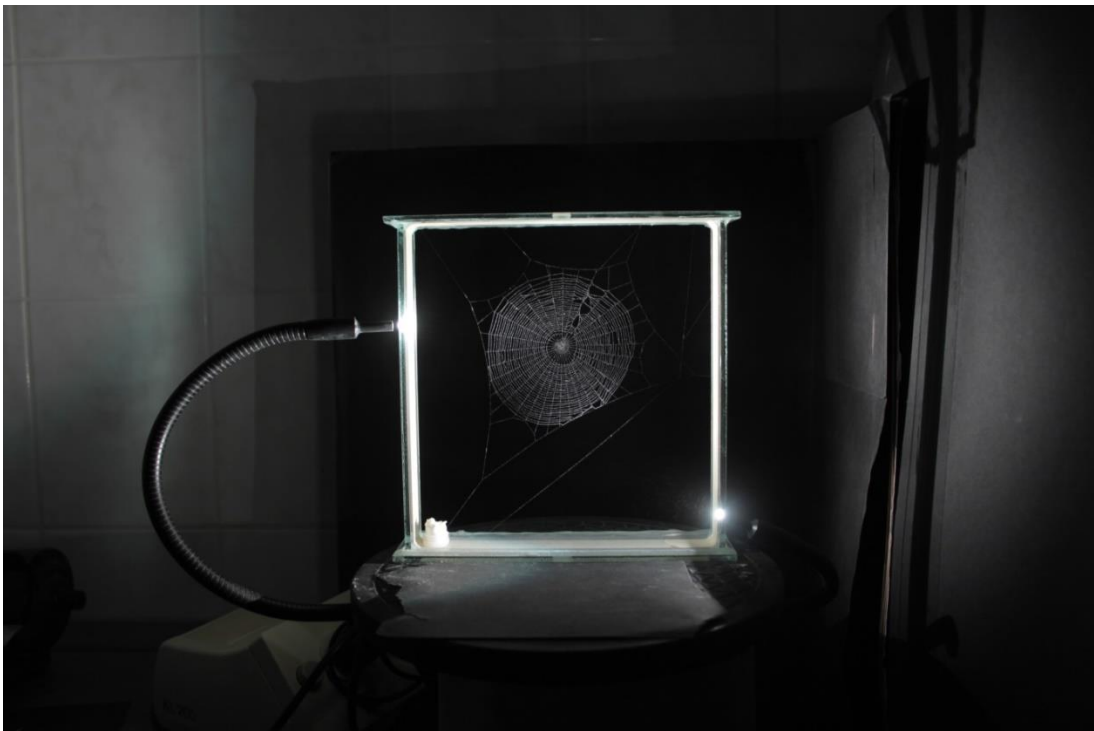


Obrázek 7: plastová experimentální aréna se sítí.

Pavouci byli do arén instalována po 3 až 5 dnech po nabídnutí octomilek. K Instalaci byli vybíráni větší jedinci. Každý jedinec měl na postavení sítě 14 dní. Někteří postavili sítě do 24 hodin a jiní i během 2 týdnů žádnou nezesnovali. Po uplynutí časového období následovalo odinstalování z arén a přemístění pavouků do předem označených vlastních zkumavek. Každý jedinec měl po celou dobu pokusu přiřazené své jedinečné číslo, aby nedošlo k záměně. Stejně číslo jakým byla označena zkumavka, měl každý jedinec připsané i na arénu ve které přebýval. Po odstranění pavouků byly sítě nafoceny.

4.3.1 Focení sítí

Focení probíhalo v dolní laborce jen v jiné místnosti. Samotnému focení předcházela příprava sítě a fotičího místa. Pavučiny byly foceny fotoaparátém umístěném na stativu. Na stole byla položena mala bedýnka s černým rotačním podstavcem. Jako pozadí byl využitý černý matný papír. Pro nasvícení sítě sloužila laboratorní lampička s 2 bodovými nezávisle se pohybujícími světelnými výstupy. Nastaveny byly tak, aby rozjasnili všechny části. Na zvýraznění pavučiny byl ještě před focením nanesen dětský pudr. Aplikace probíhala rozprášením za pomoci silonové kotníkové ponožky, do které byl nasypán pudr. Rám arény se sítí byl umístěn v prostorném boxu na zemi a několika sevřeními ponožky mezi dlaněmi byl takto aplikován pudr. Sloužilo to hlavně na zvýraznění sítě a lepší zachycení její struktury proti černému pozadí. Zhotoveno bylo několik snímků s dálky se zachycením celého rámu a i samotný detail sítě. Základní údaje o sítí byly zapisovány. Identický postup následoval u focení všech sítí.



Obrázek 8: ukázka fotografování sítě, na fotografii je zachycen stojan na focení s otočným podstavcem, černé pozadí, lampička a aréna se sítí.

Po nafocení sítí následovalo očištění a připravení arén pro další pavouky. Čistilo se vodou navlhčeným ubrouskem pro odstranění pudru. Zevnitř se všechny arény pokaždé i desinfikovali, leštili a to za pomoci papírových ubrouskem s 25% alkoholem. Ten odstranil všechny nečistoty a mastnotu. Předěšlo se tak případnému lezení pavouků po skle nebo přenesení zbytků pesticidů na neošetřeného jedince.

4.3.2 Metodika aplikace pesticidů

Jedinci, který zesnovali síť byli spolu se zbylými nakrmeni dvěma octomilkami a po 4 až 5 dnech byly zapojeny do pokusu a byl na ne aplikován pesticid tarzální cestou. Do testování jsem použil jenom jedince s již zesnovanou sítí, která složila k porovnání se sítí postavenou po ošetření. Pavouci byly rozděleny do tří skupin dle aplikovaného pesticidu na Mospilan, Biscaya a Confidor. První byla skupina Mospilan, poslední Confidor. V skupině Mospilan bylo spolu N=15 jedinců ve skupině Biscaya N=16 jedinců a ve skupině s názvem Confidor pouze N=12 jedinců. Poslední skupina byla s nejnižší počtem jedinců z důvodu většího úhynu jedinců po vánočních prázdninách, zřejmě následkem nedostatečné vlhkosti. Tomuto problému jsem se snažil předejít zabezpečením vyššího počtu navlhčených ubrousků, ale po 2 týdenních prázdninách byly úplně suché. A jelikož se tyto pavouci vyskytují v nižší trávě, pravidelně dostávají přísun vody ve formě rosy nebo jí získávají z potravy.

4.3.2.1 Příprava pesticidů

Samotnému ošetření ještě předcházela příprava pesticidů, tedy jejich naředění vodou na požadovanou koncentraci. Návod na použití a přípravu jednotlivých insekticidů byl získán z webové stránky: agromanual.cz.

V experimentech se sledoval vliv 3 insekticidů na bázi neonikotinoidů, konkrétně se jednalo o přípravky: MOSPILAN 25 SP (s účinnou látkou Acetamipirid), BISCAYA 240 OD (s účinnou látkou Thiacloprid), CONFIDOR 200 OD (s účinnou látkou Imidacloprid), které byly získány z Výzkumného ústavu rostlinné výroby od RNDr. Milana Řezáče, PhD.

Koncentrace byly vypočteny na základě návodu určeného pro aplikaci na zemědělské škůdce, přičemž byla používána přibližně střední hodnota množství vody doporučována pro ředění daného přípravku.

Prvním testovaným přípravkem byl MOSPILAN u něhož se dávkování udává na hodnotu 0.25 kg na 200-1000 l pro různé druhy ovocných stromů a ostružiníky Rubus. Insekticid byl ředěn 400 l a výsledek činil 0.0625 g/0.5 l. Druhým přípravkem byla BISCAYA ta má doporučené dávkování u rostliny lilek brambor *Solanum tuberosum* (Linné, 1753), 0.3 l na 200 – 600 l. V jejím případě tedy výpočet byl $0.3/400 = 0.00075$; $0.00075/2 = 0.000375$ g/0.5l. Posledním přípravkem, který byl využit k pokusu je CONFIDOR, byl poněkud složitější na výpočet. Návod k použití totiž udává dávku 0.6 l na 1500-2000 l vody v případě chmele *Humulus* (Linné, 1753), zatímco při použití na okrasné rostliny je uváděno 0.6 l na 500-1000 l. Proto byla vybrána střední hodnota z intervalu 500-2000. Výpočet tedy vypadal následovně: $0.6/1250 = 0.00048$; $0.00048/2 = 0.00024$ g/0.5l.

4.3.2.2 Ošetření insekticidem

Tarzální ošetření

Pro provedení tarzálního ošetření bylo ještě nutné připravit nádoby, do kterých byly pavouci spolu s insekticidem umístěni. Samotné ošetření probíhalo ve skleněných zkumavkách o rozměrech 5 × 2 cm, do nichž byl vložen jeden srolovaný filtrační papírek o průměru 5,5 cm. Pomocí pipety byl pak insekticid rovnoměrně aplikován na stěny zkumavky v množství 220 µl naředěného Mospilanu (0,125 g/l), u přípravku Biscaya to bylo (0,75ml/l) a u přípravku Confidor to bylo (0,48 µl/l). Příprava roztoku proběhla ve skleněné litrové nádobě. Na úplné rozpuštění a rozmíchání bylo docíleno skleněnou tyčinkou. Během celé manipulace s postříkem byly využity ochranné pomůcky jako rukavice a plášť. Aplikace proběhla tak, že byl rovnoměrně navlhčen pouze filtrační papír a kapalina nestekla na dno

nádobky. Po aplikaci byl do předem označené nádobky vložen pavouk, uzavřena byla zátka s dýchacími otvory. V nádobce zůstal pavouk vystaven pesticidu po dobu 1 hodiny. Čas byl sledován na stopkách. Po uplynutí časového intervalu byl postupně každý pavouk opatrně přendán do svojí zkumavky. Postupovalo se od prvního vloženého jedince. V mezidobě, bylo zbylé množství pesticidu bezpečně odstraněno. Následně byly pavouci přeneseny do dolní laboratoře. Tam probíhala jejich instalace do předem připravených a vyčištěných arén. V ní zůstali po dobu 2 týdnů. Sledoval se jejich stav, případná mortalita a také jestli respektive jakou postaví pavučinu po aplikaci pesticidu. Pravidelně každý 2 až 3 den jim byla doplňována voda do napáječky, aby se jim v aréně udržovala dostatečná vlhkost a měli tak ideální podmínky. Po 2 týdnech od aplikace se pavouci odinstalovali. Přemístění byly zpátky do jejich zkumavek poté byly nakrmeni a dále se sledoval jejich stav a případná mortalita. Pavučiny byly následně nafoceny, arény důkladně vyčištěny a vydesinfikovány a připraveny k další instalaci.



Obrázek 9: aplikace pesticidu na filtrační papír u tarzálního ošetření.

Ošetření postřikem

Pro ošetření postřikem byl zvolen odlišný postup. Nejdříve byl postaven postřikovací tunel, který pozůstával ze skleněného těla. Byly to vlastně slepené 4 skleněné tabule s otvorem na hoře i dolů. Cěla skleněná část byla následně postavena na 2 nízké plastové bedýnky, pro snadnější přístup z dolní části. Následně byl volný prostor ve spodní části vyplněn přilepenou balicí folií, s otvorem z přední strany. Folie sloužila primárně k udržení roztoku uvnitř konstrukce. Na horní části byl ještě jako víko využit plastový táč. Samotná aplikace probíhala skrz ruční postřikovač s objemem 2l. Jednotlivé roztoky byly připraveny a naředěny stejným způsobem jako u tarzální aplikace. Připravený roztok byl pak přelit do postřikovače. Do pokusu s aplikací formou postřiku bylo pro každý insekticid vybráno 8 úplně nových jedinců, takových co ještě nepostavili síť. Ti byli označeny písmenem A spolu s číslicí, aby se nepletli se skupinou z tarzálního ošetření. Pro provedení aplikace postřikáním, byl každý jedinec umístěn do skleněné zkumavky o velikost 5 × 2 cm. Poté byly jednotlivé označené zkumavky bez špuntu vloženy do plastové krabičky. Takto připravené pavouky byly uloženy na dno postřikovacího tunelu. Postřikování proběhlo skrz již zmíněný postřikovač. Do postřikovače byl přelit namíchaný roztok o objemu 0,5l. Postřikovač byl napumpován do jeho maximálního stádia. Aplikace probíhala skrz horní otvor přes škvíru mezi stěnou a

víkem. Trvání postřikování bylo odstopováno a trvalo přesně 15 sekund. Po aplikaci byly jednotliví pavouci přendáni do vlastních zkumavek. Celý aplikační prostor byl vyčištěn, osušen a zbyly postřík zlikvidovány. Ošetření pavouci byly poté přeneseny do dolní laboratoře k instalaci do arén. V té byly standardně pozorovány po dobu 2 týdnů. Znovu se sledovala případná mortalita a postavení sítě. Po uplynutí 2 týdnů byly pavouci odinstalováni a přeloženi do svých zkumavek. Arény se následně vyčistí a vydesinfikovali.



Obrázek 10: postřikovací tunel využíván při aplikaci postřikem.

4.3.3 Metodika zpracování dat

Druhová diverzita a fenologie

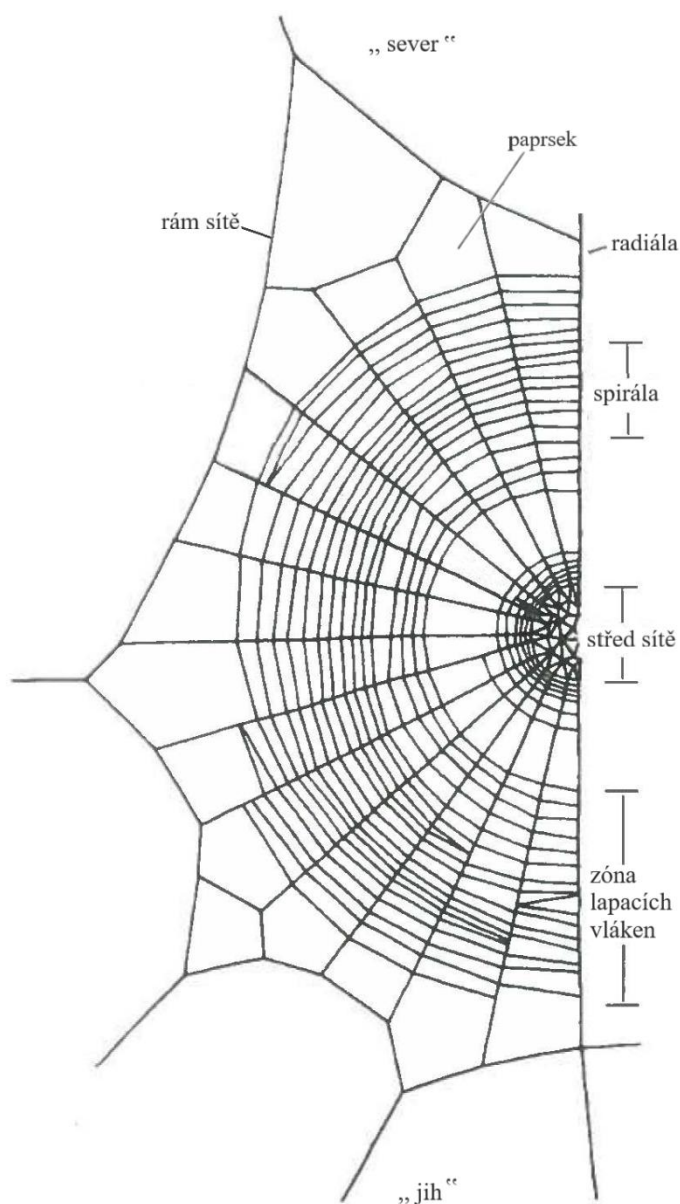
Sesbírání pavouci v zkumavkách byly za pomoci školitele doc. Mgr. Stanislav Korenko, Ph.D. určený do druhů nebo v některých případech jen do rodů z důvodu méně zachovalých exemplářů. Následně byla sesbírána data zpracovaná do tabulky v programu excel a poté k ni byl zhotoven přehlední koláčový graf.

Data z výskytu věkové kategorií i početného zastoupení křížáka lučního na dané lokalitě, vycházeli ze skupinových dat využívaných k stanovení druhové diverzity. Pavouci byly určeny do druhu a věkové kategorií také panem Korenkem. Poté byly data převedeny do programu excel a byl z nich vytvořen čárový graf.

Vliv ošetření pesticidy

Vyhodnocení vlivu pesticidů po ošetření pesticidy probíhalo ve třech rovinách. Srovnání sítí při tarzálním ošetření kde byly k dispozici párové testy, u ošetření postřikem byla získána data vyhodnocena a srovnána s kontrolní skupinou. Třetí rovinou bylo celkové srovnání vlivů jednotlivých pesticidů s kontrolou.

Tarzální ošetření probíhalo párovou formou, tedy od každého pavouka byly k dispozici 2 sítě jedna před a jedna po aplikaci. Byla vzájemně porovnány a vyhodnoceny. K hodnocení sítě byly využity 4 sledované znaky a to počet radiál, průměrný počet spirál, délka nejdelšího vlákna sítě a rovnoměrnost sítě.



Obrázek 11: popis sledovaných znaků na síti.

Prvním sledovaným znakem byly radiály sítě. Radiály jsou vlákna natažena od středu až po rám sítě. U některých sítí se mohou vyskytovat defekty těchto vláken nejčastěji jejich

vzájemné spájení v různých částech. Proto se jejich počet kolem středu často liší od počtu v blízkosti rámu. Z tohoto důvodu byly počítány jenom vlákna kolem středu, protože je pavouk natahuje od středu k okraji, jsou kolem něj v originálním počtu. Radiály byly spočítány ručně na každé síti po směru hodinových ručiček. Jejich počet byl zapsán v tabulce a vyhodnoceny. Vyhodnoceny byly vzhledem k tomu, jestli byla pavučina postavěna před ne po aplikaci pesticidu. Rozděleny byly tedy na kontrolu, mospilan, biscayu a confidor. Kontrolou byla každému pavoukovi jeho vlastní síť postavěna před aplikaci

Druhým sledovaným znakem byl počet spirál na síti. Spirála je souvislé vlákno vycházející od středu sítě k okraji a tedy rámu. Často bývá jejich počet redukován, protože se různě spájejí nebo může být jejich počet i navýšen. K počítání byl zvolen prostor mezi 2 radiály od středu až po rám sítě nazývaný louč. K spočítání jednotlivých spirál byly zvoleny 2 louče. Jeden s nejvyšším počtem vláken a druhý s nejnižším počtem. Po spočítání byl jejich počet zapsán do tabulky znovu podle toho, o jakou síť se jednalo. Následně byl z jejich sčítání a vydělení 2 vypočítán průměrný počet spirál na pavučině, s kterým se dále pracovalo.

Třetím sledovaným znakem bylo nejdelší vlákno sítě. Jeho délka byla dána od jednoho okraje přes střed k druhému okraji rámu sítě. Nejdelší vlákno bylo určeno až zpětně z fotografie vyfocené sítě. Postup byl následovný, nejdřív se změřilo nejdelší vlákno sítě a poté délka jedné strany arény. Protože známe reální délku strany arény (20 cm), byla reální délka nejdelšího vlákna dopočítána pomocí trojčlenky. Nejdříve bylo z naměřené délky arény vypočítáno o kolik je procentuálně strana kratší nebo delší než 20 cm. Tento procentuální podíl byl pak v závislosti připočten nebo odečten k naměřené délce vlákna. Získaná hodnota byla zapsaná do tabulky.

Posledním sledovaným znakem byla rovnoměrnost, takzvaný skutečný tvar sítě. K jejímu vypočtení bylo využito nejdelší vlákno a vlákno kolmé na nejdelší vlákno sítě. Délka kolmého vlákna byla vypočítána až zpětně, stejným způsobem jako u nejdelšího vlákna, přes trojčlenku. Uváděná délka vlákna byla od jednoho okraje k druhému přes střed sítě. Toto vlákno bylo zákonitě vždy kratší. Výpočet rovnoměrnosti sítě, byl získán vydělením nejdelšího vlákna s jeho kolmicí. Výsledkem bylo desetinné číslo pod 1. Číslo 1 by znamenalo že je síť pravidelně okrouhlá. Takže čím víc se výsledek blíží 1, tím víc byla síť pravidelně okrouhlá.

Získaná data byla zapsaná v tabulce.

Ze všech získaných dat byla následně pro každou ze skupin (kontrola, mospilan, biscaya a confidor) vypočtena průměrná hodnota sledovaných znaků, které byly mezi sebou porovnány v tabulkách a grafech. Obě sítě od každého pavouky byly podobně popsány i se změnami.

Dalším ukazatelem sledovaným u jednotlivých pavučin byl celkový procentuální podíl spirál pod 75 % v jednotlivých loučích. Výpočet probíhal ručně a to následovně, z předešlých měření o spirále jsme zjistili nejvyšší počet spirál v jednom louči. 100% podíl spirál byl tedy znám a pomocí trojčlenky byl dopočítáno minimální množství, které musí síť obsahovat v kusech. To bylo stanovené na 75% v každém louči. Spočítali jsme jednotlivé louče. Některé neprobíhali od středu až k rámu proto nebyly do výpočtu zařazeny. Následně byl pomocí trojčlenky dopočítán procentuální podíl loučů se zastoupením spirál pod 75%.

Při ošetření postřikem byly hodnoceny stejné čtyři parametry a to počet radiál, průměrný počet spirál, nejdelší vlákno sítě a rovnoměrnost sítě, ale ve srovnání s kontrolní skupinou.

Čtyři sledované znaky byly také porovnány jako celek u jednotlivých přípravků ve srovnání s kontrolou. Výsledky a tedy efekt pesticidů v porovnání s kontrolou byl vyhodnocen pomocí programu GraphPad InStat 3.

Hodnocen byl také vliv pesticidů ve smyslu, jestli pavouci vůbec postaví síť po ošetření jednotlivých insekticidů. Data byla vyhodnocena pomocí Fisherova exaktního testu a jsou uvedeny v tabulkách.

Mortalita

Mortalita byla sledována a hodnocena u jednotlivých pavouků od okamžiku aplikace pesticidů. Získaná data byla zpracována pro jednotlivé typy ošetření za pomoci Mann-Whitney test a nepárového T-testu s ohledem na vstupná data.

Líhivost

Po nachytání první testovací skupiny složené převážně z dospělých samic, se mezi nimi podařilo nachytat i oplodněné samice, které následně ve zkumavkách vybudovali svoje kokony. Získané výsledky z líhivosti jsou zobrazeny v tabulce.

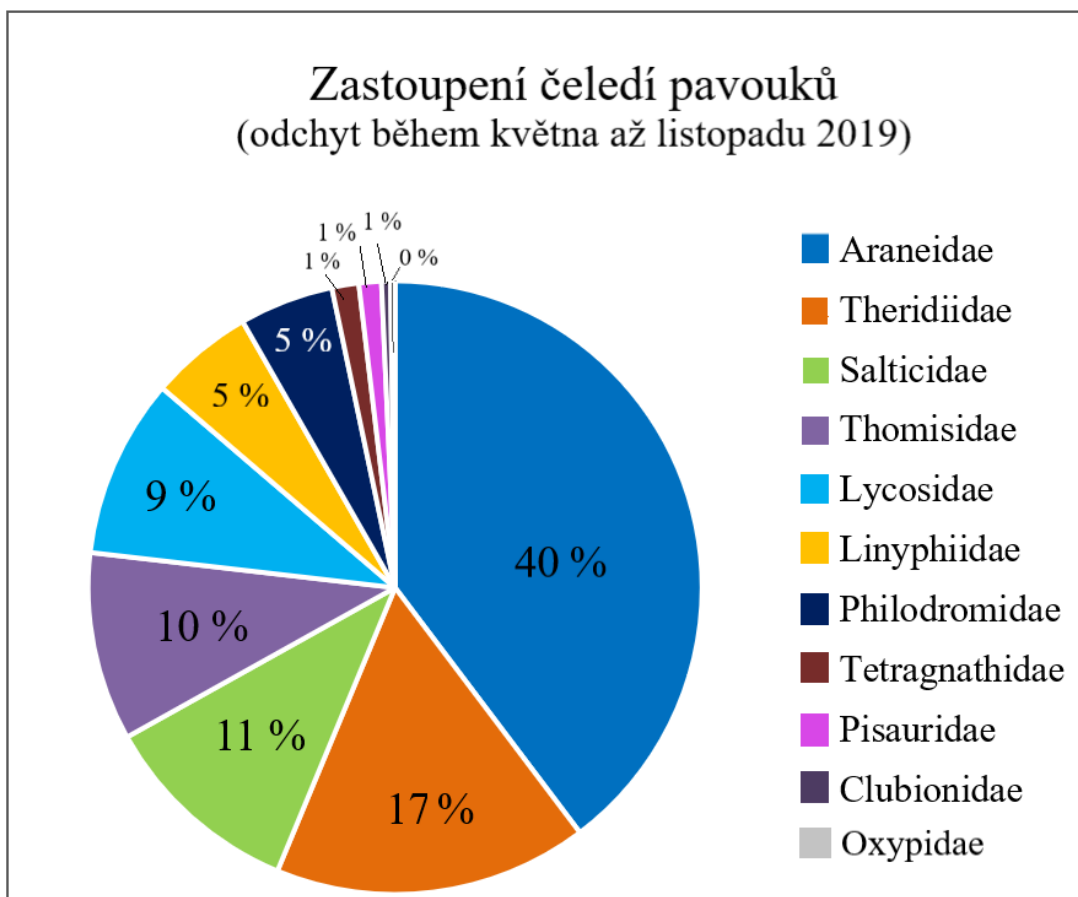
5 Výsledky

5.1 Vyhodnocení diverzity a fenologie

V následující tabulce, jsou vypsány všechny nalezené druhy na lokalitě vybrané ke sběru dat. V tabulce je uvedena čeleď, rod a při zachovalých exemplářích i druh, spolu s jejich početným zastoupením v jednotlivých měsících. Níže je také uveden graf k této tabulce. Z tabulky je zřejmá vhodnost lokality pro sběr křížáků lučních jako nejvíce zastoupený druh na dané lokalitě. Další nejvíce zastoupenou čeledí byly snovačkovití Theridiidae Sundevall, 1833 a následovali je skákavkovití Salticidae Blackwall, 1841.

Tabulka 1: Seznam nalezených druhů pavouků s jejich početným zastoupením v měsících

Řád/Čeleď	Druh	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	celkem
<i>Araneidae</i>									168
	<i>Agalenatea redii</i>				1	1			2
	<i>Araneus mormoreus</i>							1	1
	<i>Araneus sp.</i>				1		1		2
	<i>Araniella sp.</i>		1				1	1	3
	<i>Argiope bruemichi</i>		1	3					4
	<i>Dictyna sp.</i>						1		1
	<i>Hypsosinga sp.</i>						3	2	6
	<i>Mangora acalypha</i>	9	11	10	11	80	16	10	147
	<i>Metellina sp.</i>						1		1
	<i>Zila diodia</i>							1	1
<i>Clubionidae</i>									2
	<i>Clubionidae neglecta</i>		1						1
	<i>Clubiona sp.</i>						1		1
<i>Linyphiidae</i>									23
	<i>Linyphia triangularis</i>				3		1		4
	<i>Meioneta rurestris</i>							2	2
	<i>Neriene sp.</i>						6	2	10
	<i>Oedothorax agrestis</i>			1					1
	neidentifikováno		1					1	4
<i>Lycosidae</i>									40
	<i>Alopecosa sp.</i>					2			2
	<i>Pardosa sp.</i>		10	23	4		1		38
<i>Oxyopidae</i>									1
	<i>Oxyopes sp.</i>						1		1
<i>Philodromidae</i>									21
	<i>Philodromus sp.</i>				7		2	5	17
	<i>Tibellus sp.</i>				2		1	1	4
<i>Pisauridae</i>									5
	<i>Pisaura mirabilis</i>		1				4		5
<i>Salticidae</i>									45
	<i>Evarcha arcuata</i>		2	12	4	10			28
	<i>Heliophanus cupreus</i>		1	1					2
	<i>Heliophanus sp.</i>	2	2	5	2				11
	<i>Salticus zebraneus</i>		1						1
	neidentifikováno		1	2					3
<i>Tetragnathidae</i>									6
	<i>Tetragnatha pinicola</i>			1			5		6
<i>Theridiidae</i>									70
	<i>Enoplognatha ovata</i>		1	1					2
	<i>Neottiura bimaculata</i>	2					2		4
	<i>Parasteatoda sp.</i>					1			1
	<i>Phylloneta impressa</i>							9	9
	<i>Phylloneta sp.</i>	1		6	7	3		2	19
	<i>Theridion sp.</i>						11	10	35
<i>Thomisidae</i>									42
	<i>Misumena vatia</i>		1	1					2
	<i>Xysticus acerbus</i>		1						1
	<i>Xysticus sp.</i>	1	7	19			11	1	39
Celkový součet									423



Obrázek 12: Graf 17 zobrazuje všechny čeledi pavouků v procentuálním zastoupení, které byly nalezeny na sběrné louce.

Tabulka 2: zobrazuje počty nasbíraných křížáků lučních za jednotlivé sběry, v časovém období 7 měsíců:

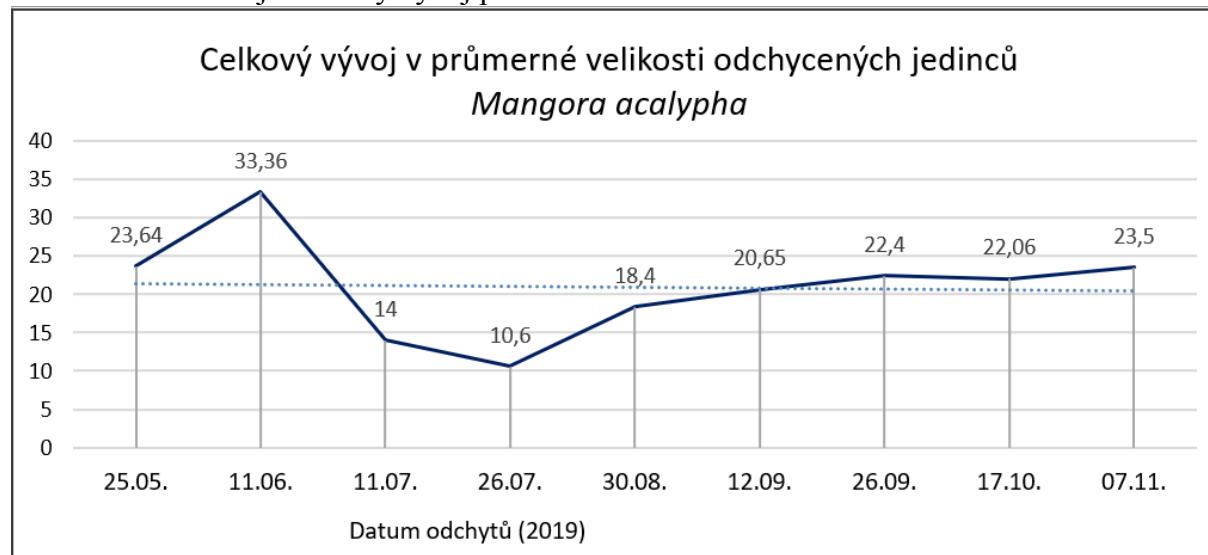
Stádia	Květen 25.5.	Červen 11.6.	Červenec			Srpen 30.8.	Září			Říjen 17.7.	Listopad 7.11.	Celkem
			11.7.	26.6.	celkem		12.9.	26.9.	celkem			
Samice		5										5
Juvenil	6	4	5	5	10	11	20	60	80	16	10	137
Samec	3	2										5
Celkem	9	11	5	5	10	11	20	60	80	16	10	147

Tabulka 3: zobrazuje věkové stádium a pohlaví nasbíraných křížáků lučních v jednotlivé sběrné dny:

Odchyt	Průměr				Minimum			Maximum			Počet odchycených zvířat			
	Juvenil	Samice	Samec	Celkový	Juvenil	Samice	Samec	Juvenil	Samice	Samec	Celkem	Juvenil	Samice	Samec
25.05.2019	-	15	26,8	23,64	-	14	24	-	16	32	9	-	4	5
11.06.2019	23,67	34,4	41,33	33,36	20	28	40	27	40	43	11	3	5	3
11.07.2019	14	-	-	14	13	-	-	16	-	-	5	-	-	-
26.07.2019	10,6	-	-	10,6	8	-	-	13	-	-	5	-	-	-
30.08.2019	18,4	-	-	18,4	12	-	-	25	-	-	10	-	-	-
12.09.2019	20,65	-	-	20,65	18	-	-	23	-	-	20	-	-	-
26.09.2019	22,4	-	-	22,4	19	-	-	28	-	-	60	-	-	-
17.10.2019	22,06	-	-	22,06	19	-	-	25	-	-	16	-	-	-
07.11.2019	23,5	-	-	23,5	18	-	-	29	-	-	10	-	-	-

V následující tabulce je zobrazen vývoj zastoupení jedinců křížáka lučního na lokalitě. N začatu můžeme videt nárůst az k vrcholu z 11.6.2019, kdy byly na posled nalezeny dospělý jedinci. Prudký propad je způsoben pravděpodobným úhynem dospělých jedinců a následny postupný nárůst juvenilních jedinců až do pozdního podzimu.

Tabulka 4: zobrazuje celkový vývoj průměrné velikosti křížáků lučních za sledované období.



5.2 Vyhodnocení sítí

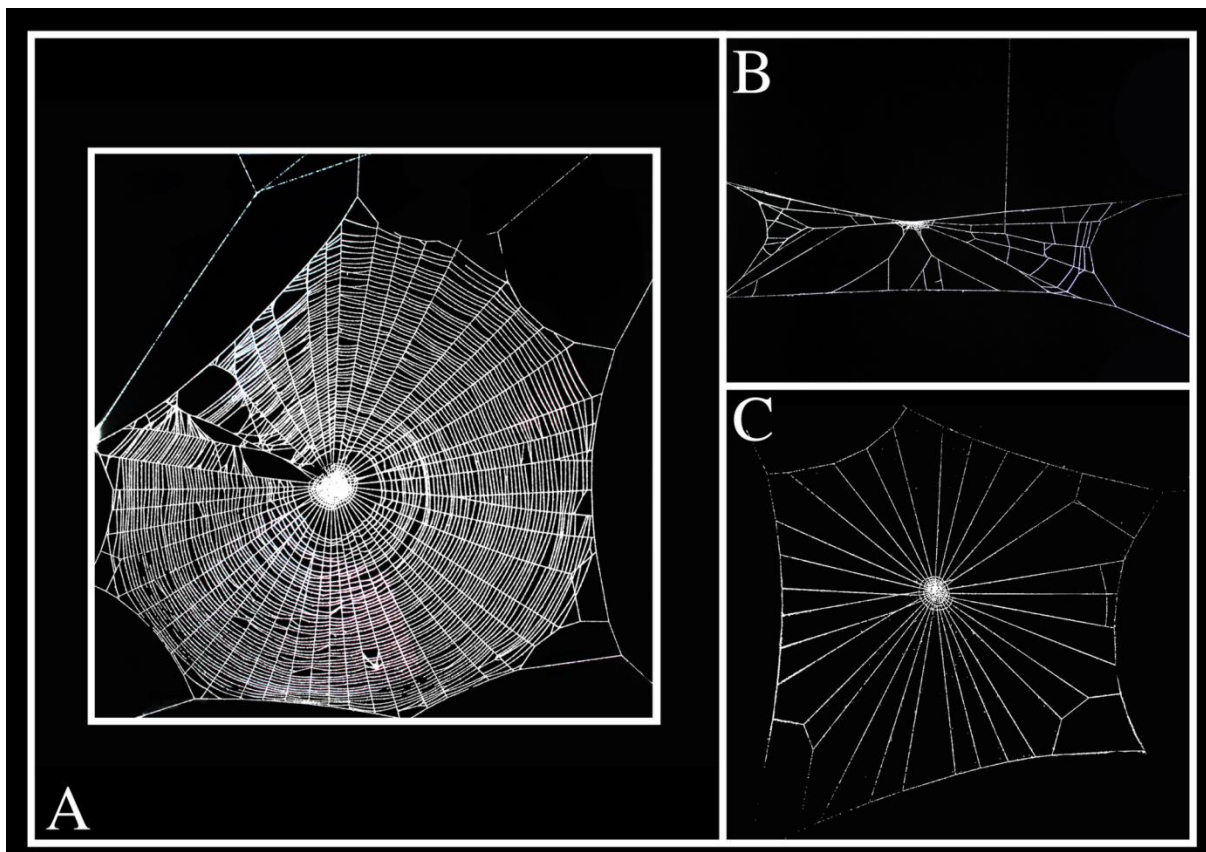
Do celé studie zaměřené na architekturu sítě křížáka lučního bylo celkem zapojeno 82 jedinců z nich 48,78% postavilo síť.

5.2.1 Kontrolní skupina

V první řadě byly vyhodnoceny sítě postavené dospělými samicemi a později i juvenilními jedinci. Výsledky sloužili k porozumění architektury a získání dostatečného množství dat od různých jedinců. Ze získaných dat se pak vytvořil standart, takzvaná průměrná síť postavená křížákem lučním v laboratorních podmínkách.

Skupinu dospělých samic tvořilo N=16 jedinců, z kterých N=7 postavilo síť tedy 43,75%. Spolu bylo hodnoceno 21 sítí, ale z toho se k zpracování dat dostalo jenom 19 sítí od N=6 dospělých samic. Jedna samice totiž ostavila dvě velmi neobvyklé sítě jedna téměř bez radiál a druhá úplně bez spirály. Protože neznáme minulost pavouků a nevíme, jestli nepřišli do kontaktu s nějakou látkou třeba pesticidem, který je mohl ovlivnit, byly tyto sítě vyřazeny z hodnocení. Z šesti samic byli tři hodně aktivní a postavili 4 až 6 sítí rozmezí 2 týdnů.

Další hodnocenou skupinou byli juvenilní pavouci, kterých se spolu zapojilo N=66, z nich postavilo síť N=33 jedinců, což bylo přesně 50%. Síť po aplikaci postavilo N=9 pavouků, N=6 jedinců postavilo síť jen po aplikaci insekticidu. Tyto dvě skupiny tvořily samostatnou skupinu a jejich sítě nebyli započítány do kontrolní skupiny.



Obrázek 13: zobrazuje jednu z nejhustějších a nejpravidelnějších sítí (A) a také 2 nejvíce atypické sítě (B, C)

V následujících tabulkách jsou vypsána sesbíraná data od juvenilů a dospělých samic a jejich vzájemné porovnání. U všech jedinců byly sledovány 4 stanovené proměnné a to počet radiál uváděn v kusech, průměrný počet spirál uváděn také v kusech, délka nejdelšího vlákna sítě, jednotka je uváděna v centimetrech a poslední sledovanou proměnnou je rovnoměrnost.

Tabulka 5: zobrazuje výsledky jednotlivých ukazatelů z architektury sítě u N=27 juvenilních jedinců spolu s jejich průměry:

Juvenilové		Počet radiál (ks)	Průměrný počet spirál (ks)	Délka nejdelšího vlákna (cm)	Rovnoměrnost
Označení					
1	36	26	12,14	0,65	
2	29	18	12,41	0,72	
4	44	33,5	15	0,77	
8	25	15	7,1	0,36	
9	29	19	11,11	0,56	
11	28	19,5	7,1	0,91	
16	46	29,5	16,52	0,79	
17	46	34	14,82	0,9	
22	46	34,5	13,91	0,74	
24	37	30	10,71	0,64	
26	43	26,5	16,25	0,85	
28	39	33,5	13,82	0,72	
30	45	33	14,62	0,79	
32	41	25,5	12,59	0,94	
34	32	16	8,18	0,89	
39	32	26	15,9	0,75	
40	36	33,5	12,41	0,72	
42	42	32	11,66	0,79	
43	35	24	11,3	0,77	
44	37	25,5	11,54	0,93	
47	22	11,5	10,34	0,67	
52	37	28	10,43	0,67	
55	27	26	13,33	0,67	
56	33	23	11,11	0,87	
58	42	29	13,13	0,78	
62	31	25,5	10	0,73	
65	40	21,5	10,91	0,92	
Průměr		36,3	25,9	12,16	0,76
Počet jedinců	27				

Tabulka 6: zobrazuje výsledky od 19 dospělých samic i s jednotlivými průměry:

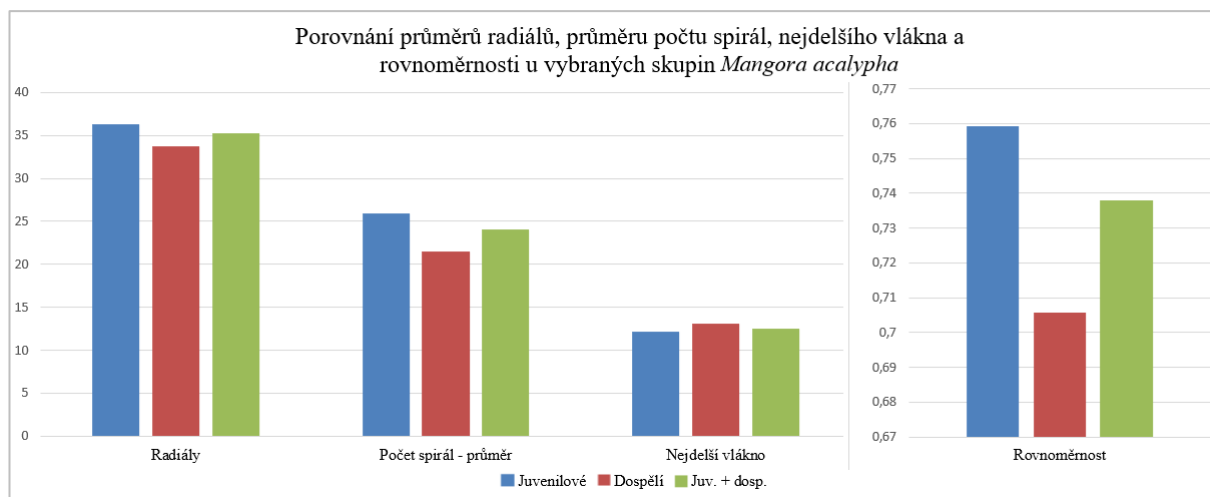
Dospělí		Počet radiál (ks)	Průměrný počet spirál (ks)	Délka nejdelšího vlákna (cm)	Rovnoměrnost
Označení					
A1	38	20	12,66	0,79	
A2	36	18	12	0,78	
A3	33	11,5	14,4	0,61	
A4	40	22	11,52	0,84	
A5	32	18	10,4	0,62	
A6	30	29,5	14,38	0,74	
B1	36	22,5	14,38	0,87	
B2	24	7,5	10,37	0,86	
B3	28	9,5	11,28	0,64	
B4	27	10	11,56	0,58	
F1	44	52,5	17,24	0,84	
F2	27	17	14,55	0,67	
I	18	17	11,25	0,11	
J1	49	34	15,33	0,87	
J2	33	22,5	13,79	0,9	
J3	42	30	12,9	0,8	
J4	33	20,5	12	0,78	
J5	24	14	13,04	0,53	
L	47	32	16,55	0,58	
Průměr	33,74	21,47	13,14	0,71	
Počet jedinců	19				

Tabulka 7: ukazuje střední hodnotu mezi juvenilí a dospělými samicemi:

Juvenilní j. + Dospělí j.		Počet radiál (ks)	Průměrný počet spirál (ks)	Délka nejdelšího vlákna (cm)	Rovnoměrnost
Průměr	35,24	24,07	12,56	0,74	

Tabulka 8: zobrazuje sesbírané průměry od obou skupin a níže jsou znázorněny v grafu s č. 1:

	Počet radiál (ks)	Průměrný počet spirál (ks)	Délka nejdelšího vlákna (cm)	Rovnoměrnost
Juvenilové	36,3	25,9	12,16	0,76
Dospělci	33,74	21,47	13,14	0,71
Juv. + dosp.	35,24	24,07	12,56	0,74



Obrázek 14: graf 1 porovnává naměřené výsledky u jednotlivých proměnných.

Vyhodnocení sledovaných ukazatelů mezi juvenilními jedinci a dospělými samicemi proběhlo pomocí nepárového t- testu. Prvním vyhodnoceným ukazatelem byl počet radiál u juvenilů ($N=27$, $\mu=36,3$ ks, $SD=6,92$), u skupiny dospělých samic to bylo ($N=19$, $\mu=33,74$ ks, $SD=8,27$) výsledek nebyl signifikantní s $p=0,26$. Druhým hodnoceným ukazatelem byl průměrný počet spirál u juvenilů ($N=27$, $\mu=25,89$ ks, $SD=6,36$), u skupiny dospělých samic to bylo ($N=19$, $\mu=21,47$ ks, $SD=10,71$), výsledek nebyl úplně signifikantní s $p=0,09$. Třetím sledovaným znakem bylo nejdelší vlákno sítě nejřív u juvenilů ($N=27$, $\mu=12,16$ cm, $SD=2,52$), u skupiny dospělých samic to bylo ($N=19$, $\mu=13,14$ cm, $SD=1,98$), výsledek nebyl signifikantní s $p=0,17$. Posledním sledovaným znakem byla rovnoměrnost s hodnotami u juvenilů ($N=27$, $\mu=0,76$, $SD=0,13$), u skupiny dospělých samic to bylo ($N=19$, $\mu=0,71$ cm, $SD=0,19$), výsledek nebyl signifikantní s $p=0,24$.

5.2.2 Sítě po ošetření

Jak již bylo zmíněno výše, spolu bylo postaveno 15 sít po aplikaci insekticidů, což činilo 45,46%. Většina sít se aspoň nějakým minimálním způsobem odlišovala od standartu. Avšak z důvodu nízkého počtu zapojených jedinců nebyli výsledky zcela jednoznačné.

Pavouci byly rozděleny do 3 skupin na základě použitých insekticidů a to na skupiny Mospilan, Biscaya a Confidor. Dále byly tyto skupiny ještě rozděleny dle typu ošetření na ošetření tarzální a ošetření postřikem. U tarzálního ošetření se využilo párové porovnání sítí od jednoho jedince, tedy každý pavouk postavil síť již před samotnou aplikací. U každého z přípravků postavili síť po aplikaci 3 jedinci. Tedy bylo k dispozici 9 sítí k párovému porovnání, před a po aplikaci. Při aplikaci pesticidu formou postřiku bylo v každé skupině ošetřeno 8 jedinců a v každé skupině zesnovali síť 2 pavouci.

5.2.2.1 Mospilan

V skupině Mospilan bylo spolu $N=15$ pavouků z nich postavilo síť po ošetření 33,33% jedinců. U tarzálního ošetření postavilo síť 42,86% ze 7 jedinců. Při ošetření postřikem to bylo 25% z 8 jedinců. Níže jsou zobrazeny tabulky s výpočtem pomocí Fisherova exaktního testu:

Tabulka 9: zobrazuje výsledky z obou typů ošetření v porovnání s kontrolou:

O. postřikem + Tarzálně o.	Postavená sít'	Nepostavená sít'	Total
Ošetřeno	5	10	15
Neošetřeno	15	28	43
Total	20	38	58

Výsledek nebyl signifikantní s $p=1,00$.

Tabulka 10: zobrazuje tarzální ošetření v porovnání s kontrolou:

Tarzálně o.	Postavená sít'	Nepostavená sít'	Total
Ošetřeno	3	4	7
Neošetřeno	15	28	43
Total	18	32	50

Výsledek nebyl signifikantní s $p=0,69$.

Tabulka 11: zobrazuje ošetření postřikem v porovnání s kontrolou:

O. postřikem	Postavená sít'	Nepostavená sít'	Total
Ošetřeno	2	6	8
Neošetřeno	15	28	43
Total	17	34	51

Výsledek nebyl signifikantní $p=0,70$.

Efekt na snovací činnost při ošetření tarzální cestou:

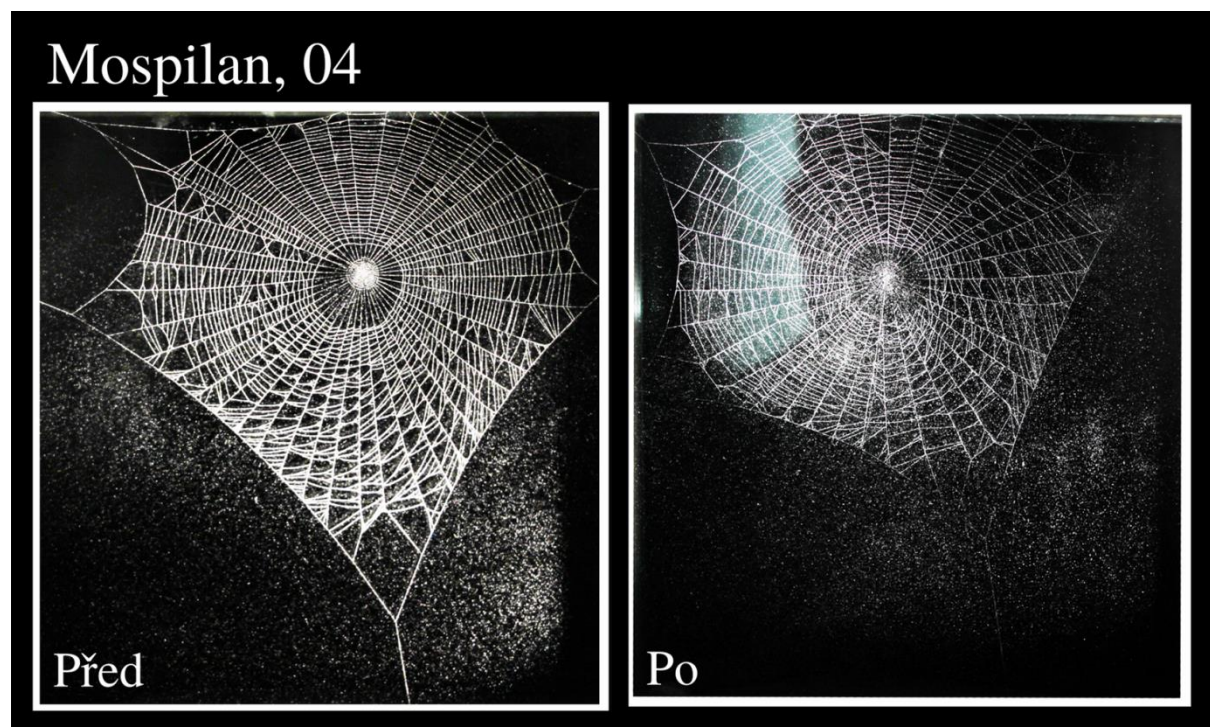
Po ošetření přípravkem Mospilan zesnovali sít' 3 pavouci s číselným označením 04, 17 a 26.

Pavouk s označením 04 zesnoval v celku podobně velké sítě. Obě byli umístěny v horní polovině arény téměř uprostřed. První sít' s označením 04A, byla spíše trojúhelníkového tvaru a chybělo jí přibližně 8% na okraji zóny lapací spirály v pravé a levé spodní části pavučiny. Tuto lapací zónu z 40% tvořili nenavazující vlákna, převážně ve spodní části sítě. Vlákna okraje lapací zóny sahalí až na rám po celém obvodu. Střed sítě byl plný a pravidelný. Celá pavučina byla ukotvena 7 vlákny.

Druhá sít' a teda sít' zesnovaná po aplikaci pesticidu s označením 04B, byla o něco menší a měla spíše čtvercovitý tvar. Její zóna lapací spirály byla o poznání řidší a chybělo jí přibližně 8% povrchu po jejím obvodu hlavně v pravé a levé spodní části. Spirála tvořící lapací zónu na sebe navazovala z 50%. Nejvíce nenavazujících vláken bylo v pravé dolní části. Okraje zóny sahalí až na rám pavučiny. Střed sítě byl plný a pravidelný. Pavučina měla 6 kotvících vláken.

Nejdelší vlákno sítě mnělo před ošetřením 15 cm po ošetření 13,33 cm, rozdíl tedy činil 1,67 cm. Kolmice na toto vlákno měla před ošetřením 11,66 cm a po ošetření 12,6 cm, rozdíl činil 0,94 cm.

Sít' z před ošetření měla rovnoměrnost 0,77 a po ošetření 0,95. Radiál bylo před ošetřením 44 po ošetření 34, rozdíl tedy činil 11 radiál. Průměrný počet spirál před ošetřením byl 33,5 po ošetření 30,5.



Obrázek 15: síť zesnované před (A) a po (B) ošetření přípravkem postavěné pavoukem s označením 04.

Pavouk s označením 17 zesnoval velikostně podobné a pravidelné síť, spíše čtvercovitého tvaru.

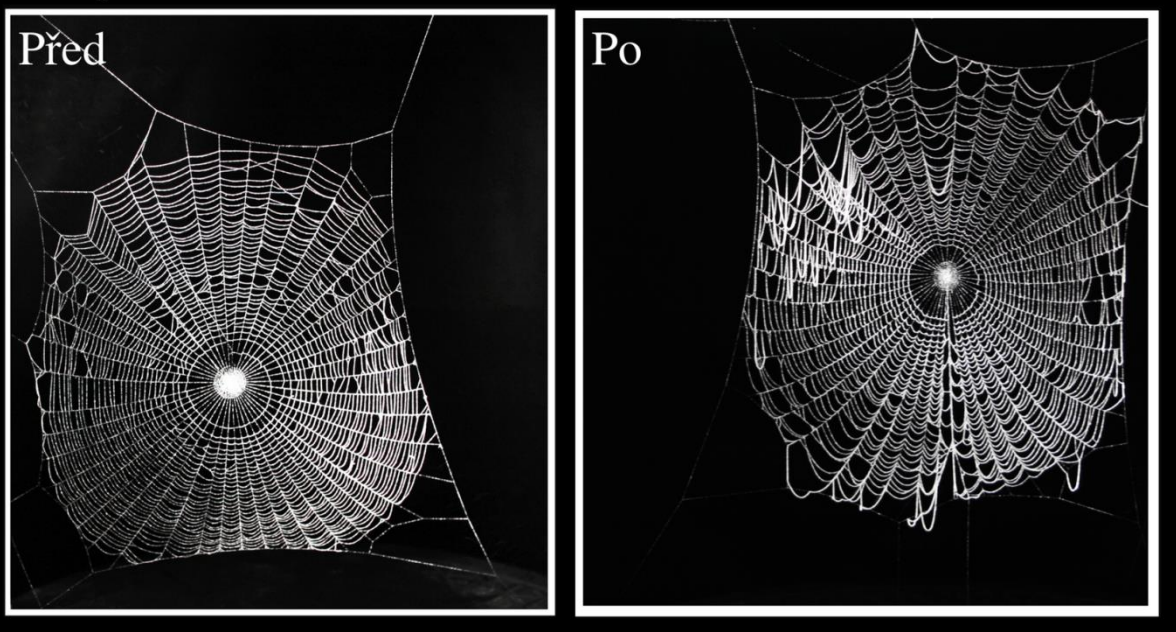
První síť s označením 17A se nacházela z největší části ve spodní levé čtvrtině arény. Chyběly jí jen asi 4% lapací zóny na obvodu ve spodní a levé části. Spirála, která jí tvořila, byla velmi hustá a pravidelná s jen asi 1% nenavazujících vláken. Lapací zóna sahala až k rámu sítě. Střed sítě byl velmi pravidelný. Pavučina byla ukotvena 7 vlákny.

Druhá síť zesnovaná po aplikaci s označením 17B, byla na první pohled jiná. Byla umístěná uprostřed pravé poloviny arény. Chybělo jí jen asi 1% lapací zóny na okrajích pavučiny. Její spirála, byla hustá a pravidelná, tvořená přibližně 2% nenavazných vláken. Avšak nejvíc se změnila jejich pružnost, nebo také elasticita spirál. Ta se po aplikaci dětského pudru projevila abnormálním natažením spirál pod jeho tíhou. Podobné chování už nebylo u žádné jiné sítě po aplikaci pozorováno. Efekt byl nejviditelnější na okrajích a v levé horní části sítě. Okrajové vlákna lapací zóny sahalo až na rám. Střed sítě byl bez změn, hustý a pravidelný. Pavouk ukotvil tuto pavučinu 8 vlákny.

Nejdelší vlákno sítě mnělo před ošetřením 14,82 cm po ošetření pak 15 cm, rozdíl tedy činil 0,18 cm. Kolmice na toto vlákno měla před ošetřením 13,33 cm a po ošetření 12,86 cm, rozdíl činil 0,47 cm.

Sít' z před ošetření měla rovnoměrnost 0,9 a po ošetření 0,86. Radiál bylo před ošetřením 46 po ošetření 43, rozdíl tedy činil 3 radiály. Průměrný počet spirál před ošetřením byl 34 po ošetření 32.

Mospilan, 17



Obrázek 16: síť zesnované před (A) a po (B) ošetření přípravkem postavené pavoukem s označením 17.

Pavouk s označením 26 zesnoval síť po ošetření o něco menší, avšak příčinou mohl být i fakt, že 1 síť zesnoval vedle arény po tom, co se mu z ní podařilo uniknout.

První síť s označením 26A, měla okrouhlý tvar s chybějícími 2% povrchu lapací zóny v její levé části. Lapací spirála byla řídká a převážně nenavazující. Nenavazující vlákna tvořili až 80% povrchu. Okraj lapací zóny zasahoval až na rám. Střed síť byl také řidší ale pravidelně okrouhlý. Pavučinu ukotvovalo 6 vláken.

Druhá síť 26B připomínala tvarem trojúhelník s chybějící 15% lapací zóny, po jejím obvodu. Nejvíce v pravém horním okraji a měla také několik děr v pravé polovině síť. Obdobně i lapací spirálu tvořili z 15% nenavazující vlákna také v její pravé polovině. Lapací spirála zasahovala až na rám. Celá pavučina byla ukotvena 6 vlákny.

Nejdelší vlákno síť mnělo před ošetřením 16,25 cm po ošetření pak 11,85 cm, rozdíl tedy činil 4,4 cm. Kolmice na toto vlákno měla před ošetřením 13,75 cm a po ošetření 8,89 cm, rozdíl činil 4,86 cm.

Síť z před ošetření měla rovnoměrnost 0,85 s po ošetření 0,75. Radiál bylo před ošetřením 43 po ošetření 36, rozdíl tedy činil 7 radiál. Průměrný počet spirál před ošetřením byl 26,5 po ošetření 24,5.

Mospilan, 26



Obrázek 17: síť zesnované před (A) a po (B) ošetření přípravkem postavené pavoukem s označením 26.

Tabulka 12: celkový procentuální zastoupení loučů s počtem závitů spirály pod 75%, před ošetřením:

Mospilan Před	Označení jedince	Max. spirál	75 % spirál	Celé louče	Porušené louče	Počet loučí pod 75 %	Počet loučí pod 75 %
	4	38	28,5	43	1	24	55,81 %
	17	37	27,75	45	1	8	17,78 %
	26	29	21,75	43	1	29	67,44 %

Tabulka 13: celkový procentuální zastoupení loučů s počtem závitů spirály pod 75%, po ošetření:

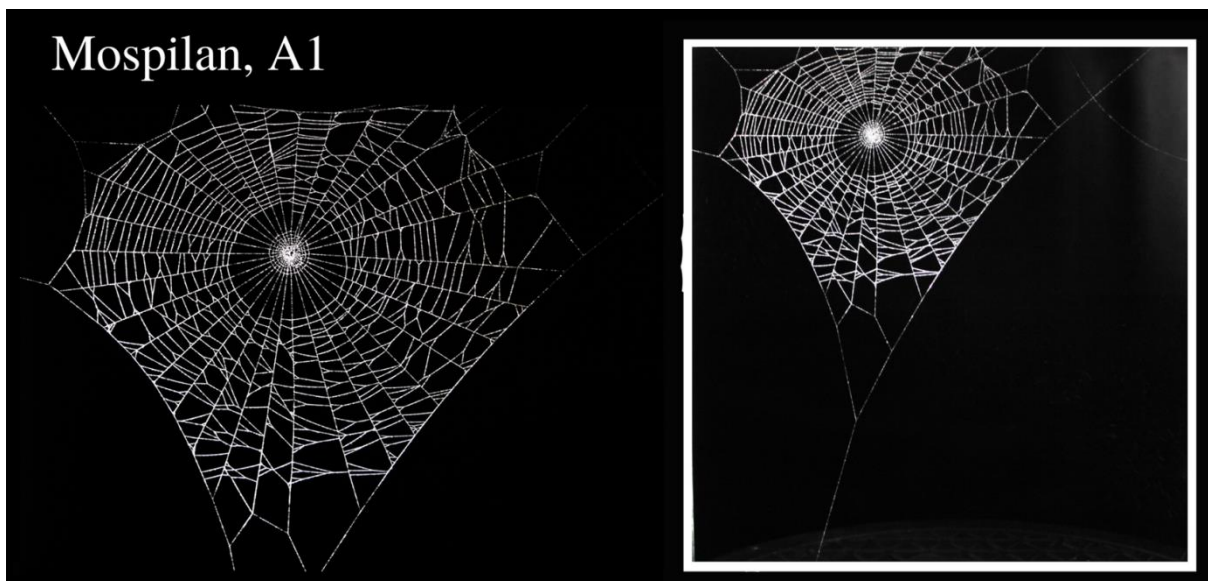
Mospilan Po	Označení jedince	Max. spirál	75 % spirál	Celé louče	Porušené louče	Počet loučí pod 75 %	Počet loučí pod 75 %
	4	33	24,75	35	2	24	68,57 %
	17	36	27	43	0	9	20,93 %
	26	30	22,5	32	7	24	75 %

Efekt na snovací činnost po ošetření postřikem:

Sít' po aplikaci postavili pavouci s číselným označením A1 a A2.

Pavouk s označením A1 zesnoval síť v pravém horním rohu arény. Síť byla normální velikosti, trojúhelníkovitého tvaru s chybějícími 8% lapací zóny v pravé a levé spodní části. Pavučina měla odhadem 70% nepravidelnou návaznost spirály. Vlákna se také v různém počtu spájely v jedno. Okraj lapací zóny sahal až na rám sítě. Střed sítě byl hustý a pravidelný. Pavučina byla ukotvena 7 vlákny.

Nejdelší vlákno sítě mnělo po ošetření přípravkem 10 cm. Kolmice na toto vlákno měla délku 3,68 cm. Počet radiál byl 33 a průměrná řada měla 19 spirál. Rovnoměrnost sítě byla 0,37.



Obrázek 18: síť zesnovaná po ošetření přípravkem s označením A1.

Pavouk s číslem A2 zesnoval malou síť v pravém dolním rohu arény. Chybělo jí více, než 25% zóny lapacích vláken hlavně v její pravé horní a dolní části pavučiny. Dále měla v celku pravidelně navazující vlákna. V její pravé části se jich pár spájelo, co tvořilo 1% zóny. Lapací spirála na její levé polovině nezasahovala až na rám. Střed sítě byl o něco řidší a zdeformovaný. Pavučino ukotvovalo 6 vláken.

Nejdelší vlákno sítě mělo 6 cm. Kolmice na toto vlákno měla délku 2,36 cm. Počet radiál byl 25 a průměrná řada měla 20,5 spirál. Rovnoměrnost sítě byla 0,39.



Obrázek 19: síť zesnovaná po ošetření přípravkem s označením A2.

Tabulka 14: zobrazuje sesbírána data porovnávající vliv insekticidu Mospilan na architekturu sítě u sledovaných značích:

Mospilan									
Aplikace	Označení jedinců	Počet radiál (ks)		Průměrný počet spirál (ks)		Délka nejdelšího vlákna (cm)		Rovnoměrnost	
		Před	Po	Před	Po	Před	Po	Před	Po
Tarzálně	4	44	34	33,5	30,5	15	13,33	0,77	0,95
Tarzálně	17	46	43	34	32	14,82	15	0,9	0,86
Tarzálně	26	43	36	26,5	24,5	16,25	11,85	0,85	0,75
Postřik	A1		33		19		10		0,37
Postřik	A2		25		20,5		6		0,39
Průměr			34,2		25,3		11,24		0,66
Průměr Kontrol.			36,3		25,9		12,16		0,76

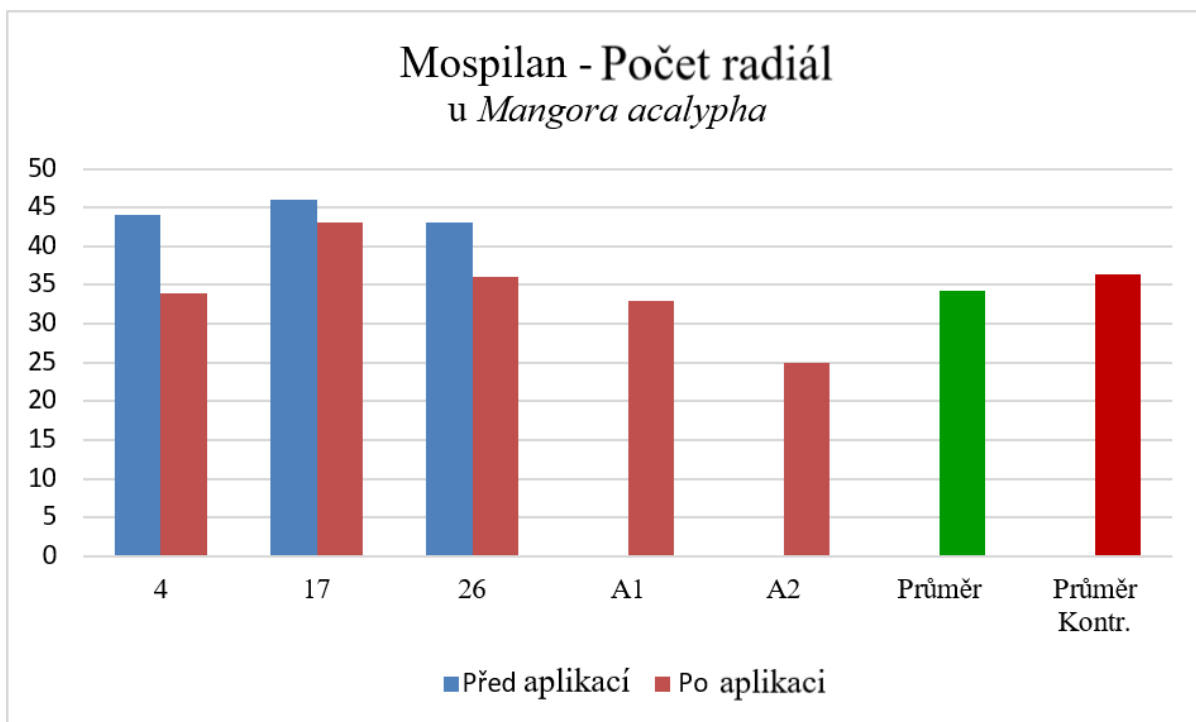
K vyhodnocení sledovaných ukazatelů mezi skupinou po aplikaci a kontrolou byl využitý nepárový t- test.

Prvním hodnoceným ukazatelem byl počet radiál u jedinců z kontrolní skupiny s následujícími výsledky ($N=27$, $\mu=36,3$ ks, $SD=6,92$), u skupiny jedinců po aplikaci insekticidu to bylo ($N=5$, $\mu=34,2$ ks, $SD=6,46$) výsledek nebyl signifikantní s $p=0,54$.

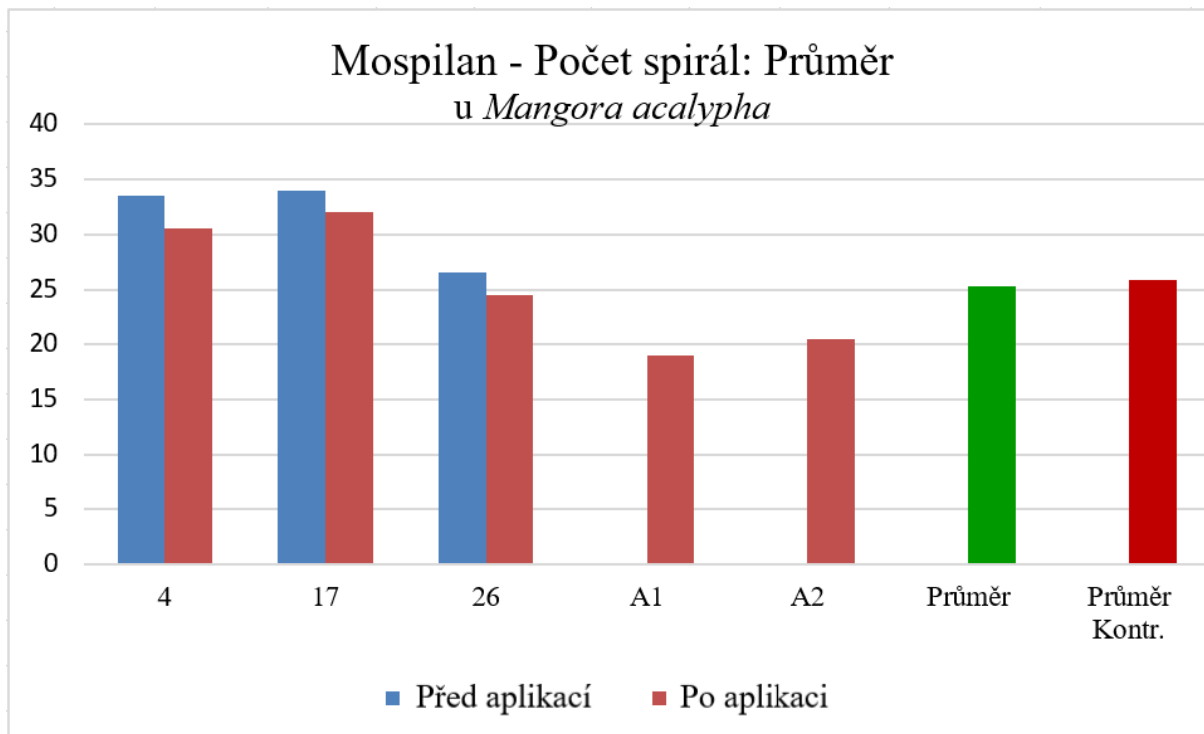
Druhým hodnoceným ukazatelem byl průměrný počet spirál u kontrolní skupiny ($N=27$, $\mu=25,89$ ks, $SD=6,36$), u skupiny po ošetření insekticidem to bylo ($N=5$, $\mu=25,3$ ks, $SD=5,82$), výsledek nebyl signifikantní s $p=0,85$.

Třetím sledovaným znakem bylo nejdelší vlákno sítě nejřív kontrolní skupiny ($N=27$, $\mu=12,16$ cm, $SD=2,52$), u skupiny po ošetření insekticidem to bylo ($N=5$, $\mu=11,24$ cm, $SD=3,46$), výsledek nebyl signifikantní s $p=0,48$.

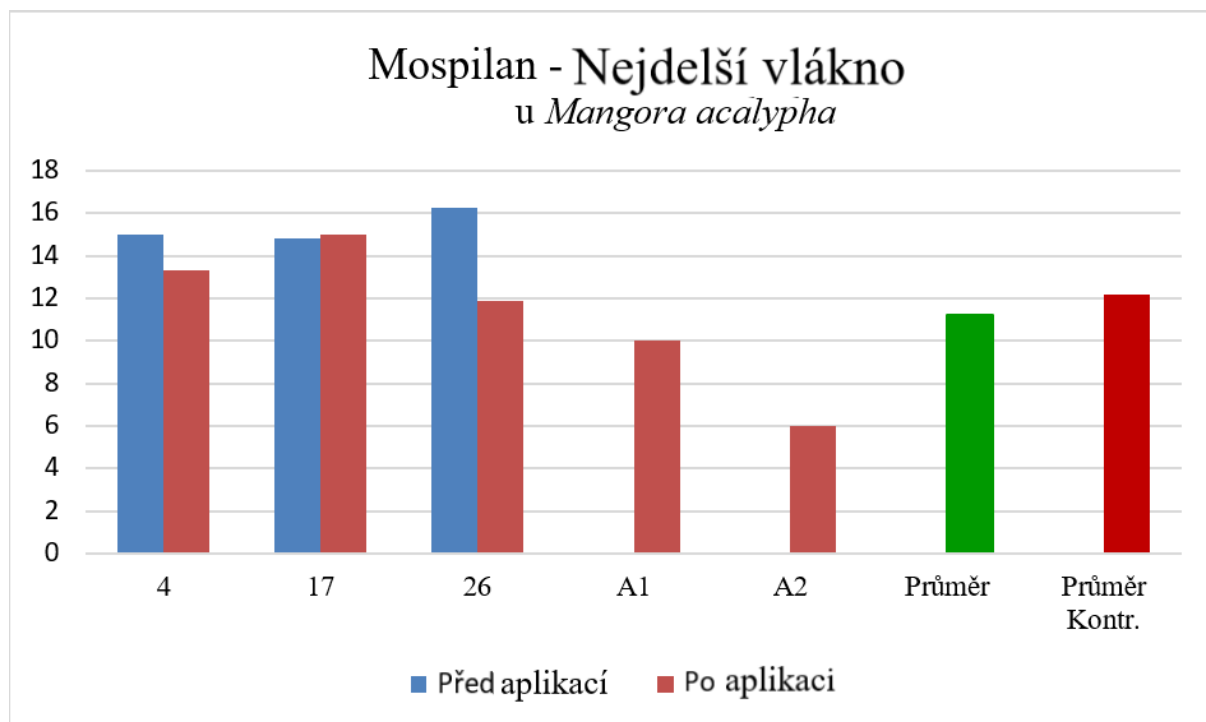
Posledním sledovaným znakem byla rovnoměrnost s hodnotami u kontrolní skupiny ($N=27$, $\mu=0,76$, $SD=0,13$), u skupiny ošetřené pesticidy to bylo ($N=5$, $\mu=0,66$ cm, $SD=0,27$), výsledek nebyl signifikantní s $p=0,21$.



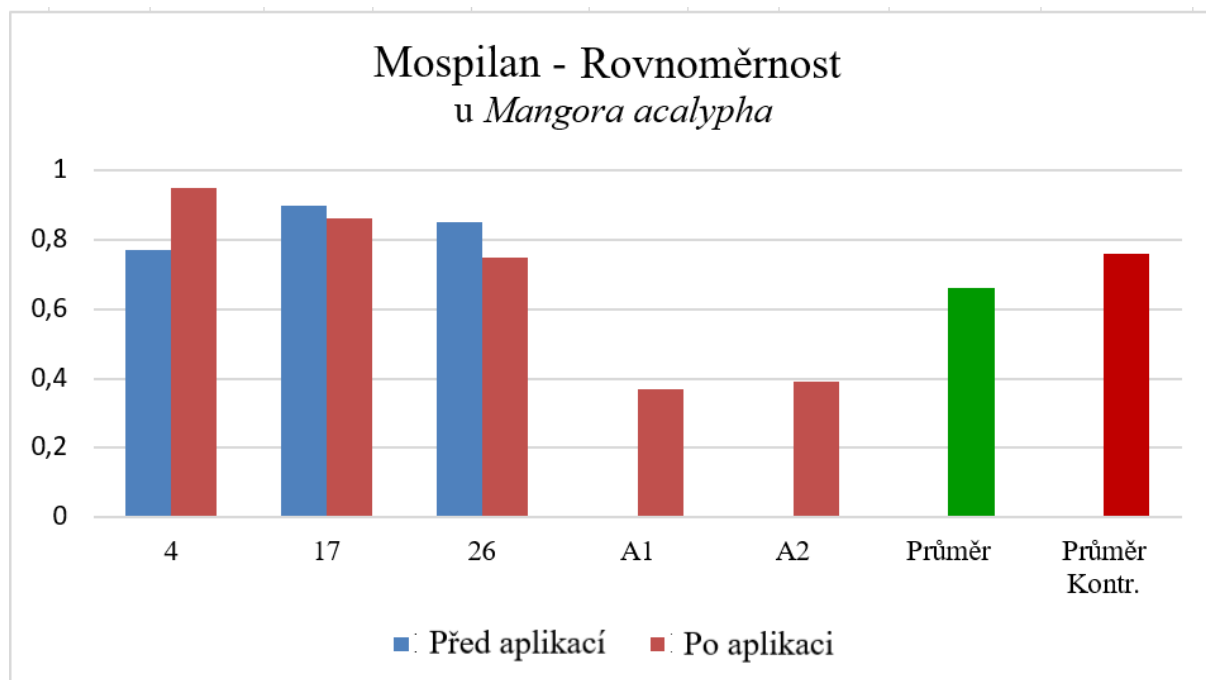
Obrázek 20: graf 2 ukazuje počty radiál před a po ošetření a také jejich průměr a průměr kontrolní skupiny. Na ose x je uveden počet radiál a na ose y označení pavouků.



Obrázek 21: graf č. 3 ukazuje průměrné počty spirál před a po ošetření a také jejich průměr a průměr kontrolní skupiny. Na ose x je uveden počet radiál a na ose y označení pavouků.



Obrázek 22: graf 4 ukazuje nejdelší vlákna sítí před a po ošetření, zobrazuje také jejich průměr a průměr kontrolní skupiny. Na ose x je uveden počet radiál a na ose y označení pavouků.



Obrázek 23: graf s č. 5 ukazuje rovnoměrnost sítí před a po ošetření, také jejich průměr a průměr kontrolní skupiny. Na ose x je uveden počet radiál a na ose y označení pavouků.

5.2.2.2 Biscaya

Do skupiny Biscaya bylo spolu zapojeno N=16 pavouků s nich postavilo síť po ošetření přípravkem 31,25% jedinců.

Tabulka 15: zobrazuje výsledky z obou typů ošetření v porovnání s kontrolou:

O postřik + Tarzálně o.			
	Postavená síť	Nepostavená síť	Total
Ošetřeno	5	11	16
Neošetřeno	15	28	43
Total	20	39	59

Výsledek nebyl signifikantní s $p=1,00$.

Tabulka 16: zobrazuje výsledky z tarzálního ošetření v porovnání s kontrolou:

Tarzálně o.			
	Postavená síť	Nepostavená síť	Total
Ošetřeno	3	5	8
Neošetřeno	15	28	43
Total	18	33	51

Výsledek nebyl signifikantní s $p=1,00$.

Tabulka 17: zobrazuje výsledky z ošetření postřikem v porovnání s kontrolou:

Postřik			
	Postavená síť	Nepostavená síť	Total
Ošetřeno	2	6	8
Neošetřeno	15	28	43
Total	17	34	51

Výsledek nebyl signifikantní s $p=0,70$.

Efekt na snovací činnost při aplikaci tarzální cestou:

Sítě zesnovali pavouci s číselným označením 09, 43 a 56.

Pavouk s označením 09 zesnoval podobně velké sítě. Obě postavil v levé horní části, druhou víc uprostřed horní části arény.

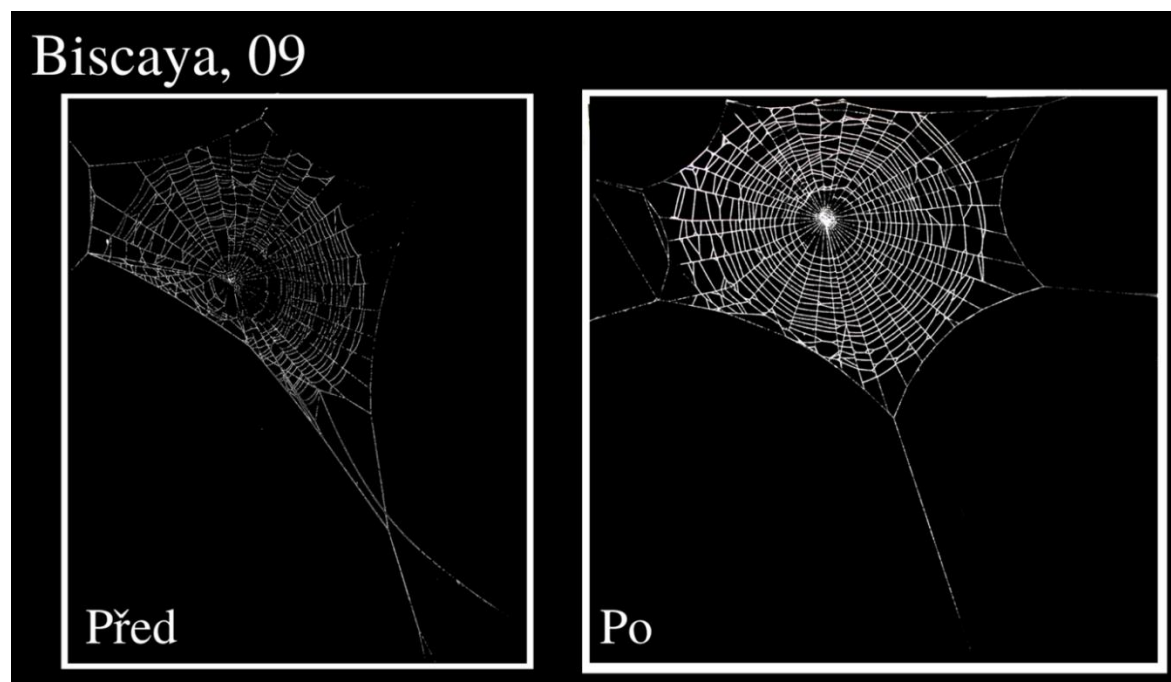
První síť s označením 09A byla půlkruhovitěho tvaru a neměla kompletní kulatý střed sítě. Z části, kde střed chyběl, nevyjížděly rovnoměrné radiály, byl tam jen shluk neuspořádaných vláken. To způsobilo i skosený tvar sítě. Spolu chybělo asi 35% lapací zóny sítě v její levé spodní části. Spirála z 10% místy nenavazovala a někde vlákna úplně chyběla. Okraj lapací zóny v pravé a levé části sítě nezasahoval až k rámu. Pavučina byla ukotvena 6 vlákny.

Druhá síť 09B byla méně půlkruhovitěho tvaru s chybějícími 8 % lapací zóny. Nejvíce jí chybělo po obvodu levé spodní části. Okraj zóny lapacích vláken nezasahoval až k rámu

téměř v celé pravé polovině a částečně i v levé části sítě. Spirála lapací zóny byla z 25% nenavazující. Střed sítě byl poněkud řidší, ale pravidelný. Pavučinu ukotvovalo 7 vláken.

Nejdelší vlákno sítě mělo před ošetřením délku 11,11 cm po ošetření pak 13,33 cm, rozdíl tedy činil 2,33 cm. Kolmice na toto vlákno měla před ošetřením 6,22 cm a po ošetření 9,63 cm, rozdíl činil 3,41 cm.

Sít' z před ošetření měla rovnoměrnost 0,83 s po ošetření 0,65. Radiál bylo před ošetřením 29 po ošetření 37, rozdíl tedy činil 8 radiál. Průměrný počet spirál před ošetřením byl 19 po ošetření 18,5.



Obrázek 24: síť zesnované před (A) a po (B) ošetření přípravkem postavěné pavoukem s označením 09.

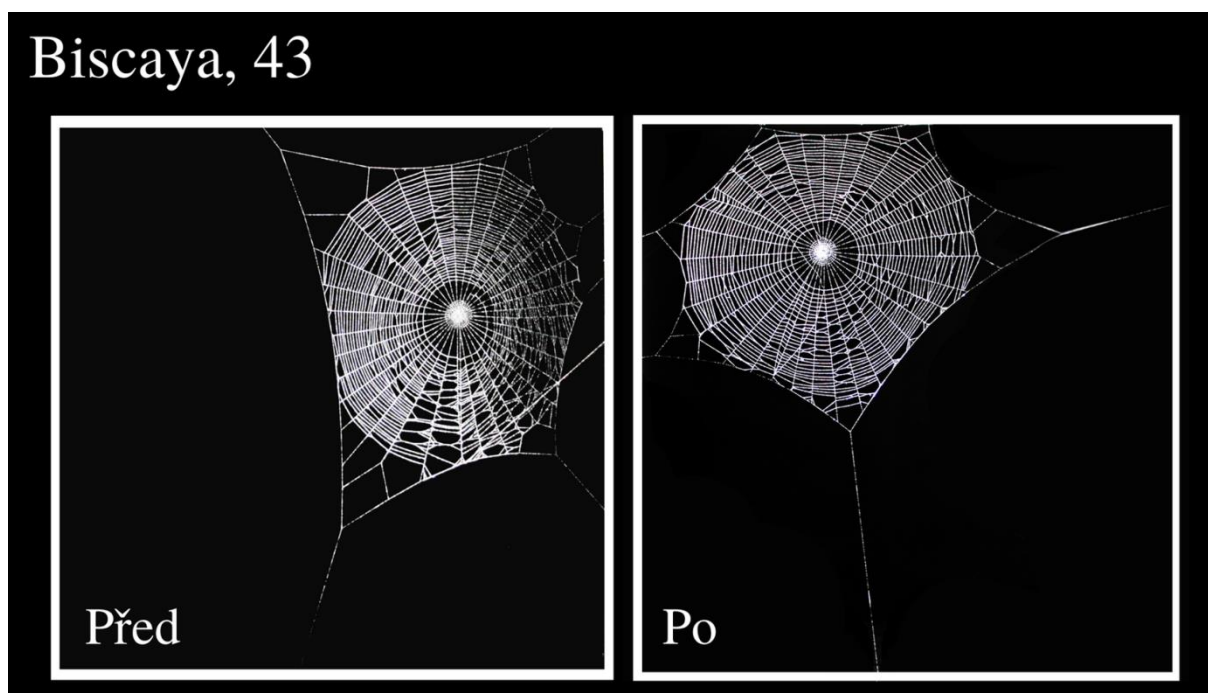
Pavouk s číslem 43 zesnoval obdobně velké a pravidelné síť.

První síť s označením 43A byla čtvercovitého tvaru umístěna v pravé horní části arény. Chyběli jí přibližně 3% z její zóny lapacích vláken, zejména po obvodu levé ale z části i pravé poloviny sítě. Spirála byla pravidelná, jen v její pravé spodní části převážně nenavazující. S 2 řadami nenavazujících vláken od středu až k rámu sítě. Spolu asi 10%. Střed sítě byl hustý a pravidelný. Pavučina byla ukotvena 6 vlákny.

Druhá síť 43B byla pravidelná téměř kruhovitá situovaná v levé horní části arény, chybělo jí asi 1% z lapací zóny v pravé spodní části. Spirála byla pravidelná jen s 2% různě pospojovanými vlákny. V síti po aplikaci byla jen 1 řada s kompletně nenavazujícími vlákny od středu až k rámu, stejně jako u předchozí ve spodní části pavučiny. Zajímavé bylo i vlákno v levé polovině sítě. Jeden konec začínal v horní části, vlákno bylo natažené téměř ke středu sítě, ale nespojili se. Následně pokračovalo, až na okraj lapací zóny ve spodní části pavučiny. Toto vlákno nebylo natažené souběžně s radiály a tak vytvářelo dojem ohraničení přibližně 1/4 sítě. Ta byla ukotvena 6 vlákny.

Nejdelší vlákno sítě mělo před ošetřením délku 11,3 cm po ošetření pak 11,11 cm, rozdíl tedy činil 0,19 cm. Kolmice na toto vlákno měla před ošetřením 8,7 cm a po ošetření 8,89 cm, rozdíl činil 0,19 cm.

Sít' z před ošetření měla rovnoměrnost 0,98 s po ošetření 0,98. Radiál bylo před ošetřením 36 po ošetření 34, rozdíl tedy činil 2 radiál. Průměrný počet spirál před ošetřením byl 33,5 po ošetření 28,5.



Obrázek 25: síť zesnované před (A) a po (B) ošetření přípravkem postavené pavoukem s označením 43.

Pavouk s označením 56 postavil obě sítě v pravém horním rohu arény, druhou o něco větší.

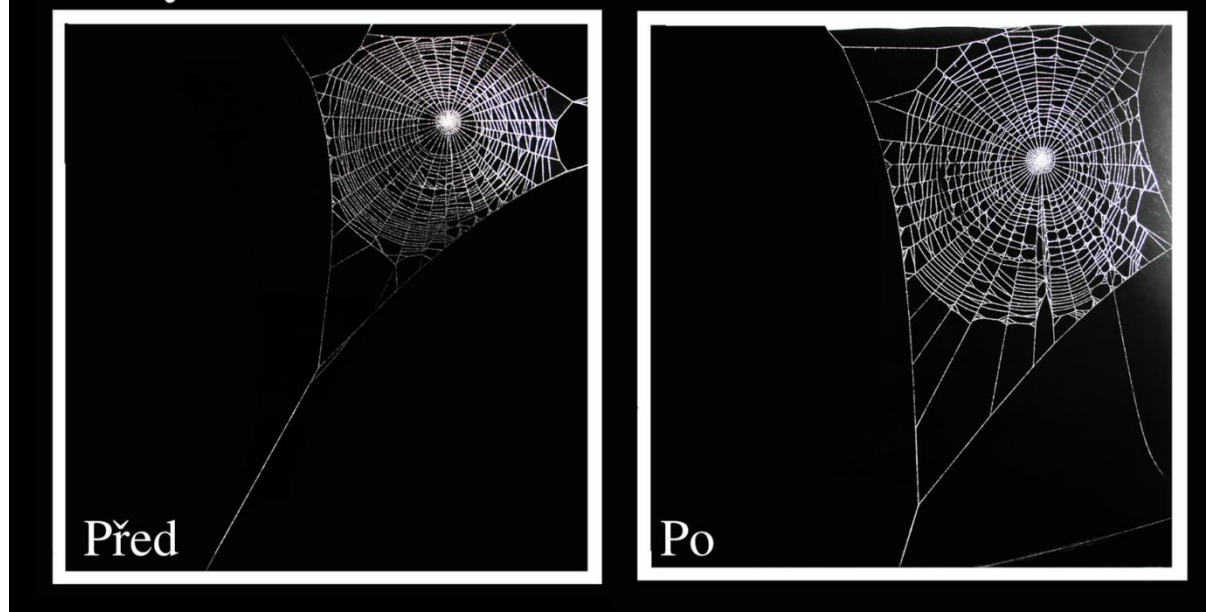
První síť označená jako 56A byla trojúhelníkovitého tvaru s chybějícími 6% zóny lapacích vláken na okrajích sítě zejména v její spodní a levé části. Spirála byla pravidelná jen v pravé a spodní části pavučiny převažovali různě pospojované vlákna. Okraje lapací spirály sahaly až k rámu a střed sítě byl hustý a pravidelný. Pavučina byla ukotvena 6 vlákny.

Druhá síť 56B byla konstrukčně podobná první síti. Zesnovaná byla v levé spodní části s dlouhým kotvícím vláknem a nataženým rámem v tomto směru. Lapací zóna byla skoro půlkruhovitěho tvaru s chybějícími 2% na okrajích pravé poloviny sítě. Lapací spirála se od předešlé značně lišila svojí relativně nepravidelnou, ale zajímavou strukturou. Různé počty se slučovali do jednoho vlákna převážně ve střední části zóny lapacích spirál. Tyto struktury vytvářeli zajímavý, skoro až pravidelný obrazec. Jedna řada ve spodní části byla zajímavá tím, že jí tvořilo několik radiál, které se nespájeli s rámem pavučiny ale sousední radiálou a několika chaotickými vlákny spirál. Spolu tyto vlákna tvořili přibližně 50% povrchu zóny. Obvod lapací zóny nezasahoval až k rámu ve spodní části pavučiny. Střed sítě byl hustý a pravidelný. Pavučinu ukotvovalo 5 vláken.

Nejdelší vlákno sítě mnělo před ošetřením délku 11,11 cm po ošetření pak 15,5 cm, rozdíl tedy činil 4,39 cm. Kolmice na toto vlákno měla před ošetřením 9,63 cm a po ošetření 10,37 cm, rozdíl činil 0,74 cm.

Sít' z před ošetření měla rovnoměrnost 0,72 s po ošetření 0,93. Radiál bylo před ošetřením 33 po ošetření 37, rozdíl tedy činil 4 radiál. Průměrný počet spirál před ošetřením byl 23 po ošetření 22.

Biscaya, 56



Obrázek 26: síť zesnované před (A) a po (B) ošetření přípravkem postavené pavoukem s označením 56.

Tabulka 18: celkový procentuální zastoupení loučů s počtem závitů spirály pod 75%, před ošetřením:

Bisacaya Před	Označení jedince	Max. spirál	75 % spirál	Celé louče	Porušené louče	Počet loučí pod 75 %	Počet loučí pod 75 %
	9	21	15,75	22	11	7	31,82 %
	43	36	27	34	1	18	52,94 %
	56	27	20,25	30	5	16	53,33 %

Tabulka 19: celkový procentuální zastoupení loučů s počtem závitů spirály pod 75%, po ošetření:

Bisacaya Po	Označení jedince	Max. spirál	75 % spirál	Celé louče	Porušené louče	Počet loučí pod 75 %	Počet loučí pod 75 %
	9	22	16,5	35	3	16	45,71 %
	43	30	22,5	29	10	9	31,03 %
	56	24	18	35	4	25	71,43 %

Efekt na snovací činnost po ošetření postřikem:

Sít' po aplikaci postavili pavouci s číselným označením A12 a A16.

Sít' zesnovaná pavoukem s označením A12 byla v normální velikosti, byla situovaná v levé horní části arény. Měla spíše půlkruhovitý tvar a nejmíc z lapací zóny jí chybělo v její spodní levé části, dohromady asi 5%. Tady se lapací zóna nepřibližovala k rámu sítě. Odhadem 35 % sítě mělo nepravidelnou nenavazující spirálu a převážně v horní části sítě se vyskytovali vlákna spirály, spájející se v jedno. Střed sítě byl hustý a pravidelný. Pavučinu ukotvovalo 8 vláken.

Nejdelší vlákno sítě mnělo po ošetření přípravkem 10 cm. Kolmice na toto vlákno měla délku 8,57 cm. Počet radiál byl 43 a průměrná řada měla 31 spirál. Rovnoměrnost sítě byla 0,86.



Obrázek 27: síť zesnovaná po ošetření přípravkem s označením A12.

Síť zesnovaná pavoukem s číslem A16 byla normální velikosti čtvercovitého tvaru, umístěna v pravé horní části arény. Z okraje lapací zóny jí chybělo 5%, nejvíc v levé polovině sítě. Lapací spirálu v dolní polovině tvořili z 3% nenavazující vlákna. Lapací zóna byla v pravé polovině vzdálená od rámu sítě. Střed pavučiny byl hustý a pravidelný. Síť ukotvovalo 6 vláken.

Nejdelší vlákno sítě mnělo po ošetření přípravkem 10,71 cm. Kolmice na toto vlákno měla délku 8,57 cm. Počet radiál byl 35 a průměrná řada měla 19,5 spirál. Rovnoměrnost sítě byla 0,8.



Obrázek 28: síť zesnovaná po ošetření pavoukem s označením A16.

Tabulka 20: zobrazuje sesbírána data porovnávající vliv insekticidu Biscaya na architekturu sítě u sledovaných značích:

Biscaya									
Aplikace	Označení jedinců	Počet radiál (ks)		Průměrný počet spirál (ks)		Délka nejdelšího vlákna (cm)		Rovnoměrnost	
		Před	Po	Před	Po	Před	Po	Před	Po
Tarzálně	9	26	37	19	18,5	11,11	13,33	0,56	0,72
Tarzálně	43	36	34	33,5	28,5	11,3	11,11	0,77	0,8
Tarzálně	56	33	37	23	22	11,1	15,5	0,87	0,67
Postřik	A12		43		31		10		0,86
Postřik	A16		35		19,5		10,71		0,8
Průměr			37,2		23,9		12,13		0,77
Průměr Kontrol.			36,3		25,9		12,16		0,76

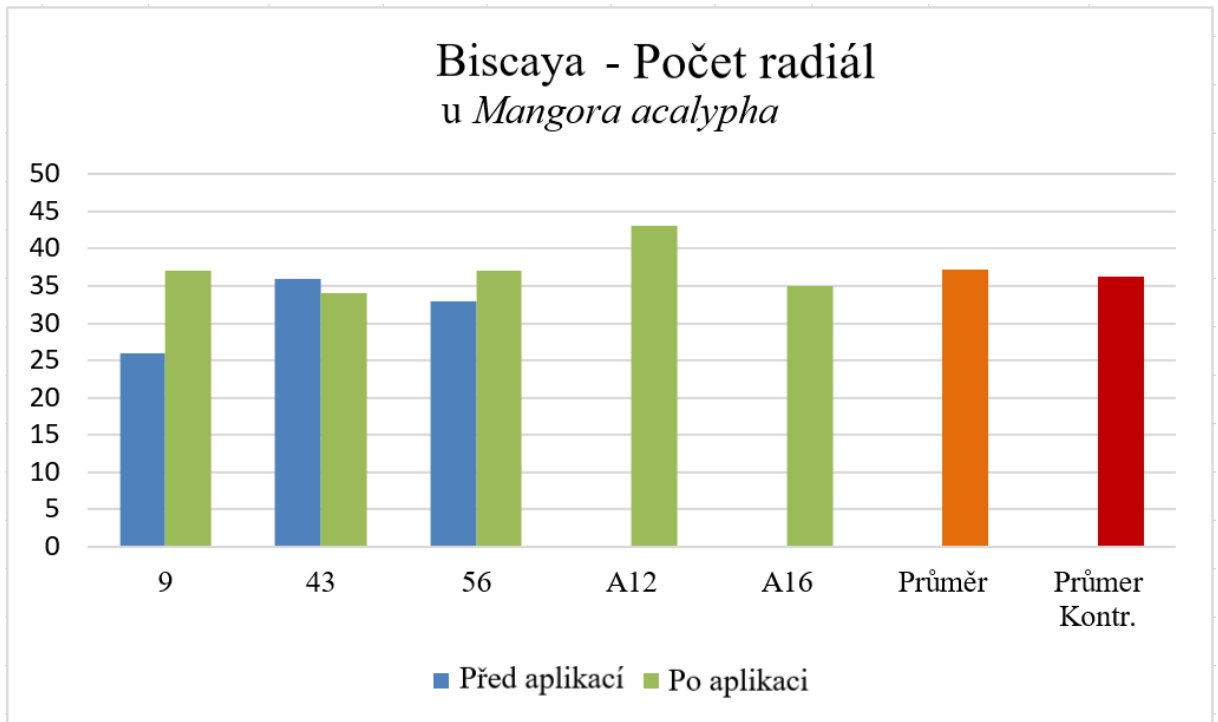
K vyhodnocení sledovaných ukazatelů mezi skupinou po aplikaci a kontrolou byl využitý nepárový t- test.

Prvním hodnoceným ukazatelem byl počet radiál u jedinců z kontrolní skupiny s následujícími výsledky ($N=27$, $\mu=36,3$ ks, $SD=6,92$), u skupiny jedinců po aplikaci insekticidu to bylo ($N=5$, $\mu=37,2$ ks, $SD=3,5$) výsledek nybl signifikantní s $p=0,78$.

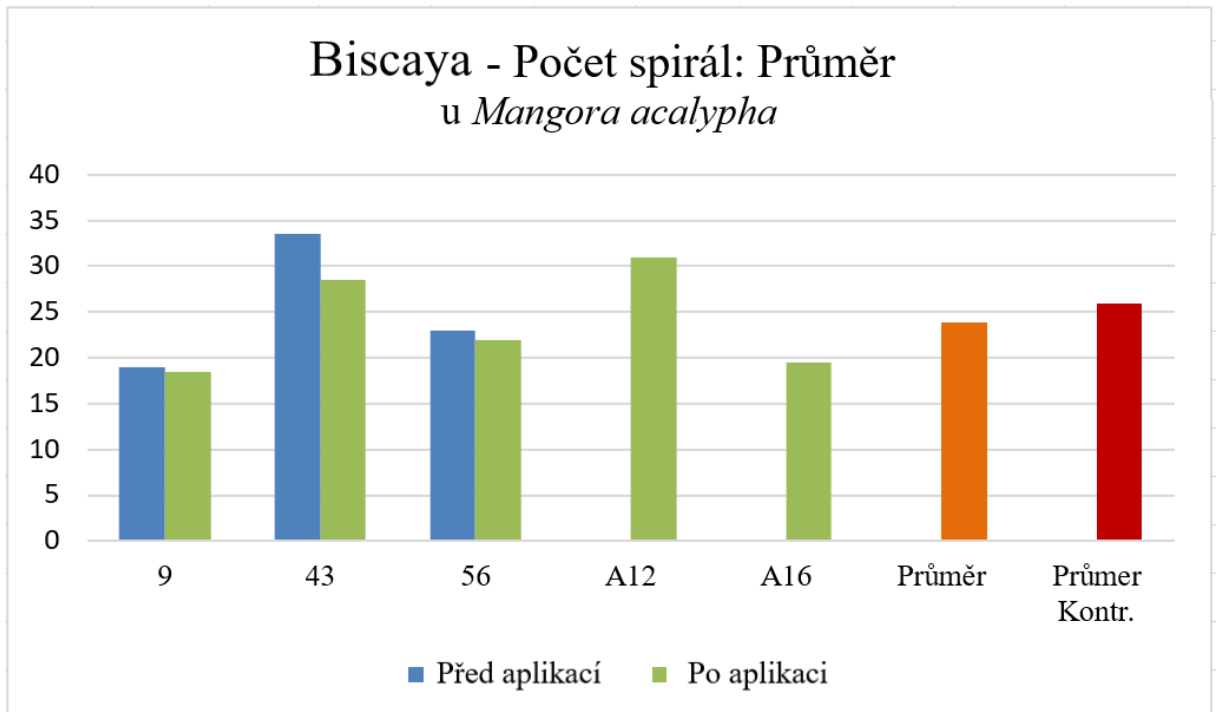
Druhým hodnoceným ukazatelem byl průměrný počet spirál u kontrolní skupiny ($N=27$, $\mu=25,89$ ks, $SD=6,36$), u skupiny po ošetření insekticidem to bylo ($N=5$, $\mu=23,9$ ks, $SD=5,56$), výsledek nebyl signifikantní s $p=0,52$.

Třetím sledovaným znakem bylo nejdelší vlákno sítě nejřív kontrolní skupiny ($N=27$, $\mu=12,16$ cm, $SD=2,52$), u skupiny po ošetření insekticidem to bylo ($N=5$, $\mu=12,13$ cm, $SD=2,56$), výsledek nebyl signifikantní s $p=0,98$.

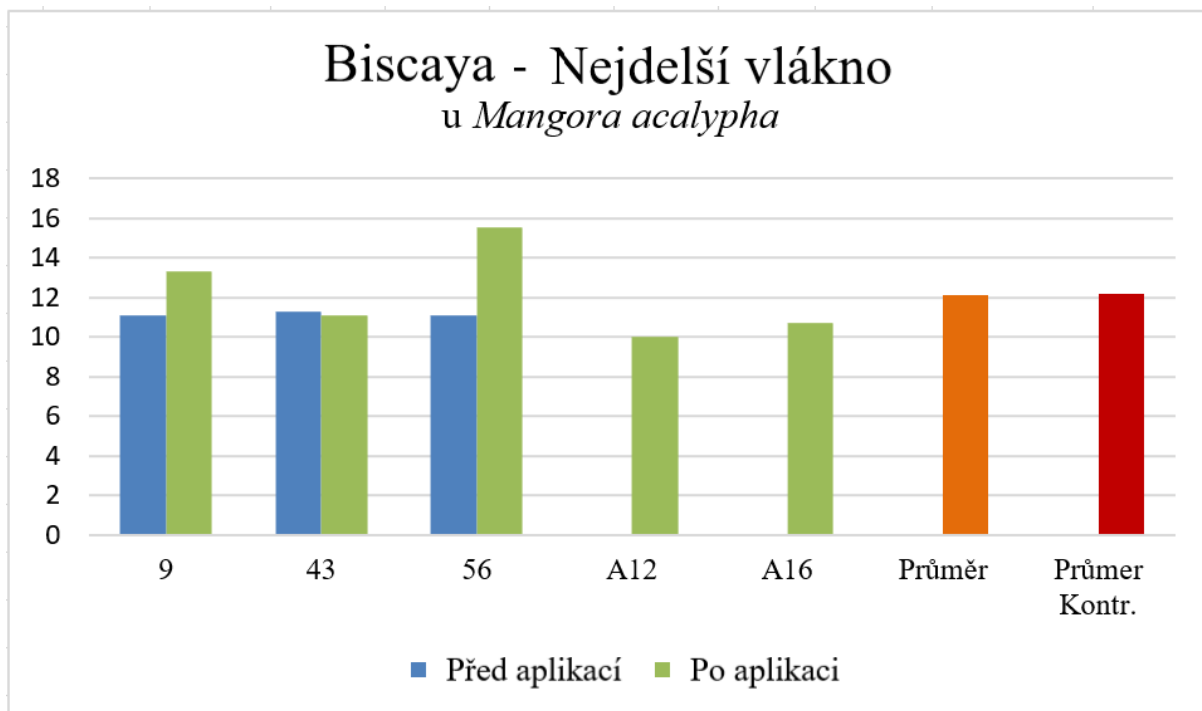
Posledním sledovaným znakem byla rovnoměrnost s hodnotami u kontrolní skupiny ($N=27$, $\mu=0,76$, $SD=0,13$), u skupiny ošetřené pesticidy to bylo ($N=5$, $\mu=0,77$ cm, $SD=0,08$), výsledek nebyl signifikantní s $p=0,87$.



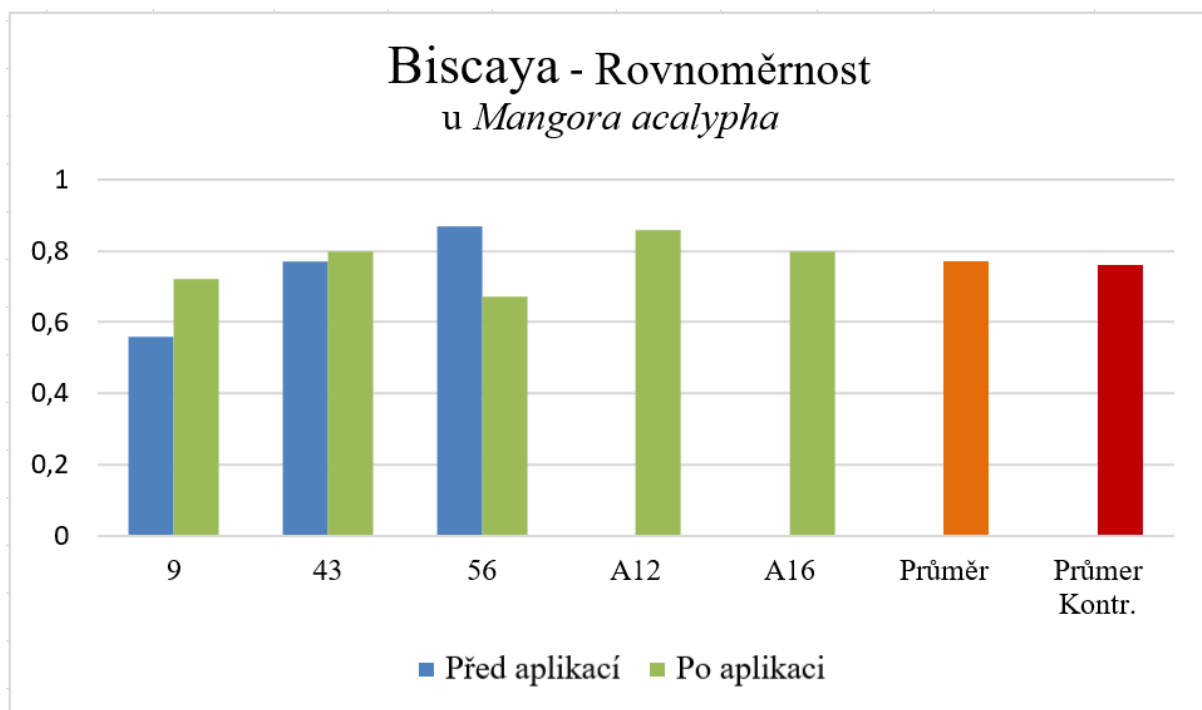
Obrázek 29: graf 6 ukazuje počet radiál sítí před a po ošetření, zobrazuje také jejich průměr a průměr kontrolní skupiny. Na ose x je uveden počet radiál a na ose y označení pavouků.



Obrázek 30: graf 7 ukazuje průměrný počet spirál sítí před a po ošetření, zobrazuje také jejich průměr a průměr kontrolní skupiny. Na ose x je uveden počet radiál a na ose y označení pavouků.



Obrázek 31: graf 8 ukazuje nejdelší vlákna sítě před a po ošetření, zobrazuje také jejich průměr a průměr kontrolní skupiny. Na ose x je uveden počet radiál a na ose y označení pavouků.



Obrázek 32: graf 9 ukazuje rovnoměrnost sítě před a po ošetření, zobrazuje také jejich průměr a průměr kontrolní skupiny. Na ose x je uveden počet radiál a na ose y označení pavouků.

5.2.2.3 Confidor

V skupině Confidor se spolu nacházelo N=12 jedinců a z nich postavilo síť po aplikaci pesticidu 41,67% jedinců. I když je to nejvyšší číslo ze všech testovaných musíme brát v úvahu, že to byla skupina s nejmenší počtem pavouků

Tabulka 21: zobrazuje výsledky obou ošetření v porovnání s kontrolou:

O. postřik + Tarzálně o.	Postavená síť	Nepostavená síť	Total
Ošetřeno	5	7	12
Neošetřeno	15	28	43
Total	20	35	55

Výsledek nebyl signifikantní s $p=0,74$.

Tabulka 22: zobrazuje výsledky z tarzálního ošetření v porovnání s kontrolou:

Tarzálně o.	Postavená síť	Nepostavená síť	Total
Ošetřeno	3	1	4
Neošetřeno	15	28	43
Total	18	29	47

Výsledek nebyl signifikantní s $p=0,15$.

Tabulka 23: zobrazuje výsledky z ošetření postřikem v porovnání s kontrolou:

O. postřik	Postavená síť	Nepostavená síť	Total
Ošetřeno	2	6	8
Neošetřeno	15	28	43
Total	17	34	51

Výsledek nebyl signifikantní s $p=0,70$.

Efekt na snovací činnost při aplikaci tarzální cestou:

Sítě zesnovali pavouci s číselným označením 39, 42 a 52.

Pavouk s označením 39 zesnoval viditelně nejrozdílnější síť. Důvodem může být i fakt, že první síť postavil mimo svojí arénu, v prostoru mezi dvěma arénami přibližně uprostřed.

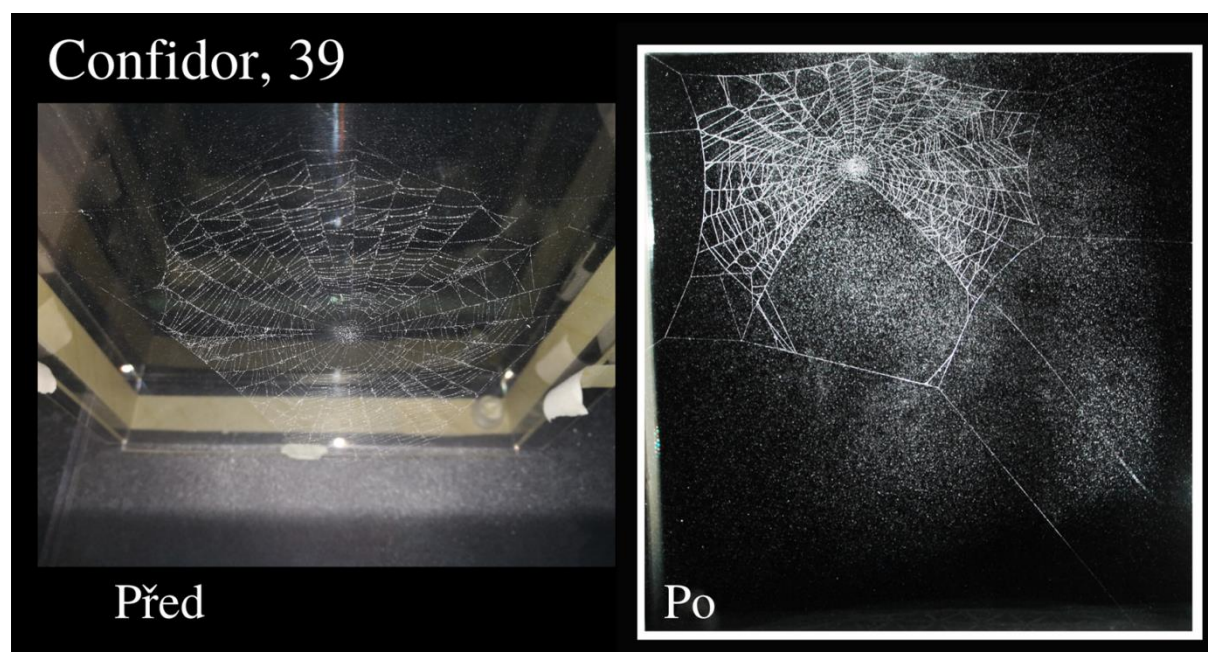
První síť s označením 39A byla půlkruhového tvaru s chybějícími 7% plochy lapací zóny hlavně v její levé dolní části. Spirála byla řídká s nenavazujícími vlákny na sebe, některé se různě spájely a křížovaly. Tyto nestandardní vlákna tvořili až 80% lapací spirály. Zóna lapacích vláken sahal až na rám sítě. Střed sítě byl poněkud řídký ale pravidelný. Pavučina měla 5 kotvících vláken.

Síť 39B pavouk umístil do horní levé část arény. Byla výrazně odlišnější od první sítě s velkým výřezem ve spodní části. S chybějícími částmi po obvodu lapací zóny, tak chybělo

téměř 30% povrchu lapací zóny. Spirála tvořící lapací zónu byla ještě více chaotická a s víc jak 90% jí tvořili nenavazující nebo různě pospojována vlákna. Pavučina měla kompletní střed sítě, ze kterého nevybíhaly radiály v již zmíněné spodní části. Což vytvořilo okno mezi středem sítě a rámem pavučiny. Ve zbytku sítě zasahovala lapací zóna až na rám. Ukotvena byla až 8 vlákeny.

Nejdelší vlákno sítě mnělo před ošetřením délku 15,9 cm po ošetření pak 10,77 cm, rozdíl tedy činil 5,13 cm. Kolmice na toto vlákno měla před ošetřením 11,9 cm a po ošetření 8,46 cm, rozdíl činil 3,44 cm.

Sít' z před ošetření měla rovnoměrnost 0,68 s po ošetření 0,71. Radiál bylo před ošetřením 32 po ošetření 26, rozdíl tedy činil 6 radiál. Průměrný počet spirál před ošetřením byl 26 po ošetření 19,5.



Obrázek 33: síť postavěná před (A) a po (B) ošetření přípravkem, od pavouka s označením 39.

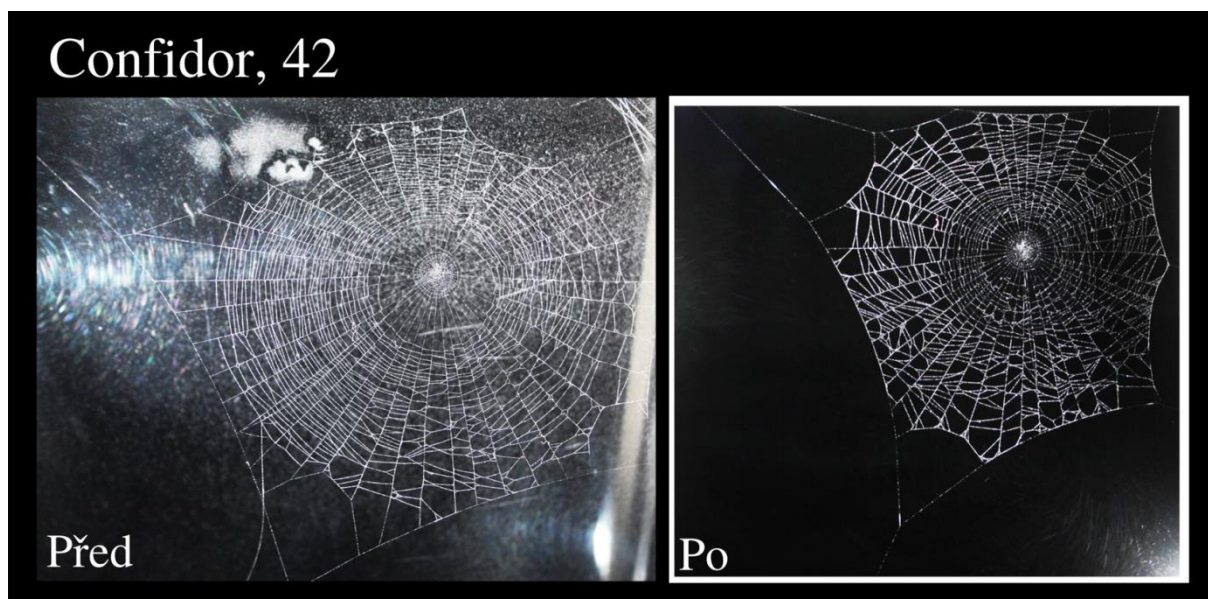
Pavouk s označením 42 zesnoval podobné síť okrouhlého tvaru, druhou o něco větší a obě v pravém horním rohu.

První s označením 42A měla téměř kruhovitý tvar s chybějícími 1% lapací zóny v horním obvodu sítě. Spirála byla v levé polovině sítě relativně pravidelná a hustá, ale v její pravé polovině převážně nenavazující s různě pospojovanými vlákny. Spolu tvořili asi 50% pavučiny. Obvod lapací zóny se v levé polovině pavučiny vůbec nepřibližoval k rámu na rozdíl od pravé poloviny pavučiny. Střed sítě byl o něco řidší ale pravidelný. Kotvících vláken měla 7.

Druhá síť 42B, zesnovaná po aplikaci byla spíše čtvercového tvaru s chybějícími 7% zóny lapacích vláken po celém jejím obvodu. Spirála lapací zóny byla až z 85% tvořena chaotickými, nenavazujícími vlákny. Jen kolem středu v její levé části bylo pár pravidelně navazujících vláken. Lapací spirála sahala po celém obvodu až na rám sítě. Střed sítě byl o něco řidší, ale pravidelný. Pavučinu ukotvovalo stejně jako v prvním případě 7 vláken.

Nejdelší vlákno sítě mnělo před ošetřením délku 11,66 cm po ošetření pak 12,73 cm, rozdíl tedy činil 1,07 cm. Kolmice na toto vlákno měla před ošetřením 9,16 cm a po ošetření 10,91 cm, rozdíl činil 1,75 cm.

Sít' z před ošetření měla rovnoměrnost 0,92 s po ošetření 0,84. Radiál bylo před ošetřením 42 po ošetření 44, rozdíl tedy činil 2 radiál. Průměrný počet spirál před ošetřením byl 32 po ošetření 27,5.



Obrázek 34: síť postavěná před (A) a po (B) ošetření přípravkem, od pavouka s označením 42.

Pavouk s číslem 52 zesnoval velikostně podobné sítě spíše půlkruhovitěho tvaru.

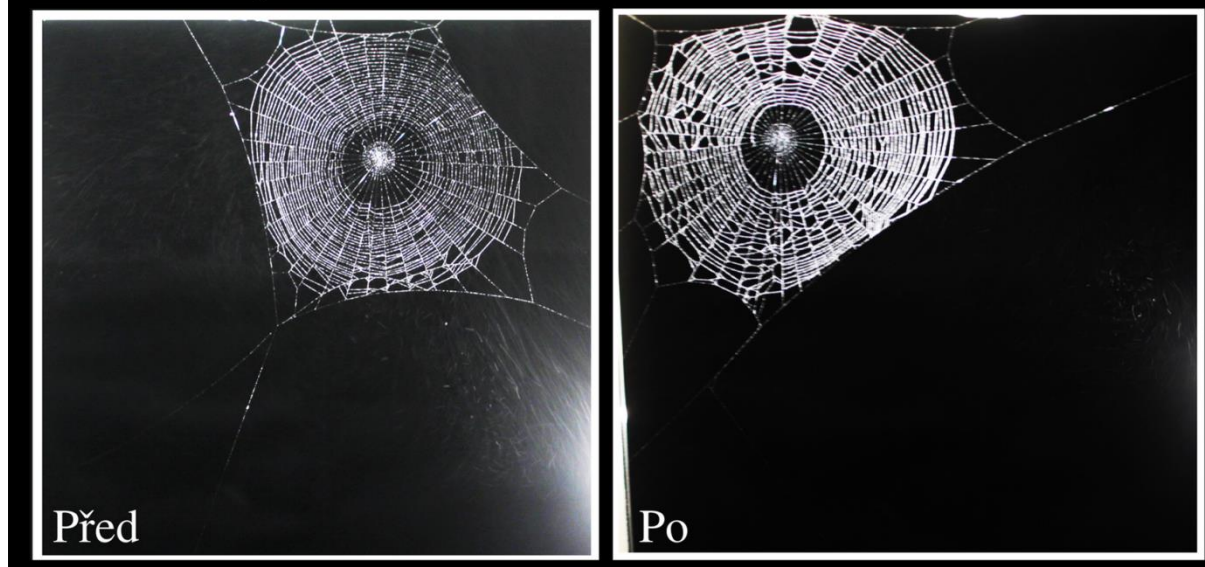
První síť 52A, zesnoval v pravém horním rohu. Chybělo jí přibližně 5% z obvodu lapací zóny v její pravé horní části. Spirála pavučiny byla hustá a pravidelná s 2% různě pospojovaných vláken v její spodní části. Okraj lapací zóny nezasahoval až k rámu v její pravé spodní a levé vrchní části. Střed sítě byl pravidelný. Pavučinu ukotvovalo 7 vláken.

Druhou síť s označením 52B zesnoval v levém horním rohu. Ze zóny lapacích vláken chybělo 7% po jejím obvodu. Spirála byla v několika částech sítě nenavazující a vlákna byla různě přepletena. Spolu tvořila asi 20% pavučiny. Nejvíc jich bylo ve spodní části sítě. Lapací zóna nezasahovala až na rám v její pravé polovině a levé dolní části. Střed sítě byl pravidelný. Celá pavučina byla ukotvena až 9 vlákny.

Nejdelší vlákno sítě mnělo před ošetřením délku 10,43 cm po ošetření pak 10 cm, rozdíl tedy činil 0,43 cm. Kolmice na toto vlákno měla před ošetřením 6,96 cm a po ošetření 8,33 cm, rozdíl činil 1,37 cm.

Sít' z před ošetření měla rovnoměrnost 0,96 s po ošetření 0,84. Radiál bylo před ošetřením 37 a také po ošetření jich bilo 37, rozdíl tedy činil 0. Průměrný počet spirál před ošetřením byl 28 po ošetření 26.

Confidor, 52



Obrázek 35: síť postavené před (A) a po (B) ošetření přípravkem, od pavouka s označením.

Tabulka 24: celkový procentuální zastoupení loučů s počtem závitů spirály pod 75%, před ošetření:

Confidor Před	Označení jedince	Max. spirál	75 % spirál	Celé louče	Porušené louče	Počet loučí pod 75 %	Počet loučí pod 75 %
	39	31	23,25	31	1	25	80,65 %
	42	36	27	40	2	29	72,5 %
	52	31	23,25	35	2	4	11,43 %

Tabulka 25: celkový procentuální zastoupení loučů s počtem závitů spirály pod 75%, po ošetření:

Confidor Po	Označení jedince	Max. spirál	75 % spirál	Celé louče	Porušené louče	Počet loučí pod 75 %	Počet loučí pod 75 %
	39	22	16,5	24	6	23	95,83 %
	42	30	22,5	42	2	32	76,19 %
	52	27	20,25	36	2	23	63,89 %

Efekt na snovací činnost po ošetření postřikem:

Síť po aplikaci postavili pavouci s číselným označením A20 a A21.

Síť, kterou zesnoval pavouk s označením A20 byla zvláštního tvaru připomínajícího ypsilon situovaná byla v pravé středové části arény s 5 kotvícími vlákny. Kvůli zvláštnímu tvaru jí chybělo 25% spirály, která byla poměrně hustá. Avšak asi z 40% na sebe její vlákna nenavazovala, nebo se různě spájela. V její spodní části se okraj lapací zóny nedotýkal rámu sítě. Střed sítě byl malinko zdeformovaný.

Nejdelší vlákno sítě mnělo po ošetření přípravkem 10 cm. Kolmice na toto vlákno měla délku 7,5 cm. Počet radiál byl 37 a průměrná řada měla 23,5 spirál. Rovnoměrnost sítě byla 0,75.

Confidor, A20



Obrázek 36: síť zesnovaná po ošetření pavoukem s označením A20.

Síť zesnovaná pavouk s číslem A21 byla téměř pravidelná ve všech ohledech. Byla umístěna přesně uprostřed arény s 5 kotvícími vlákny. Spirála byla hustá a vytvářela pravidelný kruh. Jen asi 1,5% sítě tvořilo nenavazující vlákno. Nejviditelnější to bylo v pravé horní části, kde chyběla téměř celá jedna řada spirály. Okraj zóny lapacích vláken byl téměř po celém obvodu více či méně vzdálený od rámu až na malou část ve spodním okraji. Střed sítě byl hustý a pravidelný.

Nejdelsí vlákno sítě mnělo po ošetření přípravkem 13,33 cm. Kolmice na toto vlákno měla délku 10 cm. Počet radiál byl 33 a průměrná řada měla 28,5 spirál. Rovnoměrnost sítě byla 0,75.

Confidor, A21



Obrázek 37: síť zesnovaná po ošetření pavoukem s označením A21.

Tabulka 26: zobrazuje sesbírána data porovnávající vliv insekticidu Biscaya na architekturu sítě u sledovaných značích:

Confidor									
Aplikace	Označení jedinců	Počet radiál (ks)		Průměrný počet spirál (ks)		Délka nejdelšího vlákna (cm)		Rovnoměrnost	
		Před	Po	Před	Po	Před	Po	Před	Po
Tarzálně	39	32	26	26	19,5	15,9	10,77	0,75	0,79
Tarzálně	42	42	44	32	27,5	11,66	12,73	0,79	0,86
Tarzálně	52	37	37	28	26	10,43	10	0,67	0,83
Postřik	A20		37		23,5		10		0,75
Postřik	A21		33		28,5		13,33		0,75
Průměr			35,4		25		11,37		0,8
Průměr Kontrol.			36,3		25,9		12,16		0,76

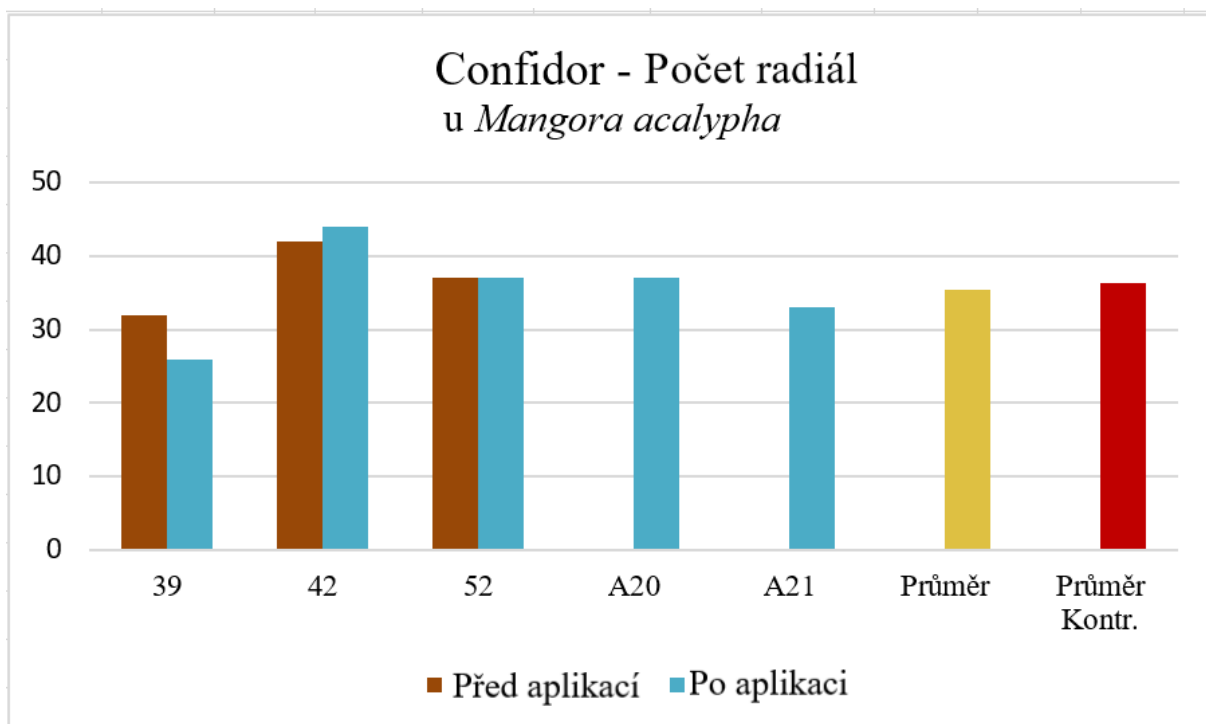
K vyhodnocení sledovaných ukazatelů mezi skupinou po aplikaci a kontrolou byl využitý nepárový t- test.

Prvním hodnoceným ukazatelem byl počet radiál u jedinců z kontrolní skupiny s následujícími výsledky ($N=27$, $\mu=36,3$ ks, $SD=6,92$), u skupiny jedinců po aplikaci insekticidu to bylo ($N=5$, $\mu=35,4$ ks, $SD=6,58$) výsledek nebyl signifikantní s $p=0,79$.

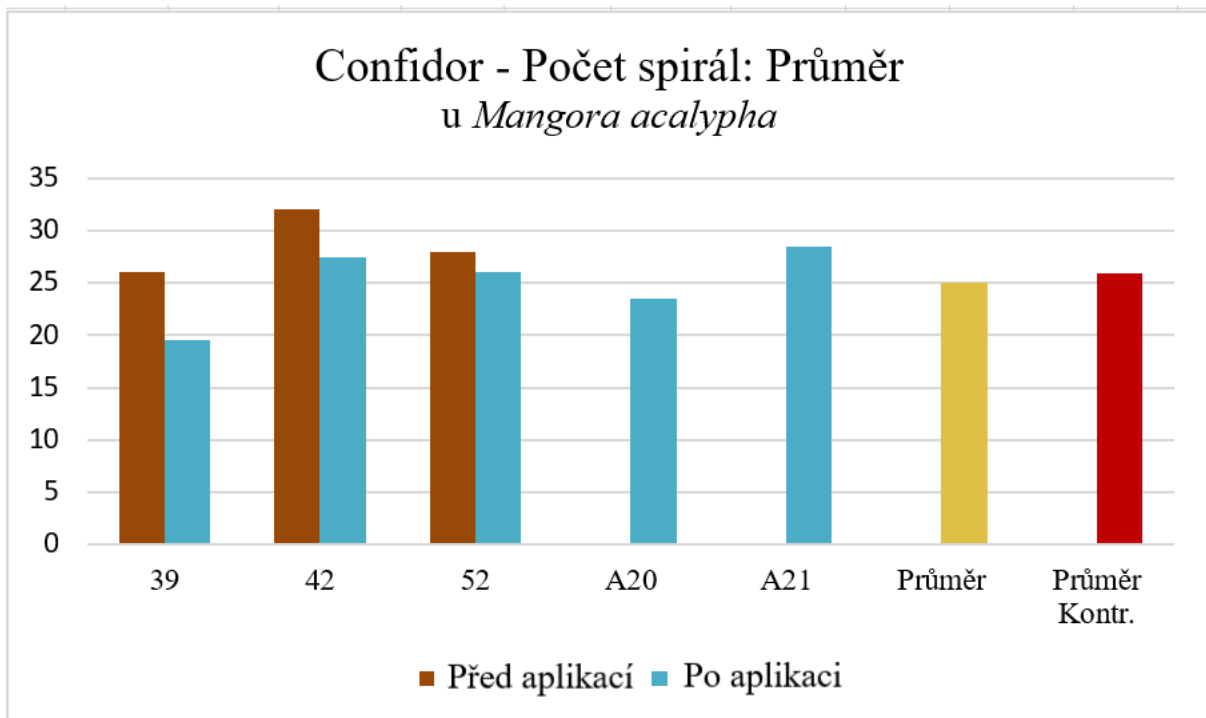
Druhým hodnoceným ukazatelem byl průměrný počet spirál u kontrolní skupiny ($N=27$, $\mu=25,89$ ks, $SD=6,36$), u skupiny po ošetření insekticidem to bylo ($N=5$, $\mu=25$ ks, $SD=3,6$), výsledek nebyl signifikantní s $p=0,77$.

Třetím sledovaným znakem bylo nejdelší vlákno sítě nejřív kontrolní skupiny ($N=27$, $\mu=12,16$ cm, $SD=2,52$), u skupiny po ošetření insekticidem to bylo ($N=5$, $\mu=11,37$ cm, $SD=1,57$), výsledek nebyl signifikantní s $p=0,50$.

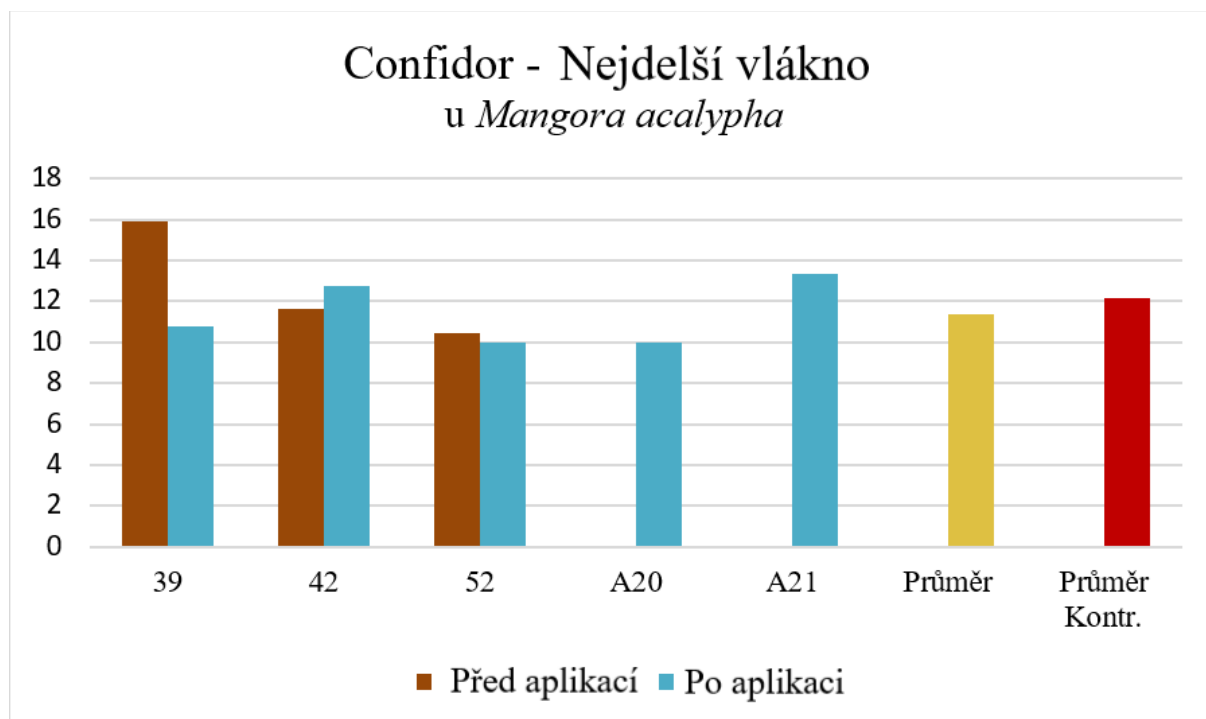
Posledním sledovaným znakem byla rovnoměrnost s hodnotami u kontrolní skupiny ($N=27$, $\mu=0,76$, $SD=0,13$), u skupiny ošetřené pesticidy to bylo ($N=5$, $\mu=0,8$ cm, $SD=0,05$), výsledek nebyl signifikantní s $p=0,55$.



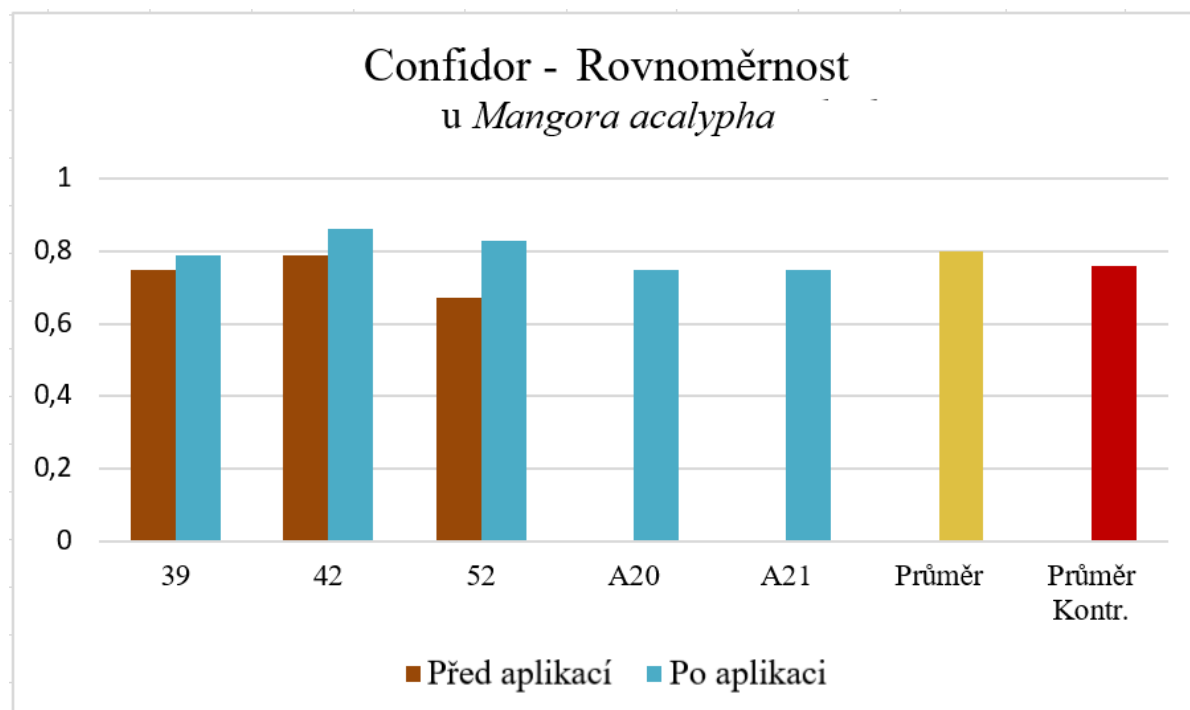
Obrázek 38: graf 10 zobrazuje počet radiál sítí před a po ošetření, zobrazuje také jejich průměr a průměr kontrolní skupiny. Na ose x je uveden počet radiál a na ose y označení pavouků



Obrázek 39: graf 11 zobrazuje průměrný počet spirál před a po ošetření, zobrazuje také jejich průměr a průměr kontrolní skupiny. Na ose x je uveden počet radiál a na ose y označení pavouků



Obrázek 40: graf 12 zobrazuje nejdelší vlákno sítě před a po ošetření, zobrazuje také jejich průměr a průměr kontrolní skupiny. Na ose x je uveden počet radiál a na ose y označení pavouků

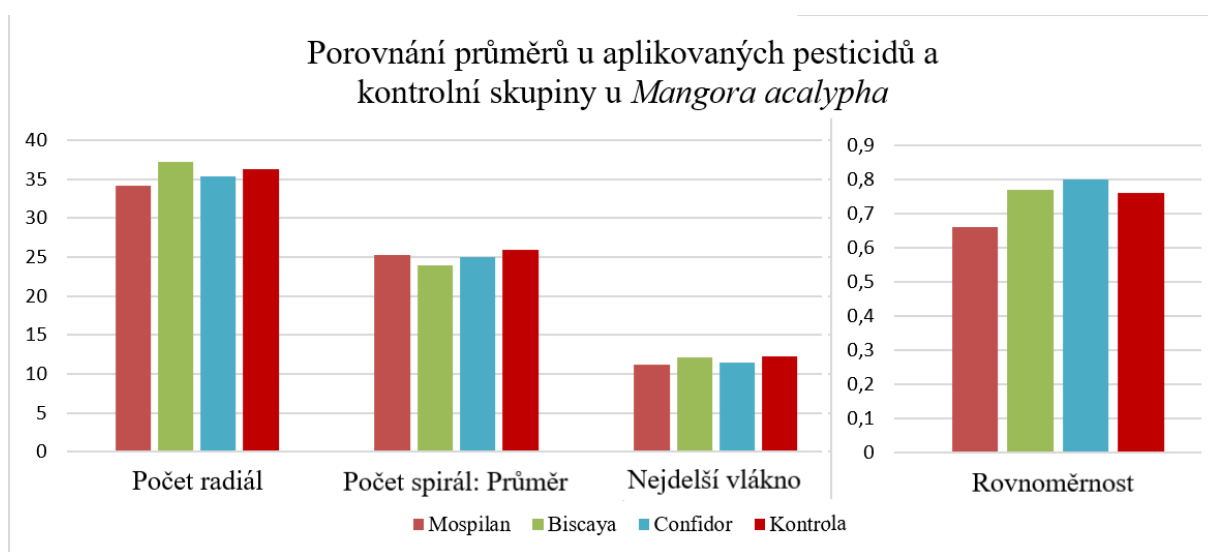


Obrázek 41: graf 13 zobrazuje rovnoměrnost sítě před a po ošetření, zobrazuje také jejich průměr a průměr kontrolní skupiny. Na ose x je uveden počet radiál a na ose y označení pavouků

V následující tabulce a grafu jsou uvedeny průměrné počty sledovaných znaků od všech testovaných pavouků, jsou rozděleny do skupin dle přípravků a jsou porovnány s kontrolou.

Tabulka 27: jsou uvedeny průměrné počty sledovaných znaků od všech testovaných pavouků, spolu s kontrolou.

	Radiály	Počet průměr	spirál- nejdelší	Délka vláken	- Délka rovnoměrnost	vláken	-
Mospilan	34,2	25,3	11,2	0,66			
Biscaya	37,2	23,9	12,1	0,77			
Confidor	35,4	25	11,4	0,8			
Kontrola	36,3	25,9	12,2	0,76			



Obrázek 42: graf 14 znázorňuje průměry všech sledovaných znaků a porovnává je s jednotlivými přípravky a kontrolou.

5.3 Vyhodnocení mortality

5.3.1 Efekt na přežívání u Mospilanu

Pavouci se po ošetření přípravkem Mospilan tarzální cestou dožili v průměru 94,71 dne (N=15). Po aplikaci přímo postřikem se doživali v průměru 56,25 dní. Do 2 týdnů po ošetření neuhynul žádný jedinec. Přežívání pavouků po ošetření přípravkem Mospilan bylo signifikantně vyšší při tarzálním ošetření než při ošetření postřikem. K vyhodnocení byl použit Mann-Whitney test s následujícími výsledky (U-test = 10, p = 0,02).

Tabulka 28: mortalita po ošetření přípravkem:

Mortalita - Mostpilan		
	Postřik	Tarzálně
Průměr	56,25	94,71
sd	38,61	18,87
se	13,65	7,13
Medián	57	83
Mann-Whitney test Nepárový U-test = 10, p= 0,02, N= 15		

5.3.2 Efekt na přežívání u Biscayi

Pavouci se po ošetření přípravkem Biscaya tarzální cestou dožili v průměru 36 dní (SE = 8,49, N = 8). U přímé aplikaci postřikem se dožívali v průměru 33,75 dní (SE = 4,79, N = 8). K vyhodnocení dat byl použit nepárový T-test. Do 2 týdnů po ošetření uhynuly 2 jedinci. Přežívání pavouků po ošetření přípravkem Biscaya se signifikantně nelišilo mezi tarzálním ošetřením a ošetřením postřikem ($t_{14} = 0,23$, $p = 0,4$).

Tabulka 29: mortalita po ošetření přípravkem:

Mortalita - Biscaya		
	Postřik	Tarzálně
Průměr	33,75	36
sd	13,54	24,02
se	4,79	8,49
Medián	31	39
Nepárový T-test, $t_{14} = 0,23$, $p = 0,4$, N= 16		

5.3.3 Efekt na přežívání u Confidoru

Pavouci se po ošetření přípravkem Mospilan tarzální cestou dožili v průměru 23,25 dne (N=15). Po aplikaci přímo postřikem se dožívali v průměru 21,88 dní. Do 2 týdnů po ošetření uhynuly 3 jedinci. Přežívání pavouků po ošetření přípravkem Confidor se signifikantně nelišilo mezi tarzálním ošetřením a ošetřením postřikem. K vyhodnocení byl použit Mann-Whitney test s následujícími výsledky (U-test = 13,5, $p = 0,37$).

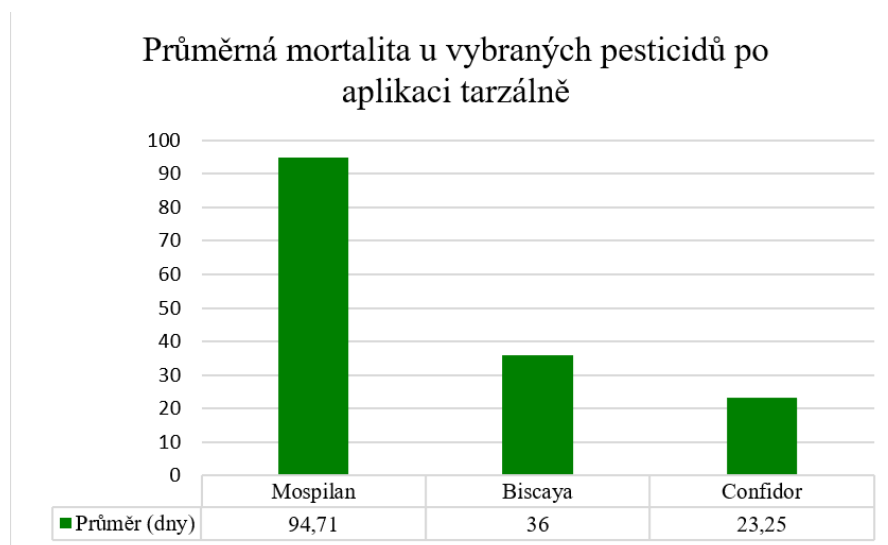
Tabulka 30: mortalita po ošetření přípravkem:

Mortalita - Confidor		
	Postřik	Tarzálně
Průměr	21,88	23,25
sd	17,48	12,84
se	6,18	6,42
Medián	26	25
Mann-Whitney test Nepárový U-test = 13,5 $p = 0,37$, N= 12		

5.3.4 Porovnání výsledků u mortality

Tabulka 31: zobrazuje naměřené hodnoty o mortalitě po aplikaci pesticidů tarzálně:

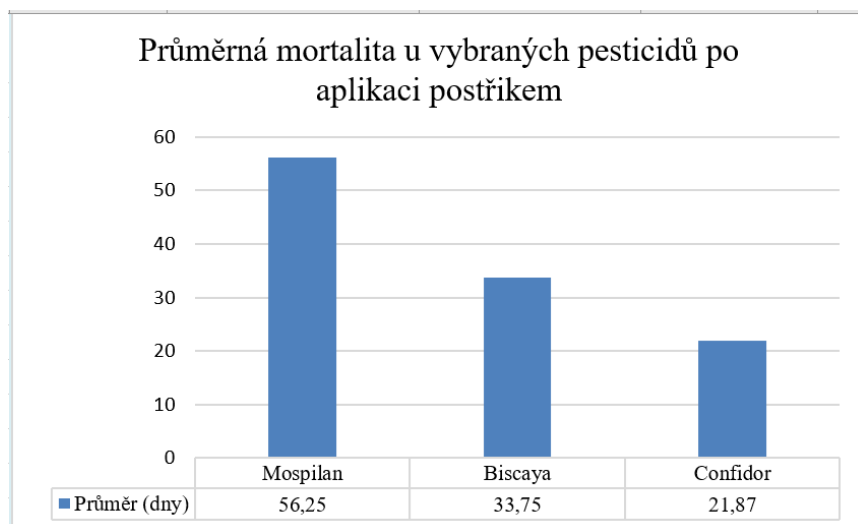
Aplikace tarzálně	Mospilan	Biscaya	Confidor
Průměr (dny)	94,71	36	23,25
Počet jedinců	7	8	4
Maximum (dny)	126	67	36
Minimum (dny)	79	1	6
Smrt do 2 týdnů po aplikaci	0	2	1



Obrázek 43: graf 15 zobrazuje průměrnou mortalitu u jednotlivých pesticidů při aplikaci tarzálně.

Tabulka 32: zobrazuje naměřené hodnoty o mortalitě po aplikaci pesticidů postřikem:

Aplikace postřikem	Mospilan	Biscaya	Confidor
Průměr (dny)	56,25	33,75	21,87
Počet jedinců	8	8	8
Maximum (dny)	111	52	50
Minimum (dny)	13	13	3
Smrt do 2 týdnů po aplikaci	0	0	2



Obrázek 44: graf 16 zobrazuje průměrnou mortalitu u jednotlivých pesticidů při aplikaci postřikem.

5.4 Vyhodnocení líhnivosti

Sledovali a sbírali jsme také data o kokonech, které zhotovili samice ještě z prvního odchytu v květnu a červenci 2019. Samice pocházeli se sběru z dnů 24.5., 5.6. a 11.6.2019. A už 13.6. 9 samic zhotovilo svůj kokon ve zkumavkách o velikosti 12 × 1,5 cm. Některé kokony byly o něco větší jiné trochu menší, většina měla světlou až bílou barvu, ale některé měly hnědý nádech. Všechny byly opředeny jemnými vlákny kolem kokonu. Ty slouží k ochraně, tepelné izolaci a také zabraňují navlhnutí snůšky. Některé samice jakoby svůj kokon hlídali a zdržovali se u něj, jiné se zdržovali na druhý straně zkumavky. Přesně po 2 týdnech od zhotovení, tedy 25.6 se začali v kokonech objevovat prelarvy, což je nepigmentované nepohyblivé první stadium vývoje pavouka. Za další týden tedy 3.7. začali larvy pavouků vylézat ven z kokonů. Larvy jsou prvním soběstačným instarem pavouků s jemnou pigmentací kolem očí.

Jak již bylo zmíněno postavěných bylo 9 kokonů a jejich vyhodnocení je zobrazeno v následující tabulce:

Tabulka 33: zobrazuje líhnivost kokonů:

Ozn. kokonu	Vylíhlí pavouci	Nevylíhlá vajíčka
1	60	47
2	15	0
3	37	0
4	29	0
5	60	0
6	45	0
7	22	0
8	31	0
9	14	2
Průměr	34,78	5,44

6 Diskuze

6.1 Monitoring a diverzita

Monitoring a sběr dat probíhal v pravidelných intervalech od 25.5.2019 do 7.11.2019. V květnu se ve sběrech nacházeli jenom dospělí jedinci a to převážně samice, což odpovídá i s uváděným výskytem od pana Kůrky et al. (2015). Ve své publikaci totiž uvádí, že se dospělí jedinci se vyskytují od dubna do srpna. Což již plně neodpovídá, protože poslední dospělí jedinci byly nachytáni 11.6.2019 a o měsíc později, tedy 11.7.2019 už nebyl nalezen žádný dospělý jedinec, jen několik juvenilních jedinců. Což může souviset i se zjištěním při našem chovu v laboratoři, kdy většina z 9 samic po naklazení kokonu do 2 týdnů uhynula, přežily jen 2 samice ještě přibližně měsíc. Což také neodpovídá, protože poslední samice byly nazbírány 10.7.2019. Celkově byl zaznamenán výskyt dospělých jedinců od února do října. Jak už je zmíněno náš poslední nález byl datován v červnu. Důvodů proč to tak bylo může být několik, křížáci luční *Mangora acalypha* se mohli přesunout na jiné stanoviště, nebo se jejich počet natolik zredukoval, že nebyli při sběru detekováni. Pro vyšší přesnost dat by byl zapotřebí častější sběr na rozsáhlejším území.

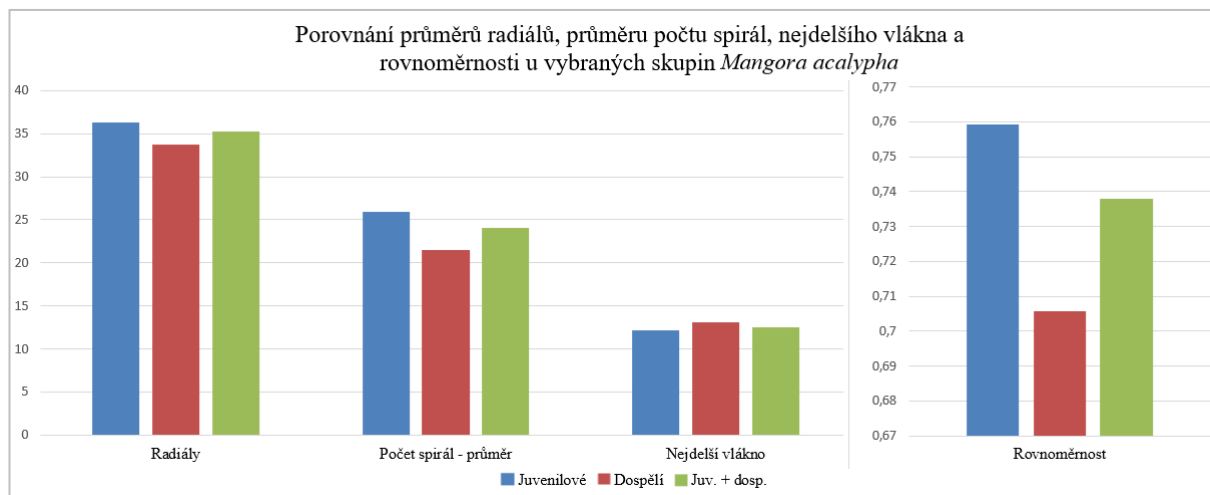
Diverzita na studované lokalitě byla dobrá a v průběhu času, respektive ročního období se měnila. Spolu bylo nalezeno 423 jedinců ve 38 druzích a 11 rodech. Kůrka ve své publikaci z roku 2015 uvádí, že se spolu s křížákem lučním mohou na stejné lokalitě vyskytovat tyto druhy: křížák skvostný *Aculepeira ceropegia*, křížák pýřitý *Agalenatea redii*, příčnatka stepní *Hahnia nava*, listovník štíhlý *Tibellus oblongus*, běžník kopretinový *Misumena vatia* a běžník obecný *Xysticus cristatus*. Z 6 uvedených druhů byly na lokalitě nalezeny 2 druhy, a to listovník štíhlý a běžník kopretinový, nalezeny byly také další 2 druhy, které se podařilo určit jen do rodu, a to rod *Tibellus* sp. a *Xysticus* sp.

6.2 Hodnocení sítě

Jak již bylo zmíněno, nejdříve proběhlo získání dat pro standardizaci sítě křížáka lučního. K vyhodnocení byly využity 4 sledované znaky ze sítě, které postavili jak dospělí jedinci, tak juvenilové s následujícími výsledky:

Tabulka zobrazuje sesbírané průměrné hodnoty pro standardizaci sítě.

	Počet radiál	Přůměrný počet spirál	Délka nejdelšího vlákna v cm	Rovnoměrnost sítě
Juvenilové	36,3	25,9	12,16	0,76
Dospělci	33,74	21,47	13,14	0,71
Juv. + dosp.	35,24	24,07	12,56	0,74



Obrázek 45: graf popisující průměrné hodnoty sledovaných proměnných.

Z výsledků je zřejmé, že jednotlivé proměnné se mezi sebou výrazně nelišily, až na rovnoměrnost sítě, která byla zejména u skupiny juvenilů výrazně pod hodnotou u dospělých jedinců. Což ale může být způsobeno i nižším počtem vstupních dat v případě dospělých samic. Můžeme říci, že počet sítí juvenilů byly s řidší spirálou a s menším počtem vláken, což je pochopitelné vzhledem k tomu že kvůli své velikosti loví menší kořist, takže k tomu musí přizpůsobit svou lapací síť. V publikaci od Kůrky et al. (2015) bylo uvedeno, že síť křížáka lučního má 50 až 60 radiál se stejným počtem závitů spirál, což při obou znaku představuje průměrnou hodnotu 55. Co je ve srovnání s naměřenými výsledky výrazný nadprůměr. Nejvýraznější je u spirál kde je udávaná hodnota víc než dvounásobná. V publikaci není uvedeno, jestli byly tyto údaje vyzorovány v přírodě, nebo v laboratorních podmínkách, nebo zda-li jsou to údaje ze sítí od juvenilních nebo dospělých jedinců. Proto je těžké posoudit, jestli na získané podhodnocené výsledky měly vliv nepřírozené laboratorní podmínky, jako velikost arény a podobně.

6.3 Síť po ošetření přípravky

Samu & Vollrath (1992) ve své publikaci uvádějí, že bylo provedeno velké množství pozorování i laboratorních pokusů, které ukazují, že pavouci mohou být skutečně efektivní predátoři při hubení zemědělských škůdců v mnoha situacích. Nicméně jsou pavouci také snadno ovlivnitelní pesticidy. Důvodem může být i jejich síť, která kvůli velkému povrchu může být v případném postřiku zdrojem kontaminace, protože velké množství pavouků kvůli úspoře energie konzumuje své staré pavučiny.

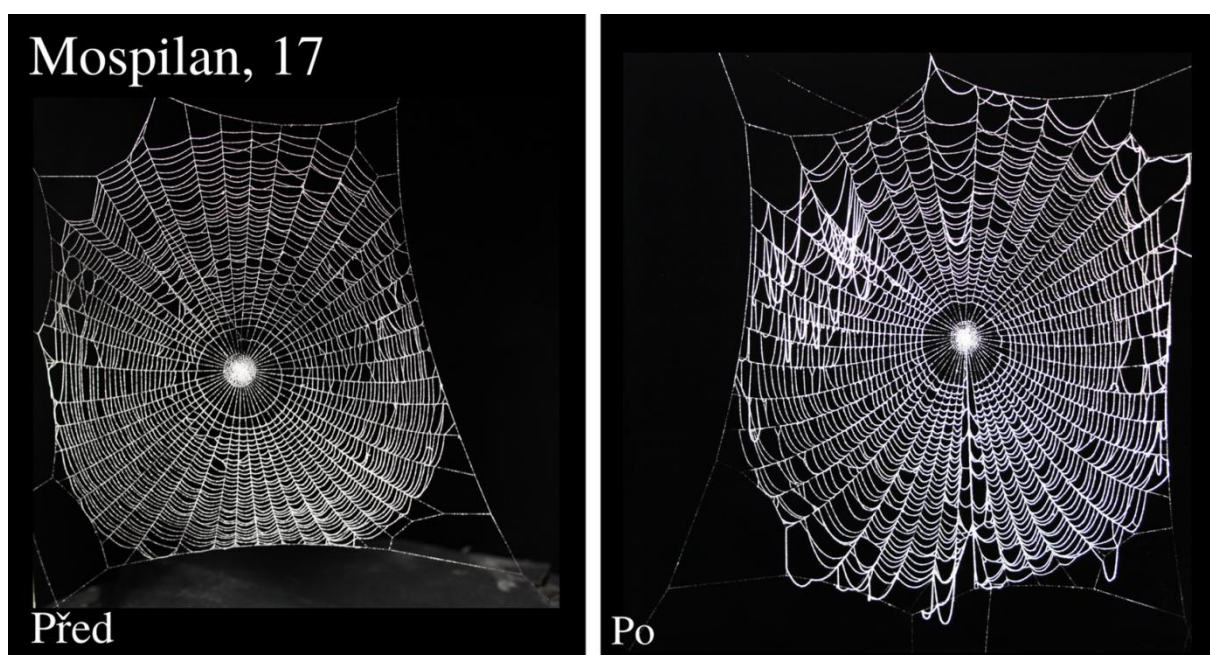
Informace o účincích jednotlivých pesticidů na pavouky jsou méně časté než u hmyzu (Vetter et al. 2016) a ještě míň jich je s ohledem na jejich snovací činnost. Výsledky jedné studie od Samu & Vollrath (1992), ale ukazují, že ani fungicidy ani mírné insekticidy významně neovlivňují chování při budování pavučin, zatímco pyretroidní insekticidy potlačují frekvenci vytváření pavučin a vážně ovlivňuje velikost a přesnost struktury sítí.

Podobně jako je i v publikaci výše uvedeno, nebyly ani výsledky této studie zabývající se vlivem pesticidů na snovací činnost křížáka lučního u sledovaných znaků na architektuře sítě signifikantní. Síť po ošetření přípravkem Mospilan postavilo 33 % pavouků, u přípravku Biscaya to bylo 31,25 % a při Confidoru 41,67 %. Výsledky jsou srovnatelné s kontrolou, kde

síť postavilo 34,88 %. Výsledky tedy naznačují, že ošetření pesticidy nemá zásadní vliv na ochotu stavět pavučiny.

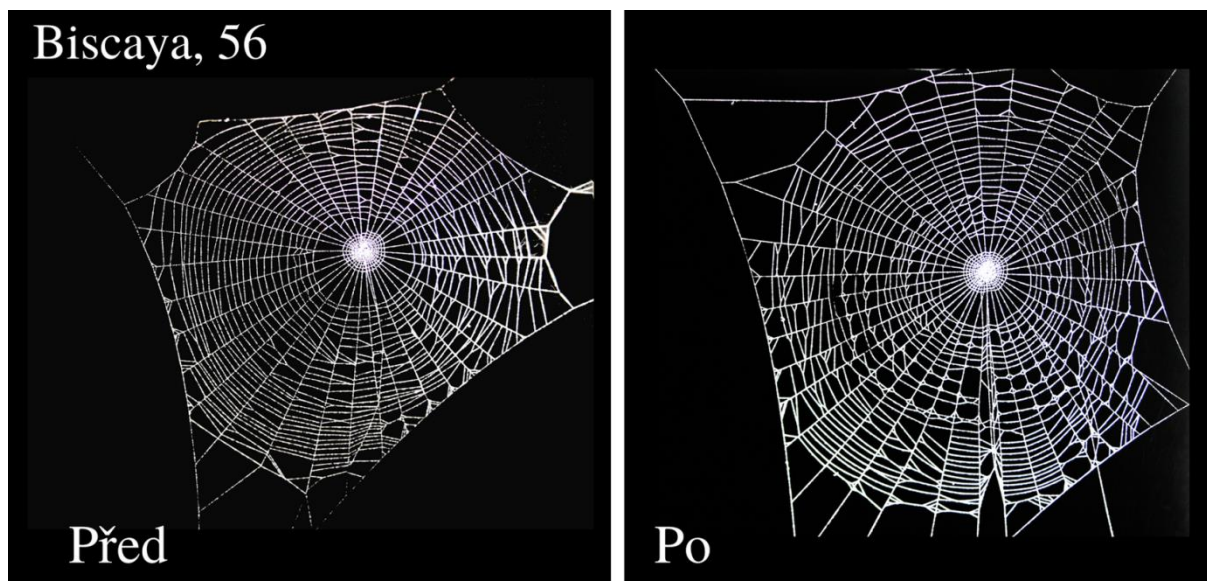
Mnohem zajímavější byly výsledky u tarzálního ošetření, kde byl proveden párový test, byla tedy k dispozici síť, před i po ošetření přípravkem, u stejného pavouka. U většiny nebyli pozorovány výrazné změny, ale za zmínku stojí, že u každého z přípravků byla síť po ošetření řidší nebo jí chyběli celé části. Jako proměnná byl zvolen procentuální podíl závitů jednotlivých spirál v loučích. U přípravku Mospilan bylo po ošetření o 7,82 % více loučí s méně než 75% množstvím jednotlivých závitů spirály. Zjednodušeně by se dalo říct, že byly sítě po ošetření insekticidem v průměru o 7,82 % řidší, u přípravku Biscaya to bylo jen 3,3% a u přípravku Confidor to bylo až 23,78%.

Nejviditelnější rozdíly v architektuře sítí u jednotlivých přípravky byly pozorovány u následujících pavučin viz obrázky.



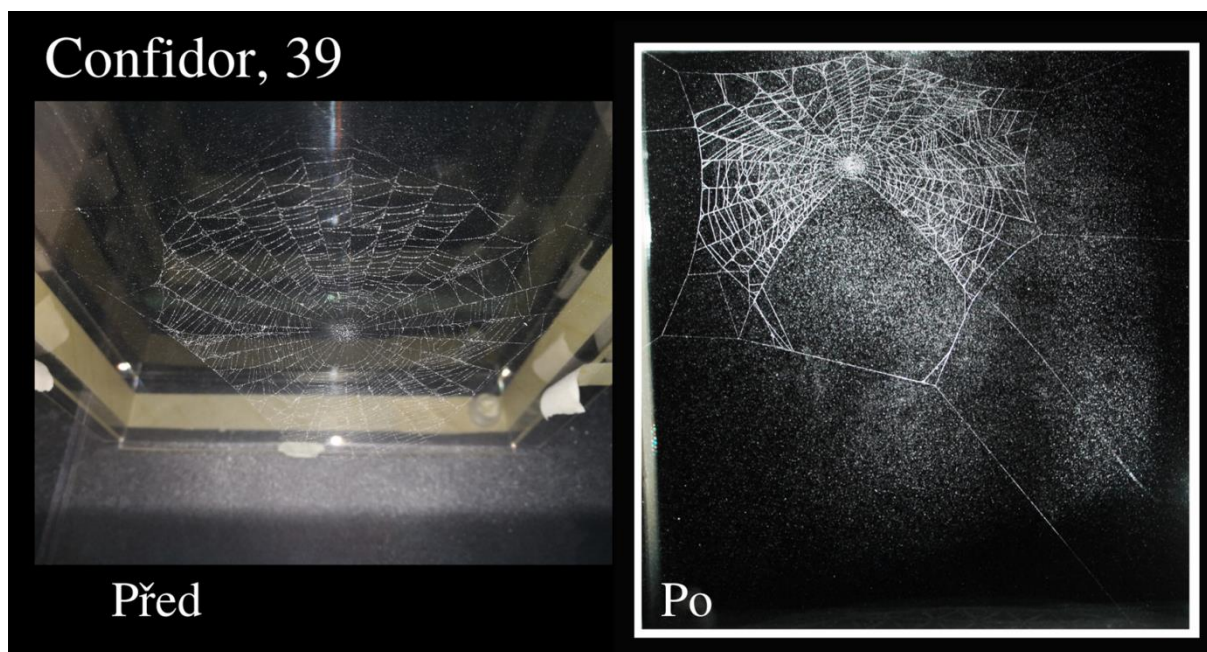
Obrázek 46: detail na síť před a po ošetření u přípravku Mospilan (pavouk 17).

Na fotografii obr. 46 můžeme vidět síť po ošetření s výrazným natažením vláken spirály pod tíhou pudru. Avšak podobná změna elasticity již u žádného jiného pavouka nebyla pozorována.



Obrázek 47: detail na síti před a po ošetření u přípravku Biscaya (pavouk 56).

Z výsledků vyplívá, že přípravek Biscaya ze všech studovaných insekticidů nejméně ovlivnil architekturu sítí. Avšak na obrázku můžeme vidět, že tomu tak z celá nebylo.



Obrázek 48: detail na síti před a po ošetření u přípravku Confidor (pavouk 39).

Na obr. 48 vidíme síť nejvíce ovlivněnou po aplikaci pesticidu Confidor. V její spodní části jí zcela chyběla přibližně čtvrtina, včetně spirály a radiál, které ani nebyly při stavbě ze středu k rámu sítě naznačeny.

6.4 Mortalita po ošetření přípravky

Vliv insekticidů u jednotlivých přípravků na mortalitu, byl nejvýraznější u přípravku Confidor, u kterého se pavouci dožívali v průměru z obou typů aplikací jen 22,56 dní, oproti

tomu po aplikaci přípravku Mospilan se pavouci v průměru dožívali 3× více dní, konkrétně 75,48 dní. U přípravku Biscaya to bylo v průměru 34,88 dní.

Sledována byla i úmrtnost v průběhu 2 týdnů v pokusných arénách a u přípravku Biscaya uhynuli v tomto období 2 jedinci, u přípravku Biscaya to byli až 3 jedinci.

6.5 Líhivost

Z 9 kokonů, které vytvořily samice po nachytání, se vylíhlo v průměru 34,78 jedinců a v kokonech bylo v průměru 5,44 neoplozených vajíček.

Kůrka et al. (2015) ve své publikaci uvádí, že samice si svůj kokon po naklazení hlídají, což ale ve většině případů nebylo zřejmé. Protože jen 4 samice se zdržovaly v jeho bezprostřední blízkosti.

6.6 Používání pesticidů

V moderním zemědělství se používání pesticidů stalo intenzivním a rozšířeným (Kumari et al. 2019). Pavouci působí jako nárazník v agroekosystémech a udržují hustotu škůdců pod úrovní ekonomického poškození, ale pesticidy snižují jejich účinnost jako činidla biologické kontroly. Pesticidy nejen způsobují přímou úmrtnost pavouků, ale také snižují jejich účinnost jako přirozené predátory (Hanna & Hanna 2012). Několik evropských a amerických studií prokázalo, že v nenarušených travních ekosystémech a lesních ekosystémech mohou pavouci hrát důležitou ekologickou roli jako predátoři hmyzu a jiných bezobratlých. Také v sadech, které nejsou ošetřeny pesticidy, mohou být pavouci hojnými predátory (Nyffeler & Benz 1987).

Studie publikovaná vědci Yadav a Dutta 2019 uváděla, že 78,2 % zemědělců si bylo vědomo škodlivých účinků používání pesticidů, ale nebylo připraveno přijmout alternativní postupy k nahrazení pesticidů. Také uváděli, že 76,2% zemědělců ani nečetlo štítky na nádobách k správnému použití pesticidů. Uvádí se, že toto škodlivé a nerozvážené používání pesticidů má nepříznivý dopad nejen na lidské zdraví a životní prostředí, ale také na populaci přírodních predátorů jakými jsou pavouci, sluněčka *Coccinella Linnaeus, 1758* a zlatoočkovití *Chrysopidae Schneider, 1851* (Kumari et al. 2019). Zjistilo se také, že jsou pavouci náchylnější na vliv insekticidů než jiní predátoři hmyzu (Toft & Jensen 1998), proto má používání pesticidů tendenci snižovat populaci pavouků v zemědělské krajině až na několik týdnů (Dinter & Poehling 1995). Některé druhy však dokážou celkem rychle rekolonizovat zasažené lokality (Sherawat et al. 2015).

Bezobratlí v zemědělské půdě v Evropě i jinde silně poklesli, což může mít vliv na biologické funkce ekosystému, jako je opylení a ochrana proti přirozeným škůdcům. Ekologické zemědělství má potenciál zmírnit negativní dopady intenzivního zemědělství na biologickou rozmanitost (Kolb et al. 2020).

7 Závěr

Závěrem této diplomové práce je zjištění, že ošetření hodnocenými pesticidy, tarzální cestou ani postřikem nevykazuje signifikantní rozdíl mezi ošetřenou a kontrolní skupinou. Rozdíl nebyl signifikantní ani v případě mortality pavouků. Při vyhodnocení architektury sítí, byla v některých případech pozorována významná změna ve srovnání s postavenou sítí od stejného pavouka před aplikací přípravků. Pro další výzkum by bylo vhodné použít větší skupinu studovaných živočichů.

8 Literatura

- Anis JR, Premila KS. 2016. Species composition and quantitative analysis of Tetragnathid spiders, Tetragnathidae (Araneae) in rice fields. *Int. J. Fauna Biol. Stud.* **3**: 158–160.
- Baker D, Karalliedde L, Murray V, Maynard RL, Parkinson NHT. 2012. *Essentials of Toxicology for Health Protection: A Handbook for Field professionals*. Oxford University Press, Oxford.
- BioLib Biological Library. 2020. Profil taxonu. Rod křižák *Mangora O. Pickard-Cambridge*, 1889. Available from <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id1525/> (accessed July 2020).
- Botías C, David A, Horwood J, Abdul-Sada A, Nicholls E, Hill E, Goulson D. 2015. Neonicotinoid residues in wildflowers, a potential route of chronic exposure for bees. *Environmental science & technology* **49/21**: 12731-12740.
- Buchar J, Růžička V. 2002. *Catalogue of spiders of the Czech Republic*. Abm Komers, Praha.
- Cole PG, Cutler AR, Kobelt AJ, Horne PA. 2010. Acute and long-term effects of selective insecticides on *Micromus tasmaniae* Walker (Neuroptera: Hemerobiidae), *Coccinella transversalis* F. (Coleoptera: Coccinellidae) and *Nabis kinbergii* Reuter (Hemiptera: Miridae). *Aust. J. Entomol* **49**: 160–166.
- Česká arachnologická společnost. 2020. *Mangora acalypha* (Walckenaer, 1802) [křižák luční]. Available from <https://www.arachnology.cz/druh/mangora-acalypha-419.html> (accessed July 2020).
- Dinter, A. and Poheling, H. M. 1995. Side-effects of insecticides on two erigonid spider species. *Ent. Exp. Appl.*, **74**: 151-163.
- Elbert A, Erdelen C, Kuhnhold J, Nauen R, Schmidt HW, Hattori Y. 2000. Thiacloprid, a novel neonicotinoid insecticide for foliar application. pages 21 – 26. In *The BCPC Conference: Pests and diseases, Volume 1*. Brighton.
- Fang T, Sun C, Xu Y, Yuan J, Wang Y, Xing J. 2014. Synthesis, insecticidal activities and molecular docking studies on cis-nitenpyram analogues with a flexible amido segment anchored on tetrahydropyrimidine ring. *Chemical Research in Chinese Universities*, **30/6**: 931-936.
- Fishel FM. 2005. *Pesticide Toxicity Profile: Neonicotinoid Pesticides*. University of Florida. Available from: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/PI/PI1700.pdf> (assessed July 2020).
- Greatti M, Barbattini R, Stravisi A, Sabatini AG, Rossi S. 2006. Presence of the a.i. imidacloprid on vegetation near corn fields sown with Gaucho[®] dressed seeds. *Bulletin of Insectology* **59/2**: p. 99-103.
- Green BT, Welch KD, Panter KE, Lee ST. 2013. Plant toxins that affect nicotinic acetylcholine receptors: a review. *Chemical research in toxicology* **26/8**: 1129-1138.
- Hakeem A, Grant JF, Lambdin PL, Hale FA, Rhea JR, Wiggins GJ, Coots C. 2018. Influence of imidacloprid and horticultural oil on spider abundance on Eastern Hemlock in the Southern Appalachians. *Environmental entomology* **47/4**: 951-959.

- Hanna C, Hanna C. 2012. The lethal and sublethal effects of three pesticides on the striped lynx spider (*O xyopes salticus* H entz). *Journal of applied Entomology* **137/1-2**: 68-76.
- Jennifer Sills, 2013. Letters: Risks of Neonicotinoid Pesticides. *SCIENCE VOL 340*
- Jeschke P, Nauen R. 2008. Neonicotinoids - from zero to hero in insecticide chemistry. *Pest Manag Sci* **64**: 1084–1098.
- Jeschke P, Nauen R. 2008. Neonicotinoids - from zero to hero in insecticide chemistry. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science* **64/11**: 1084-1098.
- Jones A, Harrington P, Turnbull G. 2014. Neonicotinoid concentrations in arable soils after seed treatment applications in preceding years. *Pest Management Science* **70/12**: 1780-1784.
- Kolb S, Uzman D, Leyer I, Reineke A, Entling MH. 2020. Differential effects of semi-natural habitats and organic management on spiders in viticultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 287.
- Kollemeyer WD, Flattum RF, Powell JE, Soloway SB. 1999. In *Nicotinoid insecticides and the nicotinic acetylcholine receptor*. Springer-Verlag, Tokyo.
- Kumari V, Singh NP, Lata SMRK. 2019. Toxicity of Biological and Chemical Insecticides on Spiders. *J. Himalayan Ecol. Sustain. Dev* **14**: 79 – 87.
- Kůrka A. 2015. *Pavouci České republiky*. Academia, Praha.
- Levi HW. 2007. The Orb Weaver Genus *Mangora* in South of America (Araneae, Araneidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology Harvard University* **159**: 1-144.
- Lundin O, Rundlöf M, Smith HG, Fries I, Bommarco R. 2015. Neonicotinoid insecticides and their impacts on bees: a systematic review of research approaches and identification of knowledge gaps. *PLoS One* **10/8**.
- Mullins JW. 1993. Imidacloprid: a new nitroguanidine insecticide. *American Chemical Society* **524**: 183 – 198.
- Nentwig W, Blick T, Bosmans R, Gloor D, Hänggi A, Kropf C. 2020. *Spiders of Europe*. Version 07.2020. Available from <https://www.araneae.nmbe.ch> (accessed July 2020).
- Nyffeler M, Benz G. 1987. Spiders in natural pest control: A review 1. *Journal of Applied Entomology* **103/1-5**: 321-339.
- Obana H, Okihashi M, Akutsu K, Kitagawa Y, Hori S. 2003. Determination of neonicotinoid pesticide residues in vegetables and fruits with solid phase extraction and liquid chromatography mass spectrometry. *Journal of agricultural and food chemistry* **51/9**: 2501-2505.
- Platnick NI. 2010. *The World Spider Catalog*, version 11.0. American Museum of Natural History. Available from <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html> (accessed February 2020).

- Royauté R, Buddle CM, Vincent C. 2015. Under the influence: sublethal exposure to an insecticide affects personality expression in a jumping spider. *Functional Ecology* **29/7**: 962-970.
- 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.
- Řezáč M, Řezáčová V, Heneberg P. 2019. Neonicotinoid insecticides limit the potential of spiders to re-colonize disturbed agroecosystems when using silk-mediated dispersal. *Scientific reports* **9/1**: 1-10.
- Sanchez-Bayo F, Goka K. 2014. Pesticide Residues and Bees - A Risk Assessment. *Plos One* **9/4**.
- Samu F, Vollrath F. 1992. Spider orb web as bioassay for pesticide side effects. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **62**: 117-124.
- Sherawat SM, Butt A, Tahir HM. 2015. Effects of Pesticides on Agrobiont Spiders in Laboratory and Field. *Pakistan Journal of Zoology* **47/4**: 1089 - 1095.
- Tahir HM, Basheer T, Ali S, Yaqoob R, Naseem S, Khan SY. 2019. Effect of pesticides on biological control potential of *Neoscona theisi* (Araneae: Araneidae). *Journal of Insect Science* **19/2**: 17.
- Thany SH. 2010, Neonicotinoid Insecticides, Historical Evolution and Resistance Mechanisms, Insect Nicotinic Acetylcholine Receptors. Springer 75-83.
- Tišler TJA, Mozetic B, Trebse P. 2009. Hazard identification of imidacloprid to aquatic environment. *Chemosphere* **76**: 907-914.
- Toft, S. and Jensen, A. P. 1998. No negative sublethal effects of two insecticides on prey capture and development of a spider. *Pestic. Sci.*, **52**: 223-228.
- Uneme H. 2011. Chemistry of clothianidin and related compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **59/7**: 2932-2937.
- Vetter RS, Tarango J, Campbell KA, Tham C, Hayashi CY, Choe DH. 2016. Efficacy of several pesticide products on Brown Widow spider (Araneae: Theridiidae) egg sacs and their penetration through the egg sac silk. *Journal of economic entomology* **109/1**: 267-272.
- Watanabe E, Hirakawa Y, Yamasaki T, Iwasa S, Miyake S. 2020. Immunoassay for Highly Water-Soluble Nitenpyram: Evaluating the Analytical Performance of an Easy-to-Use Screening Method for Agricultural Samples. *Analytical Letters* **53/2**: 174-187.
- World Spider Catalog. 2020. Species Details : *Mangora acalypha* (Walckenaer, 1802). Naturalis Biodiversity Center. Available from <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/c17cfc8608e1887d6e4b7fc52509a701> (accessed July 2020).

- World Spider Catalog. 2020. World Spider Catalog. Version 21.5. Natural History Museum Bern. Available from <http://wsc.nmbe.ch> (accessed July 2020).
- Yamada T, Takahashi H, Hatano R. 1999. A novel insecticide, acetamiprid. In Nicotinoid insecticides and the nicotinic acetylcholine receptor. Springer, Tokyo.
- Zhu Y, Loso, MR, Watson GB, Sparks TC, Rogers RB, Huang JX, Nugent BM. 2010. Discovery and characterization of sulfoxaflor, a novel insecticide targeting sap-feeding pests. *Journal of Agricultural and Food chemistry* **59/7**: 2950-2957.
- Yadav, S. and Dutta, S. 2019. A Study of Pesticide Consumption Pattern and Farmer's Perceptions towards Pesticides: A Case of Tijara Tehsil, Alwar (Rajasthan). *Int. J. Curr. Microbiol. App., Sci.*, **8** (4): 96-104.