

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

KATEDRA BIOLOGIE EKOSYSTÉMŮ

**VLIV GENETICKY MODIFIKOVANÉ KUKUŘICE
EXPRIMUJÍCÍ TOXIN CRY3Bb1 NA NECÍLOVÉ
ORGANIZMY**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Zdeňka Svobodová

Vedoucí práce: Ing. Oxana Habušťová PhD.

České Budějovice 2010

SVOBODOVÁ Z. (2010): Vliv geneticky modifikované kukuřice exprimující toxin Cry3Bb1 na necílové organizmy [Impact of genetically modified maize expressing Cry3Bb1 toxin on the non-target organisms. Mgr. Thesis, in Czech]-73 p., Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice. Czech Republic.

Annotation:

Presented study compares impacts of the GM maize MON 88017 and the non-transgenic maize on the non-target invertebrates. The Diabrotica-resistant and herbicide-tolerant GM maize may become important for most of Europe as the spread of *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte continues but its implementation has been hindered by fears of undesirable environmental effects. I confirmed that MON88017 expresses the insecticidal Cry3Bb1 toxin but I found no evidence of any negative impact on the monitored species. Both the composition and the species abundances of invertebrate communities were similar to those in the stands of the conventional non-transgenic maize varieties.

Tato práce byla financována z grantu Ministerstva Zemědělství NAZV QH91093 a z části z EU projektu MOBITAG 229518 7FP-REGPOT-2008-1.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně, s použitím vlastních dat a citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 27. 4. 2010

.....

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala Oxaně Habuštové za odborné vedení, přátelský přístup a čas, který mi věnovala. Zvláštní poděkování patří prof. F. Sehnalovi za cenné rady při sestavení diplomové práce. Za spolupráci a vytvoření příjemné atmosféry při práci vděčím Hanymu Husseinovi a Radce Fabiánové. Janu Frouzovi, Pavlovi Jedličkovi, Lukáši Spitzerovi, Michalu Holcovi, Vladimírovi Půžovi, Jiřímu Zelenému a Jaroslavu Boháčovi děkuji za taxonomickou práci a poskytnutí dat pro zpracování, svému příteli za pomoc s produkty Microsoft Office a také za jeho trpělivost. V neposlední řadě děkuji také mé rodině, která mi byla po celou dobu studia velkou oporou.

Obsah

1	ÚVOD	1
1.1	Cry3Bb1 protein, jeho původ a možnosti využití	1
1.2	Expres Cry3Bb1 v GM kukuřici a jeho vliv na ekosystém	1
1.3	Bázlivec kukuřičný (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> LeConte, Western Corn Rootworm)	5
1.4	Cíle a hypotézy	7
2	MATERIÁL A METODIKA	8
2.1	Charakteristika území	8
2.2	Uspořádání pokusných ploch, setí a sklizeň	8
2.3	Sběr hmyzu na rostlinách kukuřice	9
2.4	Sběr predátorů a parazitoidů	10
2.5	Sběr epigeického hmyzu a pavouků	10
2.6	Sběr larev řádu dvoukřídlých (Diptera)	11
2.7	Monitoring výskytu entomopatogenních hlístic (Nematoda: Steinernematidae)	12
2.8	Monitoring výskytu bázlivce kukuřičného (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> LeConte)	13
2.9	Detekce Cry3Bb1	13
2.10	Statistické zpracování	14
2.11	Použité statistické indexy	16
3	VÝSLEDKY	19
3.1	Hmyz vyskytující se na rostlinách kukuřice	19
3.2	Predátoři a parazitoidi	24
3.3	Epigeické druhy hmyzu a pavouků	26
3.3.1	Výsledky sledování pavouků (Araneae)	26
3.3.2	Výsledky sledování střevlíkovitých (Carabidae)	32
3.3.3	Výsledky sledování drabčíkovitých (Staphylinidae)	37
3.4	Výskyt larev řádu dvoukřídlých (Diptera)	39
3.5	Entomopatogenní hlístice (Nematoda: Steinernematidae)	40

3.6	Výskyt bázlivce kukuřičného (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> LeConte)	41
3.7	Koncentrace Cry3Bb1 toxinu v rostlinných tkáních	42
4	DISKUZE.....	43
4.1	Hmyz na rostlinách kukuřice.....	43
4.2	Predátoři a parazitoidi nalezení na lepových deskách	44
4.3	Shrnutí k výskytu fytofágního hmyzu, predátorů a parazitoidů	45
4.4	Epigeičtí brouci a pavouci	45
4.4.1	Skupina pavouků (Araneae)	45
4.4.2	Skupina střevlíkovitých (Carabidae)	47
4.4.3	Skupina drabčíkovitých (Staphylinidae)	48
4.4.4	Shrnutí k výskytu epigeických bezobratlých	49
4.5	Larvy řádu dvoukřídlých (Diptera)	50
4.6	Entomopatogenní hlístice <i>Steinernema affine</i>	51
4.7	Výskyt bázlivce kukuřičného (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> LeConte)	51
4.8	ELISA	52
4.9	Dosažení cíle práce	53
5	ZÁVĚR.....	54
6	SEZNAM CITOVANÉ LITERATURY	55
7	PŘÍLOHA	60

1 ÚVOD

1.1 Cry3Bb1 protein, jeho původ a možnosti využití

Bacillus thuringiensis (Eubacteria) je grampozitivní půdní bakterie, která během sporulace produkuje krystalové inkluze známé jako δ -endotoxiny (Fonte et al. 2002). Ty selektivně účinkují na určité skupiny hmyzu a háďátek. Spóry *Bacillus thuringiensis* (Bt) se od objevu tohoto specifického působení na škůdce používají jako bioinsekticid, avšak zemědělci si uvědomují, že nestabilita a degradace toxinu působením ultrafialového záření a krátká perzistence na rostlinách snižují efektivitu postřiku (Fonte et al. 2002). Vývoj transgenních plodin s inkorporovanými geny pro Cry proteiny, nejrozšířenější skupinu δ -endotoxinů, přinesl tedy velkou naději všem zemědělcům potýkajícím se se ztrátami způsobenými nejrůznějšími druhy škůdců.

Cry proteiny se aktivují v zásaditém prostředí střev hmyzu, zejména larev, kde dojde k odštěpení krátkých peptidických řetězců z obou konců molekuly. Zbytky molekul se vážou na kadheriny, specifické proteázy v plasmatické membráně střevních buněk, následně se propojují v oligomery a vytváří ve střevní stěně otvor. Hmyz pak obvykle hyne do 2 až 5 dnů. Bt postřik obsahuje Cry proteiny v inaktivní formě, zatímco Bt plodiny obsahují již zkrácenou formu Cry proteinu, která nepotřebuje aktivaci (Whitehouse et al., 2005).

Insekticidní spektrum Cry3Bb1, získaného z *B. thuringiensis* subsp. *kumamotoensis*, je omezeno na několik druhů skupiny Chrysomelidae. Purifikovaný protein je toxický pro larvy *Leptinotarsa decemlineata* a *Diabrotica* spp. (Shirai, 2006). Prováděné studie se zabývají převážně vlivem toxinu na bázlivce, protože proti mandelince se používá specifický Cry3Aa toxin. Práce potvrzují extrémní snížení množství jedinců vyvinutých v kořenech MON 863 exprimující Cry3Bb1 (Al-Deeb et Wilde, 2005) a naopak dokládají indiferentní vztah k sledovaným charakteristikám dospělců (délka krovek, plodnost, délka života), kteří přežili larvální vývoj na kořenech, či byli krmeni pylem Bt kukuřice nebo toxinem v umělé potravě až v dospělosti (Al-Deeb et Wilde, 2005; Nowatzki et al. 2006). Kaiser-Alexnat (2009) ve své práci věnované možnosti degradace Cry toxinů (Cry3Bb1 a Cry34Ab1/Cry35Ab1) v trávicím traktu bázlivce kukuřičného v neúčinný protein neshledala žádné snížení účinnosti toxinů vlivem testovaných trávicích šťáv.

1.2 Exprese Cry3Bb1 v GM kukuřici a jeho vliv na ekosystém

MON88017 (YieldGard VT Rootworm/RR2 (TM)) je kultivar DK 315 jež byl transformován kulturou bakterií *Agrobacterium tumefaciens* kmene ABI, obsahujícího vektorový plazmid PV-ZMIR39, jehož úsek se selektovatelným genem kódujícím rezistenci ke spectinomycinu a streptomycinu nebyl do genomu kukuřice inkorporován. MON 88017 exprimuje protein CP4 EPSPS (5-enolpyruvylšikimát-3-

fosfát syntázu) odvozený od *Agrobacteria* sp. kmene CP4. Tento protein zajišťuje rezistenci vůči relativně bezpečným (Cerdeira et Duke, 2006) neselektivním herbicidům na bázi glyfosátu (Healy et al., 2008), a protein Cry3Bb1 modifikovaný pro zvýšení účinnosti na *Diabrotica* spp. Bylo také dosaženo nízké exprese obou transgenů v buňkách tvořících pylová zrna. Snížila se tak pravděpodobnost kontaminace okolí a tím ohrožení jiných druhů čeledi Chrysomelidae.

Ve studiích Poerschmanna et al. (2009) a McCanna et al. (2007) bylo prokázáno ekvivalentní množství a shodná kvalita mastných kyselin minerálních látek, sacharidů, aminokyselin, mastných kyselin, vitamínů, antinutrientů a sekundárních metabolitů v kultivaru MON 88017 a její izogenní mateřské odrůdě. Ani CP4 EPSPS díky relativně rychlému procesu trávení této bílkoviny pravděpodobně nepředstavuje riziko pro konzumenta (Carpenter, 2001). Srovnáním sekvencí aminokyselin běžných alergenů toxických pro savce nebyl odhalen žádný společný znak sekvencí alergenů s proteinem Cry3Bb1 (Monsanto Company, 2003). Dalším důkazem proti perorální toxicitě delta-endotoxinu je okamžitá inaktivace teplem či v kyselém prostředí a průkazná rychlá degradace in vitro v podmínkách odpovídajících poměrům v zažívacím traktu savců (Carpenter, 2001). V klinických testech provedených u korejských dětí s imunoglobulinem E citlivým na kukuřičné proteiny nebyla prokázána žádná alergenicita spojená s transgenem (Kim et al., 2009).

Mnoho dalších studií se věnuje možnosti negativního efektu Bt kukuřice na životní prostředí. Transgenní kukuřice produkuje toxin v různém množství ve většině tkání a podle některých názorů tak může ohrozit společenstva druhů žijících na rostlinách, na povrchu půdy i v půdě. Z hlediska Bt transgenů odpovídá MON 88017 kukuřici MON 863. Cry3Bb1 exprimovaný v MON 88017 je od původního, izolovaného z *B. thuringiensis* sp. *kumamotoensis* odlišný pozicí šesti aminokyselin a od Cry3Bb1 v MON 863 pozicí jedné aminokyseliny (Nguyen et Jehle, 2009). Kultivar MON 863 byl uvolněn ke komerčnímu využití ve Spojených státech v roce 2003 a již předtím probíhaly intenzivní studie, proto jsou prozatím mnohem hojnější dlouhodobější polní experimenty s tímto kultivarem. Kukuřice MON 88017 byla uvolněna do zemědělské praxe v USA v roce 2005 a zatím bylo zaznamenáno jen několik málo polních studií.

Doposud nebyl prokázán jasný negativní efekt Cry3Bb1 vůči druhům žijícím na rostlinách (Al-Deeb et Wilde, 2003), predátorům z řádu Coleoptera (Ahmad et al., 2006a) a jiným prospěšným druhům hmyzu (Duan et al., 2008). Níže zmíněné studie zabývající se vlivem Cry3Bb1 v purifikované podobě jsou příkladem laboratorních prací zaměřených na modelové druhy hmyzu: larvy herbivorních brouků *Epilachna vigintioctopunctata* (Coccinellidae) a *Galerucella vittaticollis* (Chrysomelidae) krmené pylem MON 863 (Shirai, 2006); housenky motýla monarchy (*Danaus plexippus*) krmené taktéž pylem (Mattila et al., 2005); larvy střevlíka *Poecilus chalcites* krmené umělou potravou s Cry3Bb1

o koncentraci 930 µg/g (Duan et al., 2006); slunéčka *Coleomegilla maculata* krmené pylem (Duan et al., 2002) i mšice sající na Bt kukuřici (Lundgren et Wiedenmann, 2005), larvy ploštic druhu *Orius insidiosus* (Duan et al., 2008), parazitické vosičky *Encarsia formosa* a mšicomáři *Aphidius ervi* (Steinbrecher, 2004). V tělech sledovaných zástupců fytofágních ploštic byl v nanogramovém množství Cry3Bb1 toxin nalezen, ale nebyl zaznamenán žádný vliv MON 88017 na vývoj a rozmnožování ploštic (Rauschen et al., 2009). Meissle et Romeis (2009) ve své práci neshledali žádnou korelaci mezi měřenými charakteristikami dravého druhu pavouka *Theridion impressum* (mortalita, váha, produkce potomstva) a obsahu Cry3Bb1 v jeho kořisti.

Rozsáhlé a dlouhodobé polní pokusy se soustřeďují hlavně na srovnávání vlivu Bt plodin s izogenními variantami a konvenčně používanými způsoby boje proti škůdcům. Například Bhatti et al. (2005a, 2005b) porovnali vliv MON 863 a netransgenní odrůdy s ošetřením a bez ošetření insekticidy na členovce žijící na rostlinách a na povrchu půdy. Během tříleté komparativní studie nebyla na Bt plochách ovlivněna abundance žádného ze sledovaných druhů, zatímco plochy ošetřené půdním insekticidem vykazovaly snížení množství jedinců u 6 ze 14 sledovaných epigeických druhů. U ploch s insekticidem aplikovaným na list byl zaznamenán významný pokles hlavně u slunéček (Coccinellidae), zlatooček (Chrisopidae) a lovcovitých (Nabidae). Ahmad et al. (2005) nezaznamenali žádné signifikantní účinky Cry3Bb1 na epigeické druhy i druhy žijící na rostlinách. MON 88017 i MON 863 jsou specifické vysokou expresí toxinu v kořenovém systému. Mnoho studií se tedy věnuje možnému ovlivnění půdních organismů a procesů v půdě během vegetačního období. Bt toxin se do půdy může dostat vícero způsoby: (I) přímo exkrecí z kořenového systému a povrchovým poraněním rostliny, (II) přirozenou degradací rostlinné tkáně v průběhu celé vegetační sezony a (III) degradací rostlinné tkáně po sklizni (Zwahlen et al. 2003).

Cry3Bb1, stejně jako jiné Cry toxiny, v půdě rychle degraduje, ale malé množství biologicky aktivního toxinu může v půdě zůstat po delší časové období. Persistence toxinu je zřejmě způsobena navázáním na povrchově aktivní částice v půdě, které zabraňují jeho biodegradaci (Saxena et Stotzky, 2000; Fiorito et al., 2008; Prihoda et Coats, 2008b) a kolísá s typem a množstvím jílových partikulí a pH půdy (Icoz et Stotzky, 2008). Vázaný toxin je v současné době velmi obtížně kvantifikovatelný. To také mohl být důvod, proč se nepodařilo Icozovi et al. (2008) detekovat žádný Cry3Bb1 v půdě, ve které byla zaseta kukuřice MON 863 4 roky po sobě. Ahmad et al. (2005) během prvního opublikovaného roku pokusu zaznamenali pouze několik málo pozitivních nálezů Cry3Bb1 a to ve velmi malém množství (3.38 - 6.89 ng/g půdní sušiny). Zdá se, že jedině vylepšení stávajících metod extrakce Cry proteinů z půdy a jejich kvantifikace může poskytnout přesnější údaje použitelné pro jasnější posouzení ekologického rizika (Prihoda and Coats, 2008b).

Po sklizni zůstávají na obdělávaných plochách zbytky rostlinné biomasy, které mohou podle některých hypotéz ovlivnit makro i mikroedafon. Například žížaly jsou k obsahu polutantů v půdě citlivé (Xiao et al., 2006). Na půdní kroužkovce (*Enchytraeus albidus*) však nemá potrava s obsahem Cry3Bb1 vliv (Honemann et Nentwig, 2009), i když byl v jejich tělech i exkrementech toxin z MON 88017 detekován (Ahmad et al., 2006b). Ani ostatní zástupci půdního edafonu - Collembola, Acari, Nematoda nevykazují žádné známky vlivu Cry3Bb1 na jejich životní projevy (Al-Deeb et al., 2003; Carter et al., 2004; Honemann et al., 2008). Celkově přítomnost Cry3Bb1 v rostlinných zbytcích nemá vliv na rychlost jejich zpracování a dekompoziční aktivitu v okolní půdě (Lehman et al, 2008a, 2008b).

Do této chvíle tedy nebyl zjištěn žádný negativní vliv toxinu Cry3Bb1 na predátory ani jiné necílové druhy hmyzu a půdní edafon. I když počet dlouhodobých polních experimentů s MON 88017 je zatím omezený, lze obecně říci, že abundance necílových druhů členovců je povětšinou na polích osetých Bt kukuřicí vyšší než na konvenčně obdělávaném pozemku, kde se používají různé druhy nescifických insekticidů. Z dosavadních výsledků dlouhodobých studií lze naopak vyvodit, že Bt plodiny mají potenciál přispívat k ochraně přirozených nepřátel škůdců díky svému selektivnímu působení a redukcí užívání širokospektrálních insekticidů (Naranjo, 2005b). Pokud tedy vůbec nějaký efekt Bt toxiny mají, je pravděpodobné, že je subletální a nebo působí nepřímo. (Naranjo, 2005a). Takový potenciální efekt lze zjistit jedině dlouhodobým sledováním druhového složení a trofických vztahů v polním ekosystému. Pak už jen zbývá vyhodnotit rizika, která s sebou přináší jejich pěstování ve srovnání s jejich benefitem.

Dalším nebezpečím pěstování rostlin s inserty cizích genů je (1) možný přenos transgenní DNA na jiné organismy, (2) vznik mutace a vývoj rezistence v organismu, proti kterému transgen působí, nebo v rostlinách při častých aplikacích přípravku, proti kterému je GM plodina odolná.

(1) Přenos genů je podle Carpentera (2001) teoreticky možný u kukuřice a příbuzného rodu *Tripsacum*, který se však od kukuřice liší zjevnými strukturálními rozdíly chromosomů (White et Doebley, 1998). Zatím tedy nebyl zaznamenán žádný případ transferu genů mezi kukuřicí a jejími blízkými příbuznými (Carpenter, 2001).

(2) Glyfosát je v půdě mikroorganismy relativně rychle rozkládán, takže hlavním faktorem podílejícím se na vzniku rezistence plevelů je častá aplikace bez střídání plodin či způsobů ochrany rostlin. Z předchozí zemědělské praxe je známo mnoho dalších případů vzniku rezistence na jiné herbicidy (trifluralin z přípravku Treflan; Doll, 1999). Do roku 2006 se objevily tři druhy plevelů rezistentních ke glyfosátu v porostech herbicidně tolerantních plodin. Rezistence ke glyfosátu však s vysokou pravděpodobností neovlivňuje funkci rostliny v přirozené populaci

plevele na rozdíl od možné introgrese jiných transgenů na plevel (Cry proteiny) (Cerdeira et Duke, 2006).

Potenciál pro vývoj rezistence má každý postupný krok v mechanismu působení Cry toxinu - pH dependentní rozpouštění toxinu, proteolytické zkrácení řetězce, specifické navázání na receptory, integrace v membránách buněk povrchu střeva, formace póru, lyze buněk i smrt larvy (Ferré et van Rie, 2002). Modifikace místa pro specifické navázání Cry proteinu (recesivní mutace) se zdá být nejvýznamnějším mechanismem vzniku rezistence v přirozených podmínkách polního ekosystému (Ferré et al., 1995). Vzniku takového typu rezistence by měla zabránit stabilní exprese transgenů, přítomnost jeho produktu v účinných koncentracích, odolnost produktu vůči degradačním enzymům rostliny, hromadění genů s různým mechanismem působení a refugia.

1.3 Bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, Western Corn Rootworm)

Diabrotica virgifera virgifera LeConte (Coleoptera: Chrysomelidae), karanténní škůdce introdukovaný do Evropy koncem 80. let ze Severní Ameriky, poprvé způsobil zemědělské škody v Srbsku v roce 1992 a od té doby se šíří Evropou. Vzhledem k vysoké schopnosti adaptace, výborným letovým schopnostem a pomocí logistických aktivit člověka se očekává rozšíření do všech oblastí Evropy vhodných pro pěstování kukuřice.



Obrázek 1: Samec (vlevo) a samička (vpravo) bázlivce kukuřičného (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). (zdroj: www.biolib.cz)

Asi 1,5 milimetrové bílé larvy s tmavší hlavou se líhnou na začátku léta, žijí v půdě, mají 3 larvální stádia a jejich vývoj trvá za optimálních podmínek 30 dní. Přes centimetr velké larvy posledního instaru se kuklí. Bílá kukla je volná a po pěti až deseti dnech se z ní líhne

imágo. U čtyř až sedm milimetrů dlouhých imág je patrný sexuální dimorfismus (obr. 1) v zabarvení krovek, tvaru zadečku a délce tykadel. Dospělci jsou polyfágní a na kukuřici se živí především bliznami a pylem, někdy i zrny v mléčné zralosti nebo listy. 7-10 dnů po oplodnění naklade samička do svrchní vrstvy půdy blízko budoucí hostitelské rostliny 500-1000 světlých protáhlých vajíček, které přezimují. Samičky preferují vlhčí a těžší půdy s obsahem organické hmoty okolo 1,5 % (Peairs et Pilcher, 2006).

Nejvíce škodlivé jsou oligofágní larvy způsobující závažná poškození kořenového systému kukuřice. Po vylíhnutí se malé larvy přesouvají ke kořenům a krmí se kořenovými vlásky a malými kořínky. Větší

larvy si prokousávají chodbičky v primárních kořenech (Peairs et Pilcher, 2006). Při masivním napadení může dojít k deformaci rostlin, jejich vyvracení a poléhání. Takové rostliny většinou uhynou. Tolerantnější odrůdy s velkým a dobře regenerujícím kořenovým systémem se mohou znovu ujmout a snažit se napřímit. Tak vznikají rostliny s charakteristickým vzhledem popisovaným jako „husí krky“.

Chemické insekticidy a střídání plodin byly do nedávna jediné metody boje s bázlivcem. Obě tyto taktiky však mohou být díky vzniku rezistenci a modifikaci chování neefektivní (Vaughn et al., 2005). Experimentálně se ověřuje možnost kombinace insekticidů a parazitických hlístic (Koubová, 2006) a další možností je i pěstování transgenní kukuřice exprimující Bt toxiny jako například Cry3A, Cry34Ab1/Cry35Ab1 (dvousložkový toxin) a Cry3Bb1 (Kaiser-Alexnat, 2009). Pro úspěšný boj s bázlivcem je také důležité sledování jeho výskytu. V České republice byl monitoring zahájen v roce 1999 na základě údajů o rychlosti šíření tohoto škůdce v Maďarsku a výzvy ze strany IWGO (International Working Group of Ostrinia and other Maize Pests). I když intenzita pěstování kukuřice v České republice není tak vysoká, aby podporovala možnost přemnožení, populace bázlivce kukuřičného, stejně jako v jiných oblastech Evropy (Slovensko, Bulharsko, Rumunsko, Ukrajina, Srbsko), i u nás narůstá.

1.4 Cíle a hypotézy

Cíl práce

- Provéřit možný negativní vliv transgenní kukuřice MON 88017 kombinující resistenci vůči bázlivci kukuřičnému (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) a odolnost proti neselektivnímu herbicidu na bázi glyfosátu na necílové druhy hmyzu, především predátory a parazitoidy.
- Srovnat působení Bt kukuřice s účinky širokospektrálního půdního insekticidu Dursban 10G na životní prostředí a entomofaunu.
- Zjistit přítomnost entomopatogenních hlístic, přirozených reducentů populací larev žijících v půdě.

Stanovená hypotéza

- Specifické působení Cry3Bb1 na *Diabrotica spp.* (Chrysomelidae) je v purifikovaném stavu prokázána. V porostech kukuřice se běžně zástupci Chrysomelidae nevyskytují, respektive se jí neživí a hlavní skupiny necílových organismů determinované v této práci náleží do jiných skupin, proto by toxin exprimovaný v transgenním kultivaru MON 88017 neměl negativně ovlivnit populace sledovaných necílových organismů.
- Insekticid Dursban 10G se používá k hubení mnoha druhů půdních škůdců. Vlivem jeho expozice se tedy předpokládá snížení abundance epigeických druhů hmyzu.
- Díky širokému spektru možných hostitelů a adaptacím k přežití v poměrně různorodém půdním prostředí je výskyt entomopatogenních hlístic na sledovaném území předpokládán.

2 MATERIÁL A METODIKA

2.1 Charakteristika území

Vybrané území o rozloze 15 ha se nachází 12 km od Českých Budějovic, u obce Žabovřesky. Jedná se o díl půdního bloku 6201/1 obdělávaný Zemědělskou společností Dubné a.s., která jej pronajala na dobu tří let konání polního pokusu. Území je mírně svažité se sklonem 14 ‰ a nachází se v průměrné nadmořské výšce 423 m. n. m. Oblast je mírně vlhká, s průměrnými srážkami 550 mm/rok a průměrnou roční teplotou 11°C. Hlavním půdním typem je zde středně těžká, hlinito-jílovitá hnědozem. Vyskytují se zde organismy typické pro zemědělskou krajinu.

2.2 Uspořádání pokusných ploch, setí a sklizeň

Původní plán rozmístění ploch v podobě latinského čtverce byl vzhledem k přítomnosti melioračních studní na plochách plánovaných pro Bt kukuřici pozměněn. Způsob osetí ploch ovlivnila i přítomnost posedu. Proto došlo k záměnám, které umožnily plné využití ploch pro Bt kukuřici a vyústily v to, že ve čtyřech řadách z pěti se vyskytly 2 plochy se stejným kultivarem či způsobem ošetření. Uspořádání v rámci sloupců bylo v pořádku. Velikost pokusných ploch, šířka přístupových cest a sběr vzorků situovaný ke středu pokusných ploch by měly dostatečně vliv geografického rozmístění potlačit.

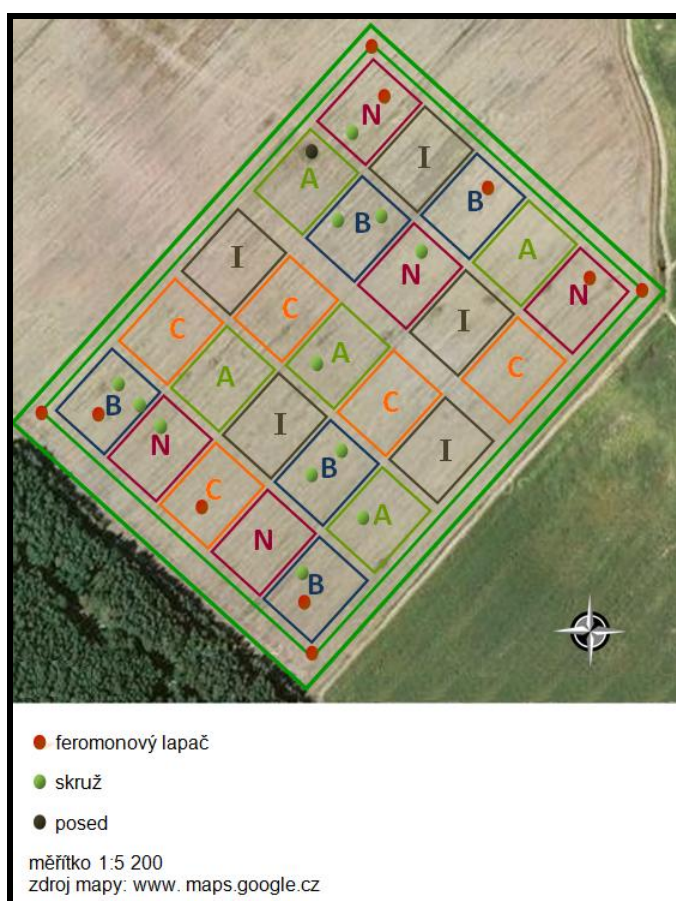
Na pokus byly použity následující kultivary a jejich ošetření (v závorkách je značení používané na pokusných plochách):

- MON 88017 (C)
- Izogenní varianta DK 315 (N)
- Izogenní varianta DK 315 ošetřená insekticidem Dursban 10 G (I)
- Referenční odrůda KIPOUS (A)
- Referenční odrůda PR38N86 (B)

Každý typ managementu (C, N, I, A, B) byl použit na pěti plochách o výměře 0,5 ha (81x63m) uspořádaných do pěti řad a sloupců (obr. 2). Mezi jednotlivými řadami byly ponechány 3 m široké přístupové cesty. Mezi druhou a třetí řadou byla ponechána cesta širší (8m) pro vjezd automobilem. Mezi pokusnými plochami ve sloupcích byly ponechány metrové rozestupy. Okolo zkoumaného území byl vytvořen ochranný pás z rané odrůdy DKC 2870 v šířce 10 m ze tří stran, kde byla pole, a 20 m ze strany, kde byl les. Ochranné pásy snižují vliv okolního území na okrajové pokusné plochy. Mezi ochranným pásem a vlastními pokusnými plochami byla ponechána třímetrová cesta. Pás ze sladší rané odrůdy měl zabránit průniku lesní zvěře a dalších organismů z okolní do prostor s transgenní kukuřicí. Okolo dalších třech stran pokusného obdélníku byla vyseta ozimá pšenice.

Na celé pokusné lokalitě byla provedena jednorázová preemergentní a postemergentní aplikace herbicidu - Guardian EC. Jednotlivé pokusné plochy byly vyznačeny pomocí GPS zařízení a v rozích označeny dřevěnými kolíky, díky čemuž bylo možné přesné setí. Nepřesnosti secího stroje byly později během sezóny manuálně odstraněny vysekáním. Kukuřice byla zaseta 11. 5. 2009 (teplota: 16°C; srážky: 2,5 mm). Přibližná hustota byla 85 000 vysetých semen na hektar. Byl použit speciální secí stroj, přizpůsobený k aplikaci hnojiv a insekticidu současně. Pole bylo ošetřeno hnojivem Amofos (100 kg/ha) a DAM390 (325 kg/ha).

Po vysetí byly do každého rohu plochy umístěny značkové cedule s označením a pokusné území bylo ve dvou rozích řádně označeno cedulemi s nápisem:



Obrázek 2: Rozvržení pokusné lokality.

GENETICKY MODIFIKOVANÝ
ORGANISMUS
NEVSTUPOVAT!
NEZKRMOVAT!
CHEMICKY OŠETŘENO

Stejný design je plánovaný i na další 2 roky experimentu, které jsou nutné pro ověření dosažených výsledků a minimalizaci vlivu počasí a jiných možných environmentálních faktorů.

12. 10. 2009 byl porost GM kukuřice zlikvidován silážní řezačkou. Rostliny byly rozsekány na méně než jednocentimetrové kousky, rozfoukány na příslušné parcely a po aplikaci organických hnojiv (20 t/ha) pro urychlení rozkladu zelené hmoty a zachování úrodnosti pro příští rok zaorány hlubokou podzimní orbou.

2.3 Sběr hmyzu na rostlinách kukuřice

Třikrát během vegetačního období bylo z každé plochy odebíráno 10 náhodně vybraných rostlin, které byly pro kontrolu výskytu hmyzu dopravovány do laboratoře (celkem 250 rostlin v jednom odběru). Odběry byly uskutečněny ve stadiu 6 listů (13. – 14. 7. 2009), v období kvetení (30. 7. - 9. 8.)

a voskové zralosti (9. - 10. 9.). Období prvních pravých listů bylo z důvodu nepříznivých povětrnostních podmínek vynecháno.

Při každém odběru byly náhodně odebrány z každé plochy 2 až tři rostliny i s kořenovým systémem pro určení možné přítomnosti škůdců kořenového systému kukuřice. Ve všech případech byl přes rostlinu nejdříve přehozen pytel z prodyšného materiálu a poté byla rostlina vyjmuta ze země pomocí lopatky nebo odstříhnuta zahradnickými nůžkami. V laboratoři byly rostliny detailně prozkoumány a výskyt bezobratlých živočichů byl kvalitativně i kvantitativně vyhodnocen. Rostlinný materiál byl po provedené analýze převezen zpět na pole a zapracován do půdy.

2.4 Sběr predátorů a parazitoidů



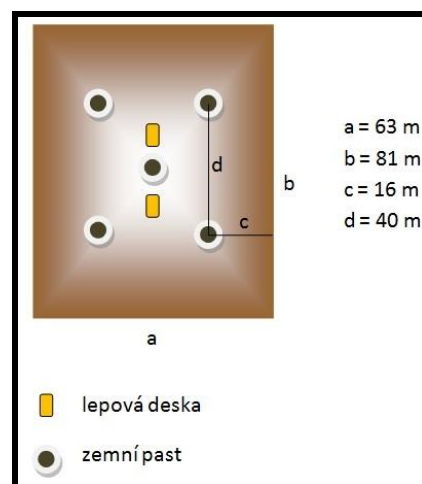
Obrázek 3: Umístění leповých desek BIO PLANTELLA.

Populace predátorů a parazitoidů byly sledovány pomocí žlutých oboustranně leповých desek BIO PLANTELLA. Leповé desky byly umístěny po párech do středové části pokusné plochy do výšky 1,8 m přímo na rostlinu pomocí drátku dodaného v balení (obr. 3) a ponechány po dobu 14 dnů (24. 7. - 6. 8.), v průběhu kterých byly vizuálně kontrolovány. Po sesbírání byly uchovány v chladicím boxu (5°C).

2.5 Sběr epigeického hmyzu a pavouků

V průběhu sezóny byli sledováni půdní členovci vyskytující se na povrchu půdy. Na každé pokusné ploše bylo pomocí GPS zařízení umístěno 5 zemních pastí (celkem 125 pastí, obr. 4). Přímo uprostřed plochy byla jedna past a ve dvou řadách blízko středu bylo vždy po dvou pastech. Pro snadné nalezení pastí byly řádky s pastmi na okrajích ploch označeny dřevěnými kolíky.

Zemní pasti byly tvořeny dvěma do sebe vloženými půllitrovými průhlednými umělohmotnými kelímky. Druhý kelímek byl použit, aby snížil pravděpodobnost ztráty vzorku při případném poškození kelímku. Každý kelímek byl asi do



Obrázek 4: Rozmístění zemních pastí a leповých desek na jedné pokusné ploše.



Obrázek 5: Umístění zemních pastí.

poloviny naplněn 10% roztokem soli s několika kapkami detergentu (přípravek na mytí nádobí) pro zvýšení smáčivosti. Naplněný kelímek se umístil do půdy tak, aby byl povrch půdy v okolí pasti zarovnan s jeho hrdlem (obr. 5). Nad pasti byly umístěny stříšky z hliníkového plechu, které chránily past před napadáním nečistot, částečně i odparu a zvěři.

Pasti byly na poli rozmístěny na dobu dvou týdnů před setím (14. 4. - 30. 4.) a po sklizni (5. 11. - 19. 11.). Během vegetačního pokryvu kukuřicí byly pasti umístěny třikrát (po výsevu: 19. 5. - 4. 6.; během kvetení: 29. 7. - 5. 8.; před sklizní: 11. 9. - 18. 9.) a to na dobu 7 dnů.

Obsah pastí byl na místě pomocí sítka zbaven konzervačního média a umístěn do označeného plastového uzavíratelného pytlíku. V laboratoři byl pak vzorek přetříděn na skupiny, uložen do mikrozkuvek nebo v případě většího množství hmyzu do uzavíratelného polyetylenového pytlíku. Vzorky byly konzervovány 70% roztokem ethylalkoholu a průběžně odesílány k determinaci specialistům. Zakryté plastové kelímky zůstaly na poli po celou dobu pokusu.

2.6 Sběr larev řádu dvoukřídlých (Diptera)

Vzorky půdy byly odebrány 25. 11. 2009. Na plochách C, N a I byly odebrány 3 směsné vzorky okolo půdních pastí 1, 3 a 5 (v diagonále). Směsné vzorky vznikly smícháním půdy z 5 půdních sond ($d=10$ cm, $v=10$ cm). Tyto směsné vzorky byly v plastických pytlích přemístěny do laboratoře, kde byly izolovány larvy skupiny Diptera metodou Kempsonova extraktoru (Kempson et al., 1963). Principem této metody je tepelná extrakce postupným ohříváním a vysycháním půdy od vrchních vrstev testovaného vzorku. Půdní mikrofauna se přesunuje do spodních částí vzorku a nakonec spadne do fixačního roztoku.

Směsný vzorek byl přenesen do kovového síta s velikostí ok 5 mm. Síto bylo vloženo do extrakční nádoby s 500 ml vody na dně a proces byl započat zapnutím žárovky (100 W) ve víku nádoby. Druhý den byl do vody přidán 2 ml 2% roztoku formaldehydu (fixační činidlo). Po 7 dnech byla extrakce ukončena a izolovaný hmyz byl pomocí jemné síťoviny (dederon) převeden do 70% alkoholu, ve kterém byl uchován až do determinace. Izolovaný hmyz byl určen do čeledí.

Početnost larev v 1m^2 do hloubky 10 cm na zájmových plochách byla určena přepočtením získaných hodnot ze směsných vzorků pomocí vzorce dle Hůly (2002). Čeledi dvoukřídlých s průměrnou abundancí vyšší než 10 individuí/ m^2 (ind/ m^2) byly pokládány za dominantní.

$$\text{CAHL} = \text{AH} \times \text{M} / \text{V}$$

- **CAHL:** celková abundance larev v době odběru na ploše 1 m² do hloubky 10 cm, jednotky: ind/m²
- **AH:** průměrný počet izolovaných larev v Kempsonově extraktoru testovaném objemu 3925 cm³
- **M:** objem půdy na 1 m² do hloubky 10cm (100 000 cm³)
- **V:** objem půdy použitý k izolaci larev (3925 cm³)

2.7 Monitoring výskytu entomopatogenních hlístic (Nematoda: Steinernematidae)

Odběry byly provedeny třikrát během sezony (25. 5., 7. 8. a 12. 11. 2009). V každém z 25 čtverců byly náhodně odebrány 2 směsné vzorky, z nichž každý vznikl smícháním odebrané půdy pomocí 5 půdních sond (d=5 cm, v=10 cm). Tyto směsné vzorky byly v plastických pytlích přemísťovány do laboratoře, kde byla přítomnost hlístic hodnocena metodou Galleriových pastí (Beding et Akhurst, 1975). Na izolaci hlístic bylo použito 200 cm³ půdy z každého řádně promíchaného směsného vzorku. Invazní larvy z půdního vzorku byly vycytávány do housenek zavíječe voskového (*Galleria mellonella*). Po 6 dnech byly pasti vyjmuty z půdy a uhynulé housenky byly pitvány za účelem zjištění počtu dospělých hlístic. Tento postup byl opakován, dokud docházelo k parazitaci nastražených housenek. Izolace probíhala při laboratorní teplotě (22°C). Druhové určení hlístic bylo provedeno na základě morfologie samců.

Ze zjištěných počtů hlístic byla pomocí vzorce podle Hůly (2002) stanovena jejich přibližná abundance v 1 m² do hloubky 10 cm.

$$\text{CAHL} = \text{AH} \times \text{M} / \text{V}$$

- **CAHL:** celková abundance hlístic v daném termínu odběru na ploše 1 m² do hloubky 10 cm, jednotky: ind/m²
- **AH:** průměrný počet izolovaných hlístic v testovaném objemu 200 cm³
- **M:** objem půdy na 1 m² do hloubky 10cm (100 000 cm³)
- **V:** objem půdy použitý k izolaci hlístic (200 cm³)

2.8 Monitoring výskytu bázlivce kukuřičného (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)



Obrázek 6: Umístění feromonového lapače Csalomon PAL.

Byly použity feromonové lapače Csalomon PAL doporučené pro monitoring tohoto škůdce v rámci celoevropského projektu. Pasti se syntetickým pohlavním feromonem lákajícím samce jsou vysoce účinné. Feromonem je napuštěná pryž, která je umístěna na plastovém držátku. Plastové držátko je připevněno k leповé desce (obr. 6). Byl sledován případný nálet ze vzdálených míst, a proto nebyly lapáky umístěny ve středu pokusné lokality. Deset lapáků bylo rozmístěno do vnitřních rohů ochranných pásů a do krajních ploch (obr. 2). Expozice pastí trvala 58 dní (12. 8. - 8. 10.). Lapáky byly průběžně vizuálně kontrolovány.

2.9 Detekce Cry3Bb1

Pro určení obsahu Cry3Bb1 v rostlinných tkáních byla použita metoda ELISA. Kvantifikace obsahu Cry3Bb1 probíhala ve stejných termínech, jako determinace hmyzu žijícího na rostlinách kukuřice, tedy ve stadiu 6 listů (13. – 14. 7. 2009), v období kvetení (30. 7. - 9. 8.) a voskové zralosti (9. - 10. 9). Firma Agdia komerčně dodává Bt-Cry3Bb1 ELISA kit modifikovaný pro přímé sendvičové metody užívající dvou protilátek (Double Antibody Sandwich Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay – DAS ELISA). Polyklonální protilátky specifické pro Cry3Bb1 jsou navázány na dně destiček kitu. Prostřednictvím monoklonálních protilátek (konjugát) specifických pro Cry3Bb1 přidaných spolu se vzorkem se přítomný Bt toxin naváže na polyklonální protilátky a tím je zachycen na dně destiček kitu. Vizualizace výsledků je zprostředkována díky navázání dalšího substrátu, který reakcí s konjugátem změní svou barvu a umožní spektrofotometrickou kvantifikaci. Přesné chemické složení přiložených chemikálií je součástí výrobního tajemství.

Postup:

Kvantifikace toxinu probíhala v pravých kořenech, vzdušných kořenech, stonku, listech, pylových zrnech a bliznách. Nejdříve bylo nutné homogenizovat 1 g rostlinné tkáně pomocí třecí misky a tloučku. Rostlinná hmota byla zředěna 10 mililitry promývacího pufru PBST (roztok 1 l obsahoval: 8 g NaCl; 1,15 g Na₃PO₄; 0,2 g K₃PO₄; 0,2 KCl; 0,5 g Tween 20 (polyoxyethylensorbitanmonolaurát), pH 7,4) a ponechána ve zkumavkách 5-10 min odstát. Po té se odebrala plná mikrozkušavka roztoku (přibližně 1,5 ml), která se centrifugovala v předem vychlazené centrifuze (Hettich Zentrifugen, EBA

12R): 5 min, 4°C, 8 000 otáčkách za minutu. Z mikrozkuřavky se poté odebralo 50 µl supernatantu, který byl dále ředěn pomocí PBST na potřebné koncentrace 1:3 000, 1: 5 000 a 1:8 000.

Součástí komerčního balení kitu byla i lyofilizovaná pozitivní kontrola, kterou bylo nutné zředit 2 ml PBST. Pozitivní kontrola byla užitá pro sestrojení standardní křivky ředěné dvojkovou řadou. Pro dodatečnou kontrolu správnosti funkce kitu byla užitá negativní kontrola bez přidání vzorku připravená stejným způsobem jako pozitivní kontrola. Na destičku bylo aplikováno 100 µl monoklonálního enzymového konjugátu (peroxidázy) ředěného RUB6 (0,0009%ní roztok) a 100 µl vzorku. Destička byla poté umístěna do boxu s vlhkým prostředím (namočená buničina pod destičkou) zabraňujícím evaporaci a směs se nechala reagovat 2 hodiny při pokojové teplotě (24°C). Po inkubaci se pomocí PBST 7krát vymyla nenavázaná monoklonální protilátka a Bt toxin a přidalo se 100 µl roztoku TMB (3,3',5,5'-tetramethyl benzidin) substrátu. Destička byla poté inkubována 20 min v boxu s vlhkým prostředím při pokojové teplotě. Reakční směs se v přítomnosti Cry3Bb1 modře zabarvila. Přesná absorbance byla měřena pomocí čtečky ELISA (Spectra MAX 340 PC) při $\lambda = 650$ nm. Naměřené absorbance byly vyhodnoceny v programu Graph Pad Prism 4. Díky známému obsahu toxinu v standardní řadě a ředění vzorků bylo možné kvantifikovat množství Cry3Bb1 v rostlinných tkáních. Výsledná koncentrace je uváděna v µg/g čerstvé rostlinné hmoty.

Byl stanoven i limit detekce (minimum detectable signal - MDS), který je obvykle definován jako hodnota vstupu, při které je na výstupu senzoru signál odpovídající trojnásobku hodnoty kontrolních variant (Ripka et al., 2005).

$$c_L = 3 * \delta_k$$

c_L ... limit detekce, jednotky: ng/g

δ_k ...průměrná koncentrace toxinu u kontrolních variant

2.10 Statistické zpracování

Popisné statistiky byly zobrazeny pomocí grafů sestrojených v Graph Pad Prism 4. Stejného programu bylo použito i ke zjednodušení kvantifikace Cry3Bb1 toxinu. Analýzy variance počtů nalezených jedinců jednotlivých skupin a předpoklad homogenity variance těchto testů byly spočteny programem StatSoft Statistica 9. Pro spočtení indexů diverzity a konstrukci dalších grafů byl použit program Microsoft Office Excell 2007. Mnohorozměrné analýzy byly provedeny s pomocí programu Canoco for Winows 4.5. Všechny testy byly prováděny na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

U skupin zaznamenaných v dostatečném počtu jedinců byly ekologické preference studovány pomocí mnohorozměrné analýzy umožňující nalézt výsledek pro více vysvětlovaných proměnných (druhů) současně. Při volbě metody se přihlíželo k výsledku nepřímé gradientové metody DCA posuzující

heterogenitu druhových dat. Pro tuto metodu bylo díky úvodní hypotéze o lineárním charakteru společenstva zvoleno odstranění trendu po segmentech a druhová data (počet jedinců) byla, stejně jako v navazujících analýzách, logaritmicky transformována pro snížení vlivu dominantních druhů. DCA ve většině případů jasně určila vhodnost použití lineární metody. Na pokusném poli se však vyskytovalo několik potenciálních zdrojů variability a ty byly pro jistotu při každé analýze také testovány. Díky velké ploše jednotlivých pokusných ploch bylo také ověřováno, zda nejsou plochy v řadách či sloupcích „příbuznější“.

Užité charakteristiky prostředí:

- **column:** Číslování sloupců bylo zvoleno následovně. Číslem jedna byl označen sloupec v cípu příjezdové cesty, číslování tedy proběhlo od jižní strany.
- **row:** Číslo řady byla zvolena následovně: podél lesa byla řada jedna, další byla řada dvě atd. Tato proměnná v podstatě odpovídá kvalitativní stupnici **gradientu vlhkosti**. V první řadě bylo nejsušší prostředí, v další vlhčí atd.
- **well:** Na poli se vyskytovalo 10 skruží od fungujícího systému meliorace, okolo kterých byl neosetý prostor porostlý plevelem. Tento prostor mohl být zdrojem jedinců pro okolní populace.
- **deerST:** Na okraji pole zasahoval do jedné pokusné plochy myslivecký posed, v jehož okolí byl poměrně velký neosetý prostor (20m²), kde mohly přežívat zdrojové populace.
- **date:** Vzorky byly charakterizovány datem odběru. První odběr po zasetí byl označen číslem 1 a další podle počtu dní uplynulých od prvního sběru. Vytvořila se tak časová řada. Výběry před vlastním setím kukuřice byly analyzovány zvlášť.
- **indikátorové proměnné (dummy variables):** Faktory, které vyjadřují zařazení jednotlivých pokusných ploch. V tomto případě se jedná o typ obhospodařování (management):
 - **C:** MON 88017
 - **N:** izogenní varianta DK 315
 - **I:** izogenní varianta DK 315 ošetřená insekticidem Dursban 10 G
 - **A:** referenční odrůda KIPOUS
 - **B:** referenční odrůda PR38N86
- **kovariáty:** U analýz bylo dle způsobu získání dat použity jako kovariáty čísla rostlin (hmyz na rostlinách) a pastí (epigeické druhy).

Vliv těchto charakteristik byl sledován pomocí Monte Carlo permutačních testů, vztahujících se k nulové hypotéze nezávislosti druhových dat k vysvětlující proměnné. Permutační testy byly uplatněny formou postupné selekce (forward selection) a vždy bylo užito 999 permutací na analýzu. Původní hypotéza užití redundanční analýzy (RDA) vycházející z myšlenky homogenního charakteru zemědělsky využívaných ploch mohla být ovlivněna výsledky permutačních testů výše popsaných

charakteristik prostředí. Případné prokázání signifikantních vlivů výše popsaných proměnných na druhové složení společenstva na jednotlivých plochách by mohlo vést k úvaze o použití kanonické korespondenční analýzy (CCA). To se však nestalo v žádném případě.

Při analýze prvních odběrů (před zasetím) bylo použito „split-plot“ dle typu managementu. V hlavní analýze sezónních sběrů byla snaha o prokázání vlivu typu managementu, proto byl design pokusu přizpůsobován případnému vlivu jiných proměnných tak, aby bylo dosaženo eliminace těchto vlivů a optimálního modelu pro grafické znázornění. Pro odstranění vlivu umístění v řadě, tedy faktoru s náhodným efektem byl zvolen „split-plot“ podle řad, protože plochy v nich umístěné se ukázaly být podle permutačního testu „příbuznější“ než jiné plochy. Proměnná „date“ byla v analýze ponechána v nezměněné podobě, protože pouze s typy managementu nebylo možné diagram vytvořit. (Nemožná interpretace proměnných s nízkým procentem vysvětlené variability). Navíc podle manuálu pro Canoco for Windows 4.5 lze čas sice permutovat, ale základ pro to je poněkud méně jistý než pro permutaci míst (Lepš and Šmilauer, 2000). Vliv jednotlivých typů managementu byl analyzován spolu s dalšími definovanými proměnnými nebo samostatně. Při použití ostatních proměnných jako kovariátů však nebylo možné díky mizivé vysvětlující schopnosti typu managementu analýzu provést.

Chybějící pasti: Působením deště a divokých prasat byly zničeny 4 % zemních pastí a to zejména ve třetím odběru (2 %). Hodnoty do těchto pastí byly spočteny podle následujícího vzorce: Byl spočten průměr na 1 past ze všech ostatních (nezničených) odebraných pastí přes všechny typy managementu dohromady. Tato hodnota byla zaokrouhlena na celé jednotky. Tak vznikly průměrné vzorky, které nahradily zničené pasti.

2.11 Použité statistické indexy

Indexy diverzity se snaží postihnout různé aspekty společenstev (počet druhů, dominance, vyrovnanost společenstva) jedinou hodnotou (Pavliš, 2008) a pomocí nich byla porovnávána podobnost ploch s různými managementy. Rozdíly v druhovém spektru byly zjišťovány pomocí indexů podobnosti vyjadřující shodu druhového složení porovnávaných společenstev.

Indexy diverzity:

Dominance Berger-Parkerova (d): Jde o poměrnou významnost nejpočetnějšího druhu. Vyjadřuje procentuální podíl nejpočetnějšího taxonu ve zkoumaném společenstvu. Je nezávislý na počtu druhů, ale je ovlivněn velikostí vzorku.

$$d = \frac{N_{\max}}{N}$$

N_{\max} ... počet jedinců nejpočetnějšího druhu

N ... celkový počet jedinců

Index ekvitivity (E): Vyjadřuje maximální hodnoty Shannonova indexu pro dané společenstvo. Ukazuje, jaké hodnoty by Shannonův index nabyl při shodné početnosti všech druhů společenstva. Jde tedy o poměrnou hodnotu diverzity „vyčerpanou“ daným společenstvem vzhledem k společenstvu se shodnou početností druhů.

$$E = \frac{H'}{H_{\max}} = \frac{H'}{\ln S}$$

H' ... Shannonův index (viz dále) daného společenstva

H_{\max} ... maximální možná hodnota Shannonova indexu daného společenstva

S ... počet zaznamenaných druhů

Margalefův index (D_{Mg}): Tento index druhové bohatosti představuje počet druhů vážený velikostí (celkovým počtem jedinců). Jeho nevýhodou je, že nevystihuje vzájemné poměry abundancí taxonů (tvar společenstva).

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

N ... celkový počet jedinců

S ... počet zaznamenaných druhů

Shannonův index (H'): Často užívaná hodnota dosahující vysokých hodnot, když je společenstvo tvořeno mnoha druhy s malým počtem jedinců a blíží se nule, pokud je společenstvo tvořeno malým množstvím druhů.

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

n_i ... počet jedinců i-tého druhu

N ... celkový počet jedinců

p_i ... relativní zastoupení i-té populace

Simpsonův index dominance (D): Tento index je silně závislý na nejpočetnějším druhu a méně citlivý ke vzácným druhům. S jeho zvyšující se hodnotou stoupá dominance a klesá vyrovnanost společenstva.

$$D = \sum (p_i)^2$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

n_i ... počet jedinců i-tého druhu

N ... celkový počet jedinců

p_i ... relativní zastoupení i-té populace

Zdroj všech použitých indexů: Pavliš, 2008.

Indexy podobnosti:

Sörensenův index (DS): Při srovnávání souborů dat sleduje shodu přítomnosti jednotlivých druhů. Tento index dává váhu na sdílené druhy. Pro identická společenstva dosahuje hodnoty 1, pro naprosto rozdílná společenstva dosahuje hodnoty 0.

$$DS = \frac{2M}{(2M + N)}$$

M ... počet sdílených druhů

N ... celkový počet druhů

Jaccardův index (JS): Tento index naopak klade důraz na nesdílené druhy a také je založen na sledování shodných druhů. Pro společenstva bez společných druhů dosahuje hodnoty 0 a v případě všech společných druhů má hodnotu 1.

$$JS = \frac{M}{M + N}$$

M ... počet sdílených druhů

N ... celkový počet druhů

Zdroj použitých indexů podobnosti: Spitzer, 2004.

3 VÝSLEDKY

3.1 Hmyz vyskytující se na rostlinách kukuřice

Na rostlinách byl nalezen hmyz z devíti různých řádů. V osmi případech byly určeny druhy, v jednom rod, ve čtyřech čeledí a ve zbývajících pěti byl z důvodu okrajového zájmu determinován pouze řád. Souhrnné počty nalezených jedinců jsou uvedeny v tabulce 1. Úplný přehled nalezeného hmyzu je k nahlédnutí v příloze 1.

Tabulka 1: Přehled počtu jedinců nalezených na plochách (10 rostlin z každé plochy) ve třech odběrech a jejich taxonomické zařazení. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.

řád	čeleď	druh	TYP MANAGEMENTU				
			C	N	I	A	B
Hemiptera	Anthocoridae	<i>Orius sp.</i>	140	67	85	103	73
	Aphididae*		1339	1999	2041	4079	2007
Coleoptera	Coccinellidae	nespec.	82	66	57	68	74
	Elateridae	nespec.	1	13	7	3	9
Lepidoptera*			20	32	105	65	76
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	26	43	71	32	19
Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	1453	1478	1330	1568	1467
ostatní skupiny*			103	120	70	105	129

*Blíže specifikace v Příloze 1, zde pro přehlednost použito jednodušší členění.

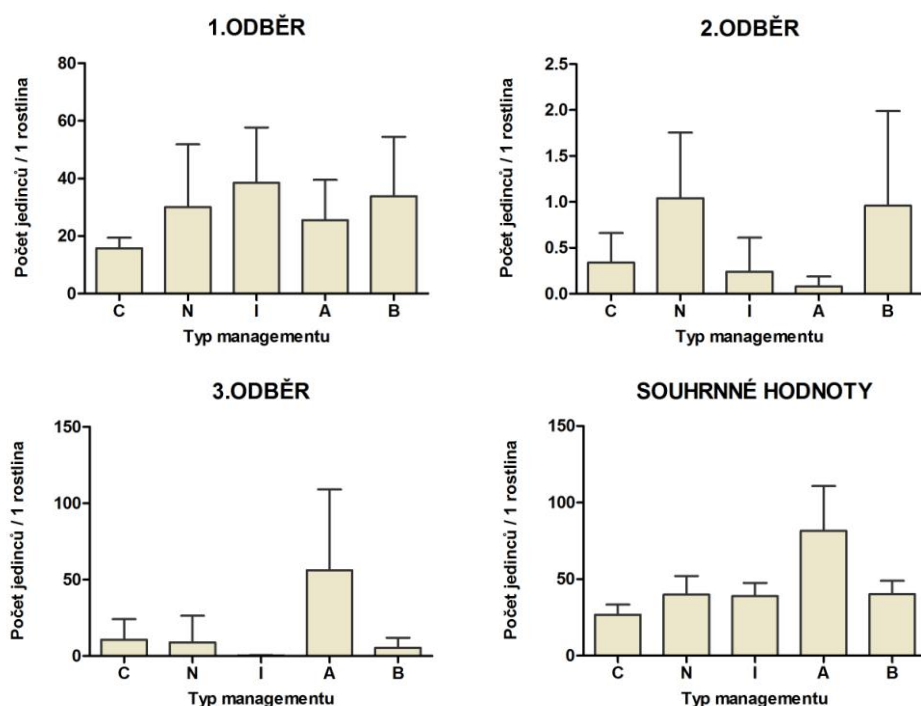
Nalezené druhy fytofágního hmyzu náležely do čeledí mšicovitých (Aphididae) a třásněnkovitých (Thripidae) a řádu motýlů (Lepidoptera). Nejhojnějším druhem byla třásněnka západní (*Frankliniella occidentalis*) s nejvyšší abundancí v době kvetení (příloha 2). V hojně míře se také vyskytovala mšice střeňchová (*Rhopalosiphum padi*) a kyjatka travní (*Metopolophium dirhodum*) s minimem výskytu v období kvetení (příloha 3). Během sezony byla také zaznamenána přítomnost zavíječe kukuřičného (*Ostrinia nubilalis*, Pyralidae: Lepidoptera). Na Bt plochách (C) byly nalezeny nejnižší počty larev tohoto škůdce (20) a na plochách typu A naopak nejvyšší (64). Během sezony byl pozorován i požer na rostlinách na poli a dle našich odhadů byl na všech plochách požer stejný vyjma odrůdy B, která vykazovala vyšší procento napadení listové plochy.

Nejhojnějším predátorem byl rod hladěnka (*Orius sp.*), u něž bylo zaznamenáno nejvíce jedinců na konci sezony (příloha 4). Méně jedinců bylo nalezeno u čeledi slunéčkovitých (Coccinellidae), kterých v průběhu sezony naopak ubývalo (příloha 5). Většina údajů o výskytu predátora zlatoočky obecné

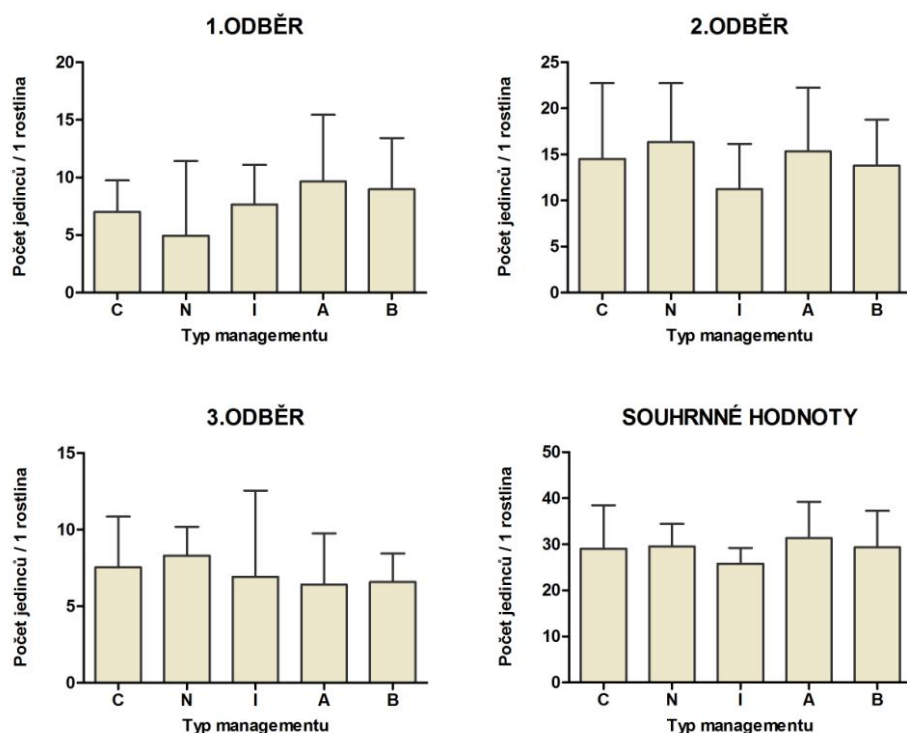
(*Chrysoperla carnea*) pochází z počtů nalezených vajíček. Bylo nalezeno i 25 parazitoidů čeledi lumčíkovitých (Braconidae).

Z každé plochy byly pokaždé náhodně odebírány 2 rostliny i s kořeny a byl na nich pozorován možný výskyt hmyzu škodícího na kořenech rostlin, jako například larvy čeledi kovaříkovitých (Elateridae) a cílového škůdce Bt toxinu bázlivce kukuřičného (*Diabrotica virgifera virgifera*). U larev kovaříkovitých byl zaznamenán nízký výskyt na všech pokusných plochách a výskyt larev bázlivce kukuřičného nebyl potvrzen vůbec.

Hodnoty na obrázcích 7 a 8 jsou vztaženy ke dvěma nejpočetnějším fytofágním skupinám ve vzorcích. Na těchto grafech jsou hodnoty vztaženy zvláště ke každému odběru a poté i souhrnně za celou vegetační sezonu. Populace mšic dosáhla v polovině sezony svého minima, třásněnky naopak maxima. Mezi jednotlivými plochami byla i v rámci jednoho odběru zaznamenána variabilita zejména v počtu přítomných mšic, ale ANOVA počtu jedinců pro jednotlivé managementy v rámci odběrů s následným mnohonásobným porovnáním Tukeyho HSD testem odhalila rozdíl pouze v třetím odběru u mšic a to mezi plochami A a I ($F=5,53$; $p=0,02$) respektive B ($F=4,47$; $p=0,04$). Ostatní testy vyšly neprůkazně (mšice: 1: $F=1,27$; $p=0,32$; 2: $F=2,63$; $p=0,07$; třásněnky: 1: $F=0,74$; $p=0,58$; 2: $F=0,45$; $p=0,77$; 3: $F=0,25$; $p=0,91$).

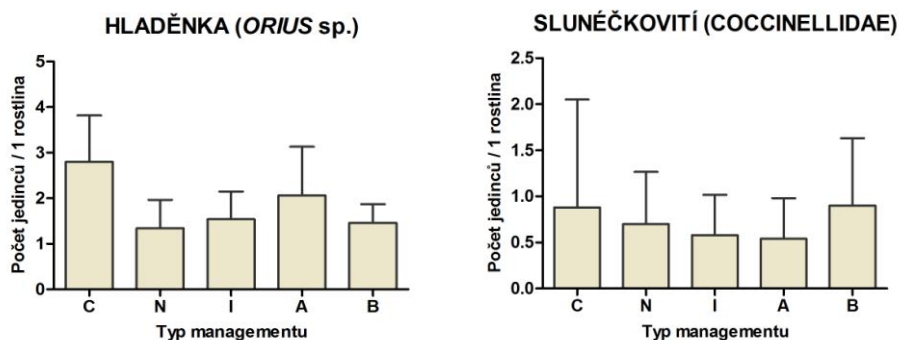


Obrázek 7: Výskyt čeledi mšicovitých (Aphididae) reprezentovaných mšicí střemchovou (*Rhopalosiphum padi*) a kyjatkou travní (*Metopolophium dirhodum*) v jednotlivých odběrech. Souhrnné hodnoty jsou dané součtem celkového počtu jedinců na jedné ploše a následným přepočtením na 1 rostlinu. Rozděleno dle typu managementu. Na grafech jsou zobrazeny průměry a směrodatné odchylky.



Obrázek 8: Výskyt čeledi třásněnkovitých (Thripidae) reprezentovaných druhem třásněnka západní (*Frankliniella occidentalis*) v jednotlivých odběrech. Souhrnné hodnoty jsou dané součtem celkového počtu jedinců na jedné ploše a následným přepočtením na 1 rostlinu. Rozděleno dle typu managementu. Na grafech jsou zobrazeny průměry a směrodatné odchylky.

Podobných výsledků bylo dosaženo i porovnáním nalezeného množství jedinců predátorů rodu hladěnka (1: $F=0,18$; $p=0,95$; 2: $F=1,62$; $p=0,21$; 3: $F=1,30$; $p=0,31$), jehož graf souhrnných hodnot průměrného množství nalezených jedinců na 1 rostlině za celou sezonu je uveden na obrázku 9, a čeledi sluněčkovitých (1: $F=0,18$; $p=0,94$; 2: $F=1,32$; $p=0,30$; 3: $F=2,29$; $p=0,09$), jejichž souhrnný graf průměrného množství nalezených jedinců na 1 rostlině je uveden taktéž na obrázku 9.



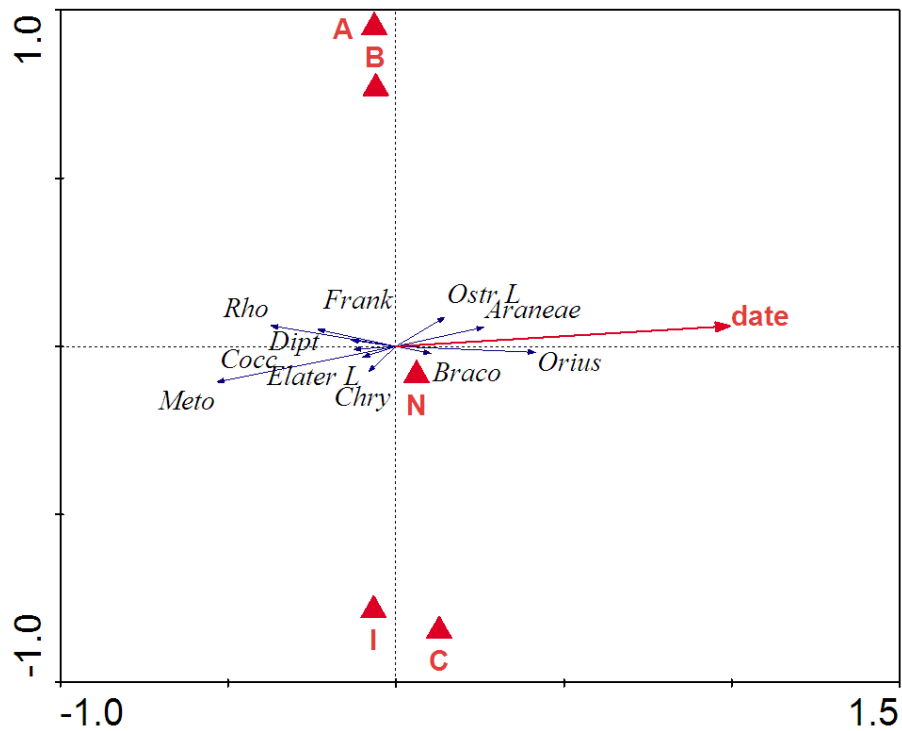
Obrázek 9: Výskyt rodu hladěnka (*Orius* sp.) a čeledi sluněčkovitých (Coccinellidae). Souhrnné hodnoty jsou dané součtem celkového počtu jedinců na jedné ploše a následným přepočtením na 1 rostlinu. Rozděleno dle typu managementu. Na grafech jsou zobrazeny průměry a směrodatné odchylky.

Získaná data byla souhrnně vyhodnocena pomocí mnohazměrné analýzy. Po odstranění trendu po segmentech v nepřímé gradientové analýze DCA byla zjištěna délka gradientu 1,42. Výsledek DCA analýzy potvrdil hypotézu o homogenním charakteru studovaného ekosystému. Pro další analýzy byla použita metoda lineární omezené redundanční analýzy (RDA) v parciální podobě, kdy byl odečten vliv kovariáty (číslo rostliny) a analýza byla programem Canoco for Windows 4.5 spočtena jen na zbývající variabilitě. Metodou postupného výběru (forward selection) byly určeny environmentální charakteristiky, které měly vliv na variabilitu nalezených druhů. Prokazatelný vliv byl zjištěn u dvou proměnných: „date“ (p=0,02) a „row“ (p=0,03). Byl zvolen split-plot podle řad a následně byla znovu použita metoda postupného výběru. Její výsledky jsou shrnuty v tabulce 2.

Ordinační diagram na obrázku 10 graficky znázorňuje vztah determinovaných druhů popřípadě vyšších taxonomických skupin k typu managementu a proměnné „date“. Jsou zobrazeny druhy, u kterých bylo vysvětleno více jak 1 % variability. První osa diagramu vysvětlila 13,5 % variability. Celý model („date“, C, N, I, A, B, s ostatními proměnnými jako kovariáty) vysvětlil pouze 14,2 % variability. Druhy jsou v diagramu rozmístěny podél jediné kanonické osy a centroidy typů managementu se nacházejí podél osy y.

Tabulka 2: Výsledky Monte Carlo permutačních testů. Statisticky průkazný výsledek je červeně zvýrazněný.

Charakteristika prostředí	Monte Carlo permutační test			
	F	p	% vysvětlené variability s kovariáty	% vysvětlené variability samostatně
date	115,10	0,02	13,3	13,3
C	2,32	0,57	0	0,3
N	0,86	0,89	0	0,1
I	1,52	0,75	0	0,2
A	0,95	0,68	0	0,3
B	1,43	0,93	0	0,2
column	2,16	0,23	0,2	0,3
deerST	1,82	0,72	0,2	0,2
row	8,67	0,56	1,2	1,1
well	3,03	0,37	0,2	0,4



Obrázek 10: RDA analýza hmyzu nalezeného na rostlinách kukuřice. Typy managementu (C, N, I, A, B) jsou označeny centroidy, kvantitativní proměnná „date“ je zobrazena pomocí šipky. Jednotlivé druhy jsou vyznačeny šipkami, jejichž směr vůči zvoleným charakteristikám ukazuje jejich vzájemný vztah. V diagramu jsou zobrazeny druhy s více jak 1 % vysvětlené variability (1% fitting). Přehled významu zkratk je uveden v příloze 6.

3.2 Predátoři a parazitoidi

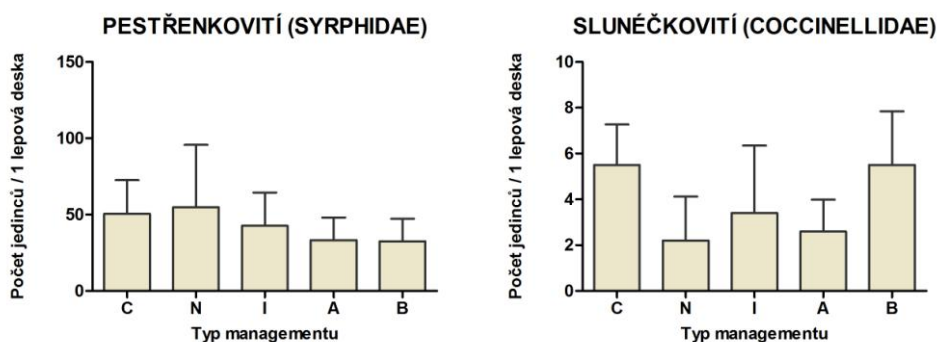
Celkem bylo na lekových deskách determinováno 8 druhů patřících do 4 čeledí a 2 dále nespécifikované čeledi (tab. 3). Jedinci parazitoidních skupin se na lekových deskách nacházeli jen v několika exemplářích. Čeleď lumčikovitých (Braconidae) se na plochách typu N a I nevyskytovala vůbec a na ostatních typech managementu v jednom až dvou exemplářích. Zástupci další parazitické linie, lumkovití (Ichneumonidae), byli nalezeni v nepatrně vyšších počtech. Nejvíce jedinců (8) bylo nalezeno na GM plochách. Podařilo se však zachytit poměrně reprezentativní počet (2139) jedinců čeledi pestřenkovitých (Syrphidae). Z velké části se jednalo o běžnou pestřenku pruhovanou (*Episyrphus balteatus*). Další druhy (*Scaeva pyrastris*, *Syrphus* sp., *Sphaerophoria* sp.) se vyskytovaly jen v několika málo jedincích (1-3 na management). Poněkud nižší množství jedinců bylo zaznamenáno u čeledi slunéčkovitých (Coccinellidae), z nichž nejhojnější bylo slunéčko čtrnáctitečné (*Propylaea quatuordecimpunctata*) a slunéčko sedmítečné (*Coccinella septempunctata*). Na lepivé desce uvízlo i 16 jedinců zlatočky obecné (*Chrysoperla carnea*) a 8 jedinců srpice obecné (*Panorpa communis*).

Tabulka 3: Přehled počtu jedinců nalezených na lekových deskách a jejich taxonomické zařazení. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.

řád	čeleď	druh	TYP MANAGEMENTU				
			C	N	I	A	B
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i>	506	548	427	333	325
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Adalia bipunctata</i>	2	0	1	0	0
		<i>Harmonia axyridis</i>	16	2	1	1	2
		<i>Coccinella quinquepunctata</i>	4	0	0	3	1
		<i>Coccinella septempunctata</i>	1	7	11	9	16
		<i>Propylaea quatuordecimpunctata</i>	32	13	21	13	36
Hymenoptera	Braconidae	nespec.	1	0	0	1	2
Hymenoptera	Ichneumonidae	nespec.	8	1	2	5	0
Mecoptera	Panorpidae	<i>Panorpa communis</i>	3	2	1	0	2
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	3	1	1	7	4

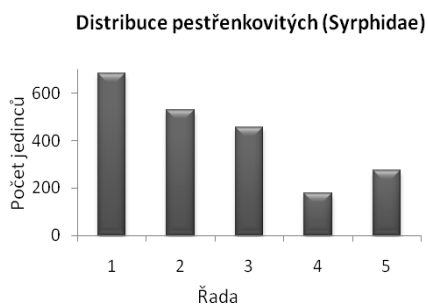
Popisné charakteristiky jsou znázorněny grafy na obrázku 11 (lepové desky byly instalovány pouze jednou) znázorňující průměrné množství nalezených jedinců na jedné lekové desce daného managementu u čeledi pestřenkovitých (Syrphidae) a slunéčkovitých (Coccinellidae). U managementu C a B je shodný součet nalezených jedinců (5,5) u slunéčkovitých (Coccinellidae) a u pestřenkovitých (Syrphidae) se průměry mezi plochami A a B liší jen nepatrně (33,3 respektive 32,5).

Jednocestné analýzy variance neodhalily signifikantní rozdíly mezi počty jedinců na plochách různých managementů (pestřenkovití: $F=0,82$; $p=0,53$; sluněčkovití: $F=2,71$; $p=0,06$)



Obrázek 11: Výskyt čeledi pestřenkovitých (Syrphidae) a sluněčkovitých (Coccinellidae) Rozděleno dle typu managementu. Na grafech jsou zobrazeny průměry a směrodatné odchylky.

Distribuce druhů byla dále sledována pomocí RDA metody (délka gradientu zjištěná metodou DCA: 1,175), která odhalila vliv proměnné „row“ na distribuci dat na pokusné ploše ($F=2,99$; $p=0,005$). Po prozkoumání determinovaných jedinců bylo zjištěno, že výsledky jsou silně ovlivněny distribucí skupiny Syrphidae (obr. 12).



Obrázek 12: Množství jedinců čeledi pestřenkovitých (Syrphidae) v jednotlivých řadách pokusného pole.

Hlavní souhrnná analýza vlivu typu managementu na počty jedinců na různých plochách byla vzhledem k nízkému počtu nalezených druhů dále testována jednocestnou analýzou variance logaritmovaných dat. Zjištěné hodnoty F-statistiky a příslušné hladiny významnosti ($F=1,49$; $p=0,24$) potvrdily indeferentní vztah typu managementu k počtům jedinců zachycených na lepových deskách.

3.3 Epigeické druhy hmyzu a pavouků

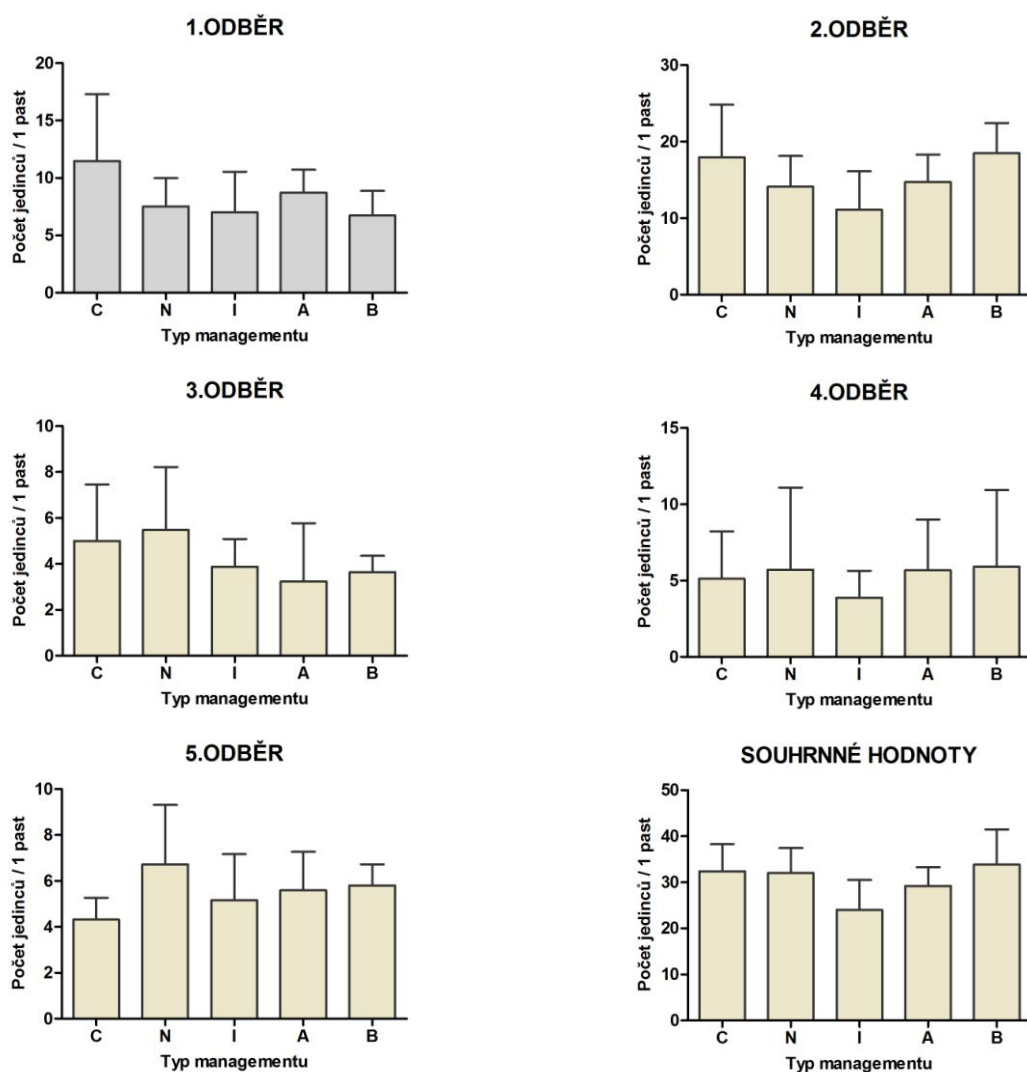
3.3.1 Výsledky sledování pavouků (Araneae)

Epigeické druhy pavouků tvořily druhově nejpestřejší a početně druhou nejhojnější skupinu na pokusných plochách. Celkem bylo determinováno 57 druhů patřících do 16 čeledí. Počty nalezených jedinců před a po zasetí jsou uvedeny v tabulce 4 a přesný seznam nalezených druhů s jejich taxonomickým zařazením je uveden jako příloha 7. Před setím se na poli vyskytovalo 23 druhů a v několika málo jedincích se vyskytly i druhy, které se již během vegetačního pokrytí neobjevily (plachetnatka tmavohnědá (*Porrhomma pygmaeum*), záředka zvonečková (*Agroeca brunnea*), plachetnatka štětcovitá (*Tallusia experta*), slíďák mokřinný (*Pardosa paludicola*) či lovčík hajní (*Pisaura mirabilis*). V průběhu sezóny bylo nalezeno o 39 druhů více. Jedinci většiny těchto druhů se však vyskytovali jen ve velmi nízkých počtech a představovali spíše vzácnější druhy s náhodným výskytem ve studovaném prostředí. V prvním odběru nad ostatními běžnými druhy převažovala čelistnatka mokřadní (*Pachygnatha degeeri*) ale stejně jako v průběhu sezóny byly hojnější i další druhy: slíďák rolní (*Pardosa agrestis*), pavučenka rolní (*Oedothorax apicatus*). Vývoj a abundance těchto dominantních druhů je uveden v příloze 8, 9 a 10.

Tabulka 4: Přehled počtu nalezených jedinců řádu pavouků (Araneae). Rozděleno dle typu managementu. Předsezonní sběr je uveden zvlášť. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.

	TYP MANAGEMENTU				
	C	N	I	A	B
počet jedinců před setím	218	168	287	175	186
počet jedinců v průběhu sezóny a po zaorání	810	801	600	732	846

Popisné statistiky jsou zaznamenány v grafické podobě (obr. 13). Hodnoty u prvního odběru (před zasetím) jsou srovnatelné s množstvím nalezených jedinců v pátém odběru (po sklizni) a oba tyto výběry jsou bohatší než třetí a čtvrtý výběr. Druhý výběr je nejbohatší. V grafu se souhrnnými údaji není zahrnut odběr před zasetím kukuřice, shrnuje tedy variabilitu během vegetační sezóny a situaci po zaorání rostlinné hmoty. Jednocestná ANOVA neodhalila žádné signifikantní rozdíly mezi managementy v rámci jednotlivých odběrů (1: $F=1,55$; $p=0,23$; 2: $F=1,94$; $p=0,14$; 3: $F=1,02$; $p=0,42$; 4: $F=0,22$; $p=0,92$; 5: $F=1,27$; $p=0,32$).



Obrázek 13: Výskyt řádu pavouků (Araneae) v jednotlivých odběrech a souhrnné hodnoty (bez prvního odběru). Souhrnné hodnoty jsou dané součtem celkového počtu jedinců nalezených na jedné ploše přepočtených na 1 past. Rozděleno dle typu managementu. První odběr uskutečněný před vlastním zasetím kukuřice je barevně odlišen. Na grafech jsou zobrazeny průměry a směrodatné odchylky.

V tabulce 5 jsou zaznamenány hodnoty indexů diverzity pro první odběr uskutečněný před sezonou. Hodnoty pro jednotlivé plochy (vždy pět od managementu) byly vyhodnoceny jednocestnou analýzou variance a byly zjištěny rozdíly u dvou indexů. U Shannonova indexu byl prokázán rozdíl mezi plochami I a B, v případě Berger-Parkerovi dominance se při Tukeyho HSD testu nepodařilo najít žádný dílčí průkazný výsledek. Stejným způsobem jsou vyhodnoceny i sběry během vegetační sezony (tab. 6). Zde nebyly mezi managementy zjištěny žádné rozdíly. Sørensenův i Jaccardův index podobnosti dosahuje u prvního odběru vyšších hodnot než u ostatních odběrů (tab. 7).

Tabulka 5: Indexy diverzity (průměrné hodnoty pro jednu plochu daného managementu) a jejich statistické porovnání mezi jednotlivými managementy pro první odběr. Statisticky průkazné výsledky jsou červeně zvýrazněny.

INDEX DIVERZITY	TYP MANAGEMENTU					ANOVA			
	C	N	I	A	B	F	p	Tukey HSD	
Dominance Berger-Parkerova	0,36	0,52	0,39	0,48	0,35	3,47	0,03	-	-
Index ekvitability	0,81	0,73	0,83	0,74	0,83	1,92	0,15	-	-
Margalefův index	1,52	1,40	1,61	1,70	1,85	1,43	0,26	-	-
Shannonův index	1,55	1,53	1,30	1,45	1,64	3,00	0,04	0,03	I-B
Simpsonův index dominance	0,26	0,34	0,26	0,32	0,24	2,80	0,05	-	-

Tabulka 6: Indexy diverzity (průměrné hodnoty pro jednu plochu daného managementu) a jejich statistické porovnání mezi jednotlivými managementy v průběhu sezony.

INDEX DIVERZITY	TYP MANAGEMENTU					ANOVA	
	C	N	I	A	B	F	p
Dominance Berger-Parkerova	0,35	0,38	0,35	0,36	0,37	0,16	0,96
Index ekvitability	0,70	0,65	0,67	0,65	0,65	0,81	0,53
Margalefův index	1,83	2,36	2,48	2,36	2,61	1,10	0,39
Shannonův index	1,58	1,63	1,70	1,63	1,72	0,65	0,64
Simpsonův index dominance	0,26	0,27	0,25	0,26	0,25	0,18	0,95

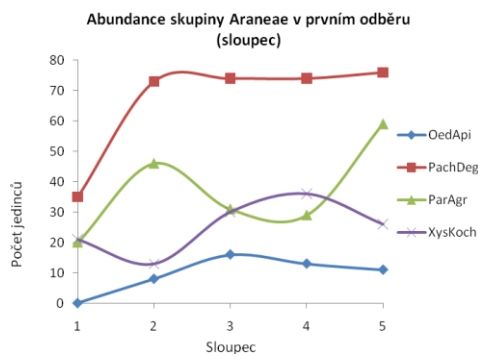
Tabulka 7: Indexy podobnosti. Srovnání mezi prvním odběrem a vegetační sezonou.

INDEX PODOBNOSTI	1. odběr	vegetační sezona
Sörensenův index	0,30	0,23
Jaccardův index	0,17	0,13

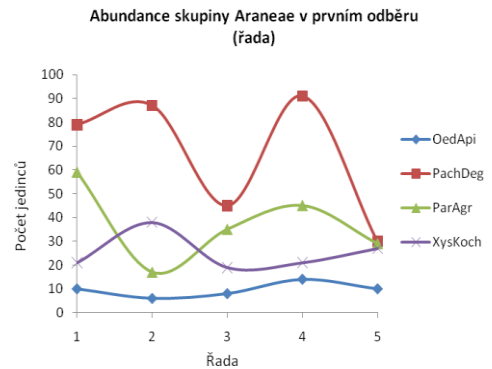
Vztah nalezených druhů k použitým vysvětlujícím proměnným byl zjišťován pomocí mnohorozměrné analýzy dat. Jedinci nalezení v prvním odběru byli hodnoceni zvlášť od zbytku dat. Délka gradientu 2,14 zjištěná metodou DCA podpořila počáteční hypotézu analýzy dat z prvního odběru pomocí lineární omezené metody – RDA použité v parciální podobě (odečten vliv kovariáty - čísla pasti). Metoda postupné selekce prokázala v prvním odběru signifikantní vliv proměnných „column“ ($p=0,01$) a „row“ ($p=0,03$) (tab. 8). Rozdíl v počtu individuí mezi sloupci je vyjádřen obrázkem 14, který jasně ukazuje nejnižší počty individuí v prvním sloupci.

Tabulka 8: Výsledky Monte Carlo permutačních testů prvního odběru. Statisticky průkazné výsledky jsou červeně zvýrazněny.

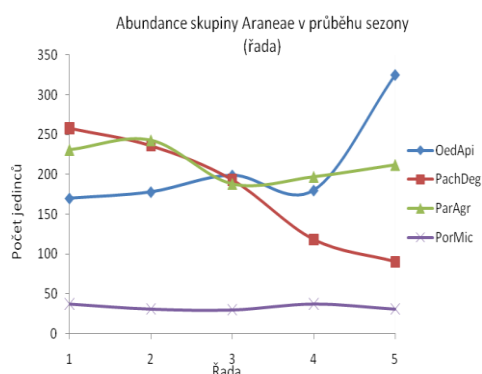
Charakteristika prostředí	Monte Carlo permutační test			
	F	p	% vysvětlené variability s kovariáty samostatně	
column	5,19	0,01	4,4	4,0
row	4,08	0,03	3,8	3,2
C	2,28	0,20	0	1,8
N	0,27	0,98	0	0,2
I	1,18	0,57	0	0,9
A	1,92	0,29	0	1,5
B	1,461	0,41	0	1,2
deerST	1,65	0,44	1,2	1,3
well	0,71	0,79	0,9	0,6



Obrázek 14: První odběr. Srovnání početnosti skupiny pavouků (Araneae), zastoupené nejpočetnějšími druhy, mezi jednotlivými sloupci pokusného pole. Zobrazené druhy: *Oedothorax apicatus*, *Pachygnatha degeeri*, *Pardosa agrestis*, *Xysticus kochi*.



Obrázek 15 První odběr. Srovnání početnosti skupiny pavouků (Araneae), zastoupené nejpočetnějšími druhy, mezi jednotlivými řadami pokusného pole. Zobrazené druhy: *Oedothorax apicatus*, *Pachygnatha degeeri*, *Pardosa agrestis*, *Xysticus kochi*.



Obrázek 16: Odběry během sezony. Srovnání početnosti skupiny pavouků (Araneae), zastoupené nejpočetnějšími druhy, mezi jednotlivými řadami pokusného pole. Zobrazené druhy: *Oedothorax apicatus*, *Pachygnatha degeeri*, *Pardosa agrestis*, *Porrhomma microphthalmum*.

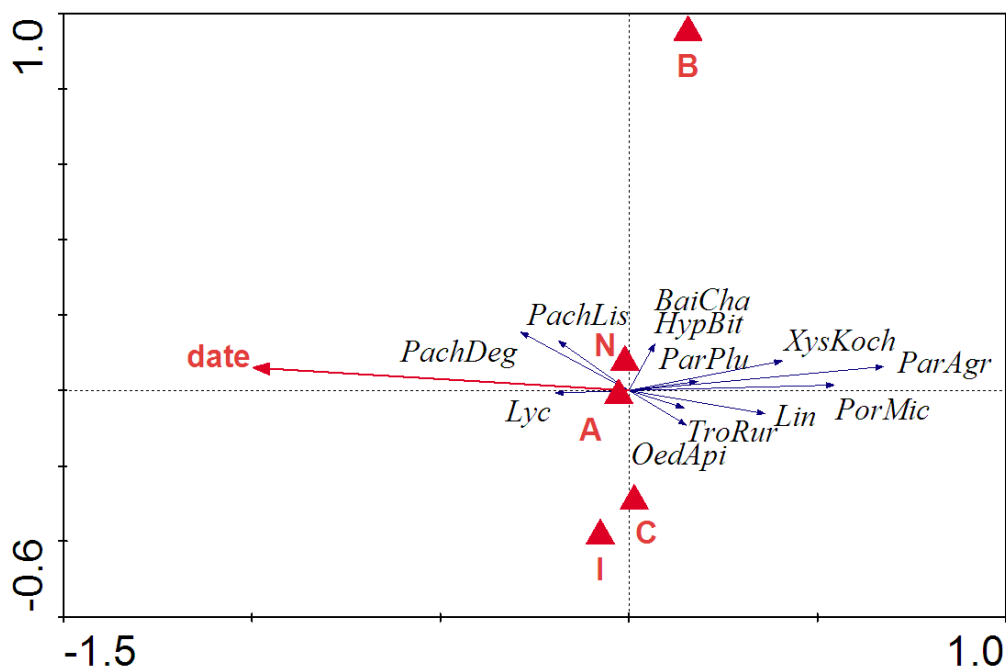
Z obrázku 15 věnovanému distribuci jedinců v řadách v prvním odběru jsou patrné nejvyšší počty nalezených jedinců v obou krajních řadách. I přes tento nelineární charakter distribuce počtu jedinců v závislosti na proměnné „row“ byla pro zpracování dat z prvního odběru zvolena metoda RDA. Větší význam byl dán výsledku prvotní DCA analýzy. Vliv dalších proměnných nebyl metodou postupné selekce prokázán (tab. 8), stejně jako rozdíl mezi plochami určenými pro různé managementy. V průběhu sezony se vliv sloupců eliminoval (viz níže) a distribuce v jednotlivých řadách se linearizovala (obr. 16).

DCA analýza dat nasbíraných během sezony ukázala délku gradientu 3,98, z čehož jasně nevyplývá, zda je vhodnější použít lineární či unimodální metodu. Vzhledem k obecně nízké heterogenitě ekosystému na polích a linearizaci rozdílů abundance mezi řadami (obr. 16) byla zvolena metoda RDA, při níž byly sledovány i parametry, které by mohly vést k změně užití metody. I v této analýze vyšel průkazně vliv „date“ ($p=0,001$) a „row“ ($p=0,01$), data proto byla podrobena split-plotu podle proměnné „row“. Vliv dalších proměnných se neprokázal.

Výsledky permutačních testů následné analýzy jsou zaznamenány v tabulce 9 a graficky jsou výsledky znázorněny na obrázku 17. Opět byl prokázán jasný vliv sezónních změn abundance; tato změna probíhala na všech typech managementů rovnoměrně. Vliv způsobu obhospodařování na abundanci druhů nebyl prokázán (tab. 9). Ordinační diagram byl podroben 2% fittingu, protože druhy, u kterých bylo vysvětleno méně variability, měly nízké skóre a nepřispívaly k dobré čitelnosti diagramu. Tyto druhy se vyskytovaly v příliš malém počtu a ani proměnná „date“ nebyla schopná vysvětlit jejich variabilitu. Typy managementu vysvětlily jen mizivé procento variability v datech, což je také vidět z rozložení těchto proměnných podél osy y . Shluk centroidů na průniku ordinačního prostoru (první a druhá osa) je důkazem podobnosti druhového složení těchto typů managementů a také hlavně toho, že model nevysvětlil pomocí těchto charakteristik žádnou variabilitu. Tento model („date“, C, N, I, A, B, s ostatními proměnnými jako kovariáty) vysvětlil 21,0 % variability v datech, přičemž první kanonická osa vysvětlila 19,8 % variability.

Tabulka 9: Výsledky Monte Carlo permutačních testů pro celou sezonu. Statisticky průkazný výsledek je červeně zvýrazněn.

Monte Carlo permutační test				
Charakteristika prostředí	F	p	% vysvětlené variability	
			s kovariáty	samostatně
date	122,24	0,001	19,3	19,7
C	0,57	0,88	0	0,1
N	0,48	0,96	0	0,1
I	2,76	0,24	0	0,6
A	0,42	0,95	0	0,1
B	5,33	0,14	0	1,1
column	0,62	0,54	0,1	0,1
deerST	0,32	0,98	0,1	0,1
row	6,97	0,62	0,3	1,4
well	1,39	0,50	1,3	0,3



Obrázek 17: RDA analýza pavouků (Araneae). Typy managementu (C, N, I, A, B) jsou označeny centroidy, kvantitativní proměnná „date“ je zobrazena pomocí šipky. Jednotlivé druhy jsou vyznačeny šipkami, jejichž směr vůči zvoleným charakteristikám ukazuje jejich vzájemný vztah. V diagramu jsou zobrazeny druhy s více jak 2 % vysvětlené variability (2% fitting). Přehled významu zkratk je uveden v příloze 11.

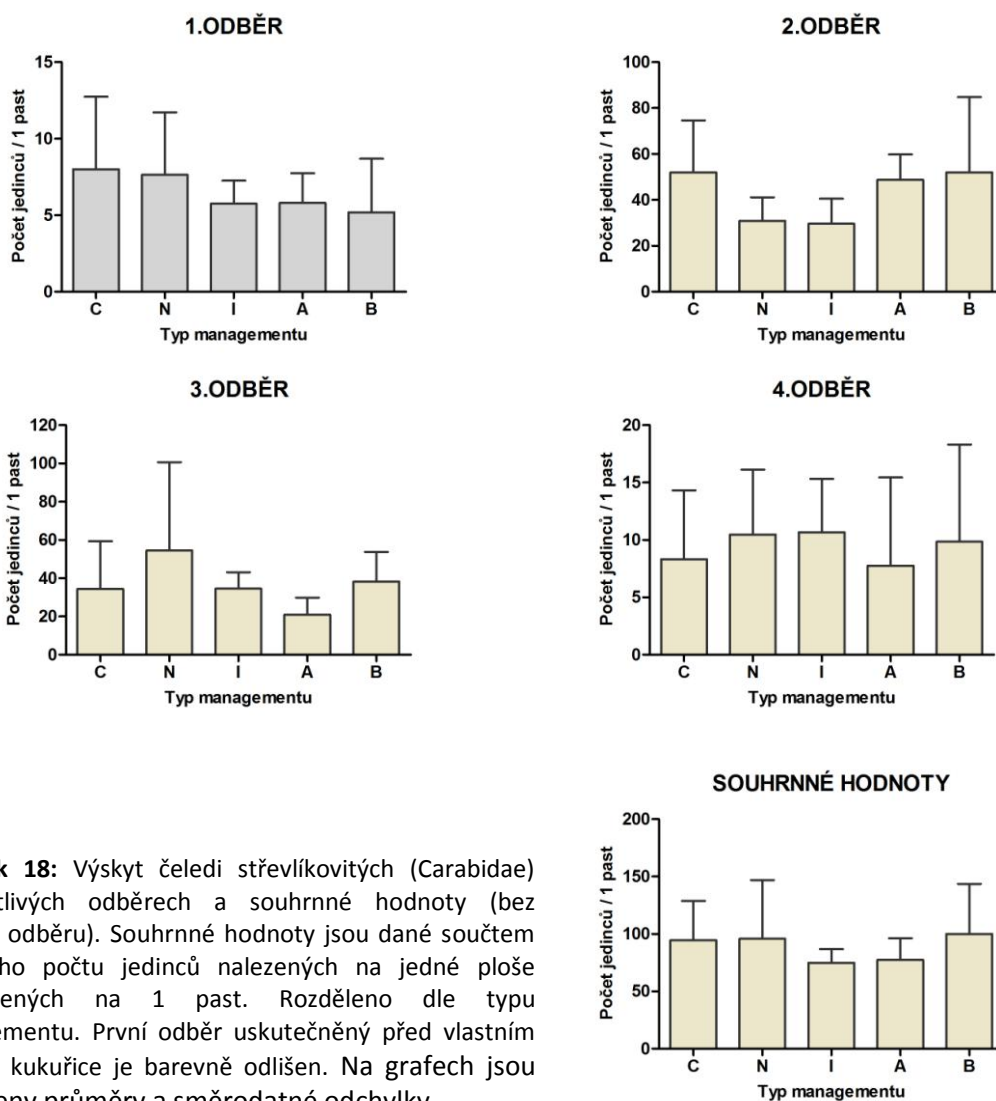
3.3.2 Výsledky sledování střevlíkovitých (Carabidae)

Zástupci čeledi Carabidae byly nejpočetnější skupinou sledovaných epigeických druhů členovců (11 879 jedinců). Celkem bylo determinováno 25 druhů střevlíků ze 14 rodů. V prvních odběrech dominovaly druhy *Carabus granulatus* a *Poecilus cupreus*. V prvním odběru bylo nalezeno celkem 13 druhů a během sezony dalších 12 druhů. Pozdně letní druhy byly reprezentovány zástupcem *Calathus fuscipes* a druh *Pterostichus melanarius* či vzácnější *Carabus granulatus* se vyskytovaly v odběrech po celou dobu. V tabulce 10 je zobrazeno celkové množství nalezených střevlíků před a během sezony. Podrobné záznamy k jednotlivým druhům jsou uvedeny v příloze 12 a vývoj abundance 3 nejhojnějších druhů jsou znázorněny grafy v přílohách 13, 14 a 15. Ve statistických hodnoceních nebyl brán v potaz počet nalezených druhů z posledního odběru (5. - 19. 11. 2009), protože zde bylo zaznamenáno pouze 10 jedinců na celém poli a to dosti ovlivňovalo sílu testové statistiky a hlavní mnohorozměrnou analýzu, proto ani v souhrnné tabulce nejsou jedinci z posledního odběru zahrnuti. I přes nízký počet individuí se v posledním odběru objevil druh, který se předtím na poli nevyskytl - *Amara ingenia* (1 kus).

Tabulka 10: Přehled počtu nalezených jedinců čeledi Carabidae. Rozděleno dle typu managementu. Předsezonní sběr je uveden zvlášť. Bez posledního odběru. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.

	TYP MANAGEMENTU				
	C	N	I	A	B
počet jedinců před setím	200	191	144	144	130
počet jedinců v průběhu sezóny	2366	2395	1871	1936	2502

Grafické znázornění popisných statistik je na obrázku 18. První odběr byl početně nejslabší, ale průměrné hodnoty ve čtvrtém odběru se mu dosti podobají. Nejvíce jedinců bylo nalezeno ve druhém odběru a nepatrně méně ve třetím odběru. Graf se souhrnnými údaji (mimo první odběr) neukazuje velké rozdíly mezi průměrným množstvím střevlíků na různě obhospodařovaných plochách, i když je znatelný nejnížší průměrný počet jedinců u ploch ošetřených insekticidem a u referenční odrůdy A, u kterých jsou pozorovány nižší hodnoty i v jednotlivých odběrech. Analýzy variance počtu jedinců mezi jednotlivými managementy neprokázala signifikantní rozdíly v žádném ze sledovaných odběrů (1: $F=0,68$; $p=0,61$; 2: $F=1,67$; $p=0,20$; 3: $F=1,14$; $p=0,37$; 4: $F=0,20$; $p=0,94$).



Obrázek 18: Výskyt čeledi střevlíkovitých (Carabidae) v jednotlivých odběrech a souhrnné hodnoty (bez prvního odběru). Souhrnné hodnoty jsou dané součtem celkového počtu jedinců nalezených na jedné ploše přepočtených na 1 past. Rozděleno dle typu managementu. První odběr uskutečněný před vlastním zasetím kukuřice je barevně odlišen. Na grafech jsou zobrazeny průměry a směrodatné odchylky.

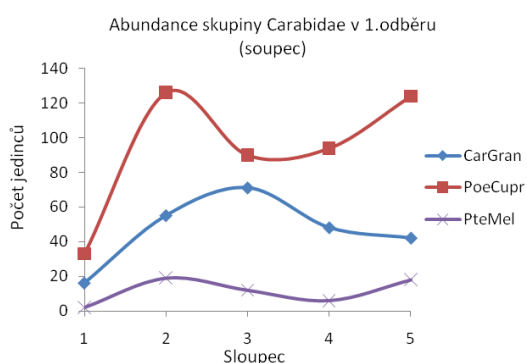
Indexy diverzity pro první výběr jsou uvedeny v tabulce 11. Po kvantifikaci pro jednotlivé plochy byly získané hodnoty podrobeny statistickému vyhodnocení pomocí jednocestné analýzy variance. Žádný z testů neprokázal signifikantní rozdíl mezi plochami s různým typem managementu. Stejného postupu bylo použito i u indexů diverzity pro sezónní sběry (tab. 12) a také nebylo dosaženo žádného průkazného výsledku. Srovnání Sørensenova i Jaccardova indexu podobnosti ukázalo jen malý rozdíl mezi prvním odběrem a vlastními sezónními odběry (tab. 13).

Tabulka 11: Indexy diverzity (průměrné hodnoty pro jednu plochu daného managementu) a jejich statistické porovnání mezi jednotlivými managementy pro první odběr.

INDEX DIVERZITY	TYP MANAGEMENTU					ANOVA	
	C	N	I	A	B	F	p
Dominance Berger-Parkerova	0,56	0,56	0,72	0,60	0,55	0,58	0,68
Index ekvitability	0,78	0,68	0,70	0,71	0,78	0,45	0,77
Margalefův index	0,79	0,93	0,66	1,04	0,81	0,98	0,44
Shannonův index	0,87	0,98	0,75	1,05	0,92	0,65	0,63
Simpsonův index dominance	0,53	0,47	0,56	0,46	0,46	0,45	0,78

Tabulka 12: Indexy diverzity (průměrné hodnoty pro jednu plochu daného managementu) a jejich statistické porovnání mezi jednotlivými managementy v průběhu sezony.

INDEX DIVERZITY	TYP MANAGEMENTU					ANOVA	
	C	N	I	A	B	F	p
Dominance Berger-Parkerova	0,83	0,84	0,84	0,81	0,82	0,25	0,91
Index ekvitability	0,33	0,30	0,30	0,34	0,31	0,27	0,90
Margalefův index	1,08	1,24	1,09	1,28	1,26	1,34	0,29
Shannonův index	0,66	0,63	0,59	0,71	0,67	0,57	0,69
Simpsonův index dominance	0,70	0,72	0,79	0,67	0,69	1,08	0,39



Obrázek 19: První odběr: Srovnání početnosti skupiny Carabidae, zastoupené nejpočetnějšími druhy, mezi jednotlivými řadami pokusného pole. Zobrazené druhy: *Carabus granulatus*, *Poecilus cupreus*, *Pterostichus melanarius*.

v jednotlivých sloupcích ($p=0,046$). Z obrázku 19 je patrné, že tento průkazný výsledek byl způsoben nízkou abundancí střevlíků v prvním sloupci, který je doložen i absolutním počtem všech střevlíků v prvním odběru rozdělený dle sloupců (57; 219; 184; 163; 187). V průběhu sezony se tento jev již nevyskytl. Rozdíly mezi plochami určenými pro různé typy managementu se neprojeví (tab. 14).

Tabulka 13: Indexy podobnosti. Srovnání mezi prvním odběrem a vegetační sezou.

INDEX PODOBNOSTI	1.odběr	vegetační sezona
Sørensenův index	0,38	0,40
Jaccardův index	0,24	0,25

Komplexní analýza byla provedena pomocí mnohorozměrné metody. Po odstranění trendu po segmentech byla u prvního odběru zjištěna délka gradientu 2,13. V následné RDA analýze (odečten vliv kovariáty - čísla pasti) se signifikantně projevil vliv umístění ploch

Tabulka 14: Výsledky Monte Carlo permutačních testů prvního odběru. Statisticky průkazný výsledek je červeně zvýrazněn.

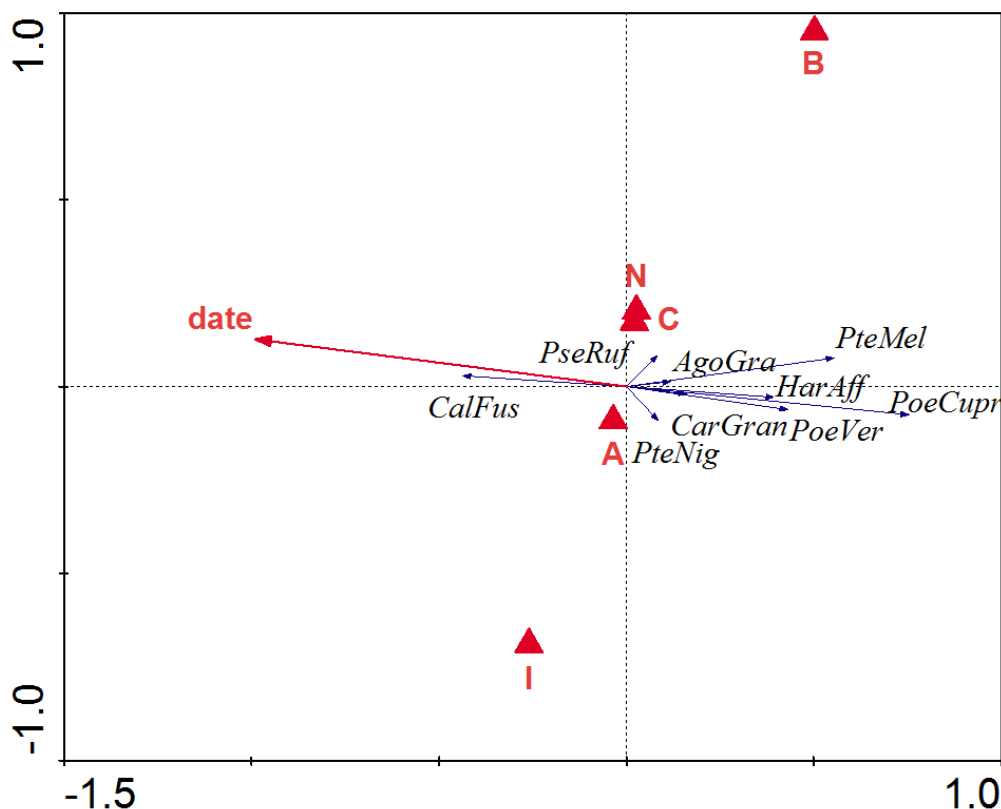
Charakteristika prostředí	Monte Carlo permutační test		% vysvětlené variability	
	F	p	s kovariáty	samostatně
column	5,63	0,046	4,8	4,4
C	0,83	0,75	0	0,7
N	1,79	0,42	0	1,4
I	1,40	0,52	0	1,1
A	1,68	0,47	0	1,4
B	1,18	0,61	0	1,0
deerST	2,11	0,35	1,7	1,7
row	2,54	0,27	1,5	0,2
well	1,07	0,65	0,1	0,9

Analýza dat získaných během sezony (mimo poslední výběr) byla započata DCA analýzou, díky níž byla zjištěna délka gradientu 2,45. Dále bylo tedy pokračováno metodou RDA (odečten vliv kovariáty - čísla pasti). Opět bylo nutné permutovat podle proměnné „row“ (p=0,045). Výsledky této analýzy jsou zobrazeny v tabulce 15 a graficky na obrázku 20. Projevil se zde signifikantní vliv managementu I respektive B, i když jejich vysvětlující schopnost byla velmi nízká (2,3 respektive 3,3 %). Celý model („date“, C, N, I, A, B, s ostatními proměnnými jako kovariáty) vysvětlil 34,8 % variability v datech, přičemž první osa vysvětlila 33,6 % ekologické variability.

Na obrázku 20 jsou znázorněny druhy, jejichž variabilita byla vysvětlena z více jak jednoho procenta (ostatní druhy tvořily v diagramu jen shluk krátkých šipek okolo středu) a žádný z nich, snad kromě *Pseudoophonus rufipes*, nevykazuje pozitivní ani negativní korelaci s typy managementu I či B. Druhy zobrazené na diagramu jsou negativně korelovány s proměnnou „date“, jen druh *Calathus fuscipes* je s touto proměnnou pozitivně korelován.

Tabulka 15: Výsledky Monte Carlo permutačních testů pro celou sezonu. Statisticky průkazný výsledek je červeně zvýrazněn.

Charakteristika prostředí	Monte Carlo permutační test			
	F	p	% vysvětlené variability s kovariáty	samostatně
date	184,38	0,001	27,8	33,1
C	1,62	0,93	0	0,2
N	0,39	0,94	0	0,1
I	8,61	0,02	0	2,3
A	1,19	0,63	0	0,3
B	12,58	0,02	0	3,3
column	1,69	0,23	0,4	0,5
deerST	2,17	0,57	0,6	0,6
row	4,85	0,69	1,5	1,3
well	0,57	0,83	0,3	0,2



Obrázek 20: RDA analýza skupiny stěvlíkovitých (Carabidae). Typy managementu (C, N, I, A, B) jsou označeny centroidy, kvantitativní proměnná „date“ je zobrazena pomocí šipky. Jednotlivé druhy jsou vyznačeny šipkami, jejichž směr vůči zvoleným charakteristikám ukazuje jejich vzájemný vztah. V diagramu jsou zobrazeny druhy s více jak 1 % vysvětlené variability (1% fitting). Přehled významu zkratk je uveden v příloze 16.

3.3.3 Výsledky sledování drabčíkovitých (Staphylinidae)

Během sezony byly v zemních pastech zaznamenány velmi nízké počty zástupců této čeledi (tab. 16).

Úplný seznam nalezených druhů je uveden v příloze 17.

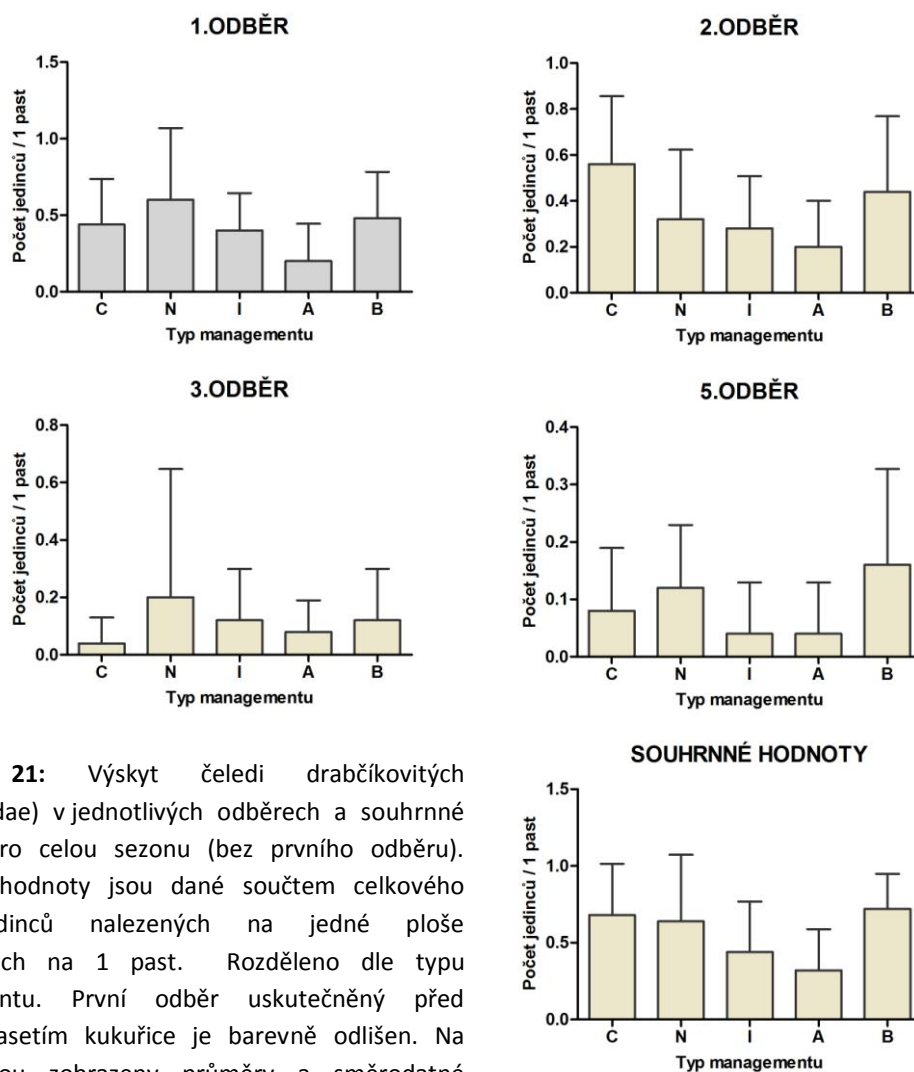
Tabulka 16: Přehled počtu nalezených jedinců čeledi drabčíkovitých (Staphylinidae). Rozděleno dle typu managementu. Předsezonní sběr je uveden zvlášť. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.

	TYP MANAGEMENTU				
	C	N	I	A	B
počet jedinců před setím	11	15	10	5	12
počet jedinců v průběhu sezóny a po zaorání	21	17	12	9	20

Celkem bylo určeno 38 druhů patřících do 21 rodů. Nejrozšířenější ekologickou skupinou byli generalisté (např. *Amischa analis*, *Gabrius breviventer*, *Tachyporus hypnorum*). Mimo tyto druhy bylo nalezeno i pár jedinců druhů podstatně náročnějších na životní podmínky (*Aloconota sulcifrons*, *Carpelimus corticinus*, *Mycetoporus eppelsheimianus*). V pastech se vyskytovaly druhy s různou potravní specializací: nespecifičtí predátoři (větší druhy rodu *Philonthus* a *Xantholinus*) napadající větší kořist; menší druhy jako např. *Tachyporus hypnorum* pronásledující mšice a roztoče na vegetaci; saprofágové (druhy rodu *Anotylus* a *Oxytelops*); algofágové (druhy rodu *Carpelimus*); parazité pupáří dvoukřídlých (rod *Aleochara*).

Popisné statistiky pro jednotlivé odběry jsou graficky znázorněny na obrázku 21. V prvním, předsezonním, a druhém odběru bylo zaznamenáno nejvíce jedinců, u pátého naopak nejméně. Ve čtvrtém odběru nebyl zaznamenán žádný jedinec, proto graf pro čtvrtý odběr na obrázku 21 chybí. Analýzy variance jednotlivých odběrů neprokázaly signifikantní vliv typu managementu (1: $F=1,02$; $p=0,42$; 2: $F=1,32$; $p=0,30$; 3: $F=0,30$; $p=0,87$; 5: $F=1,00$; $p=0,43$).

Výskyt jedinců jednotlivých druhů této skupiny byl tak nízký, že na analýzu nebyla použita mnohorozměrná analýza, ale pouze porovnání celkového počtu jedinců pomocí analýzy variance. Výsledek tohoto testu pro první výběr je již uveden výše. Nebyly nalezeny žádné signifikantní rozdíly mezi plochami určenými pro různé managementy.



Obrázek 21: Výskyt čeledi drabčíkovitých (Staphylinidae) v jednotlivých odběrech a souhrnné hodnoty pro celou sezonu (bez prvního odběru). Souhrnné hodnoty jsou dané součtem celkového počtu jedinců nalezených na jedné ploše přepočtených na 1 past. Rozděleno dle typu managementu. První odběr uskutečněný před vlastním zasetím kukuřice je barevně odlišen. Na grafech jsou zobrazeny průměry a směrodatné odchylky.

Pro vlastní analýzu možného vlivu typu managementu na počty nalezených jedinců čeledi Staphylinidae během vegetační sezony byla použita dvoucestná analýza variance (jeden faktor: typ managementu; druhý faktor: pořadí odběru). Výsledky vlastní dvoucestné analýzy variance (tab. 17) nepotvrdily průkazný vliv managementu na jedince skupiny Staphylinidae v průběhu sezony ($p=0,26$), což se dalo očekávat vzhledem k výsledkům uvedeným výše. Podařilo se zjistit rozdíl v počtech nalezených zástupců mezi jednotlivými odběry v průběhu sezony ($p < 10^{-5}$). Tento výsledek byl však také očekáván.

Tabulka 17: Výsledky testu ANOVA pro 2., 3. a 5. odběr. Statisticky průkazný výsledek je červeně zvýrazněn.

	F	p
management	1,34	0,26
date	20,57	$<10^{-5}$

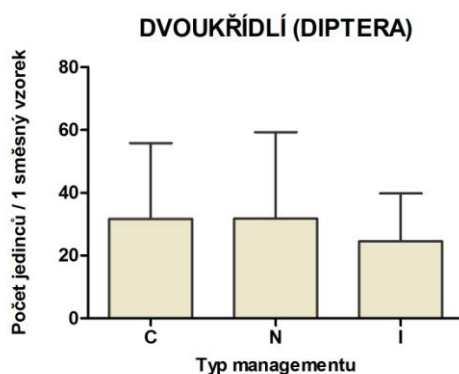
3.4 Výskyt larev řádu dvoukřídlých (Diptera)

V půdních vzorcích byli determinováni jedinci 14 čeledí. Nejčastěji se vyskytovala skupina pakomárovitých (Chironomidae) reprezentovaná z 99,99 % rodem *Smittia*. Byli nalezeni jen 2 jedinci patřící k jinému rodu. Dalšími početnějšími skupinami byly smutnicovití (Sciaridae) a bejlomorkovití (Cecidomyiidae). Ostatní skupiny se vyskytovaly vzácně. Po taxonomickém zařazení byla data uspořádána do tabulky 18, kde je již uvedena i početnost larev na zájmových plochách zjištěná pomocí vzorce dle Hůly (2002). Jako početné byly vyhodnoceny čeledi pakomárovitých (Chironomidae), bejlomorkovitých (Cecidomyiidae) a smutnicovitých (Sciaridae).

Tabulka 18: Celkové počty nalezených jedinců a taxonomické zařazení skupiny dvoukřídlých (Diptera). Početnost jedinců v 1 m² půdy do hloubky 10 cm na daném typu plochy. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem.

čeleď	TYP MANAGEMENTU					
	C		N		I	
	Celkový počet	Početnost (ind/m ²)	Celkový počet	Početnost (ind/m ²)	Celkový počet	Početnost (ind/m ²)
Bibionidae	2	3,4	0	0,0	0	0,0
Calliphoridae	1	1,7	2	2,4	2	0,8
Cecidomyiidae	41	69,6	11	13,9	33	65,0
Dolichopodidae	2	3,4	1	2,0	0	0,0
Drosophilidae	0	0,0	1	2,0	0	0,0
Ephydriidae	1	1,7	0	0,0	1	2,5
Chironomidae	366	621,7	398	434,1	243	353,7
Limonidae	2	3,4	0	0,0	0	0,0
Muscidae	0	0,0	0	0,0	1	0,4
Psychodidae	0	0,0	0	0,0	1	2,5
Rhagionidae	0	0,0	0	0,0	1	0,4
Sciaridae	42	71,3	24	40,4	20	19,1
Tipulidae	1	1,7	0	0,0	0	0,0
Trichoceridae	1	1,7	0	0,0	0	0,0

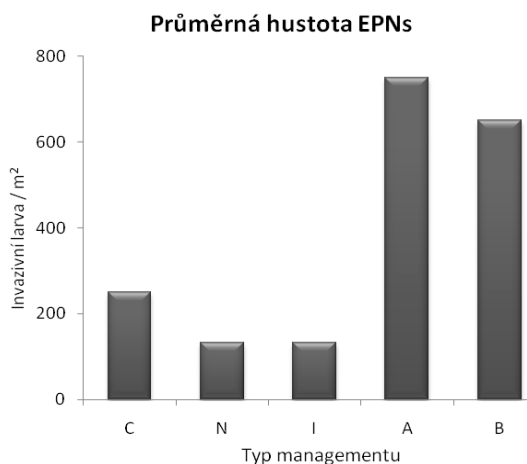
Průměrné množství nalezených jedinců v jednom směsném vzorku na plochách jednotlivých typů managementu je znázorněn na obrázku 22. Statistické analýze byly podrobeny jak počty nalezených individuí, tak i početnost jednotlivých skupin v 1 m². Statistické porovnání celkového počtu nalezených jedinců na jednotlivých plochách daných managementů jednocestnou analýzou variance přineslo tyto výsledky: $F=0,17$; $p=0,85$. Jednocestná ANOVA spočtených početností individuí na m² také neprokázala vliv typu managementu na abundanci nalezených larev řádu Diptera ($F=0,16$; $p=0,92$).



Obrázek 22: Výskyt řádu dvoukřídlých (Diptera). Rozděleno dle typu managementu. Na grafech jsou zobrazeny průměry a směrodatné odchylky.

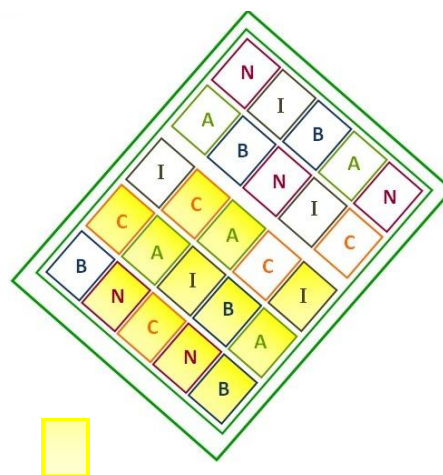
3.5 Entomopatogenní hlístice (Nematoda: Steinernematidae)

Na lokalitě byl zaznamenán jeden druh entomopatogenní hlístice - *Steinernema affine*. Průměrná abundance *S. affine* založená na hodnotách získaných ze všech třech odběrů je shrnuta na obrázku 23. Lokálně vystoupaly hustoty k 2 000 larev na m² a výjimečně i více, ale hlístice nebyly v žádném odběru zjištěny ve dvou posledních řadách (obr. 24). Populace hlístic byla na lokalitě rozmístěna shlukovitě, kdy na některých pokusných plochách nebyly hlístice vůbec zaznamenány (tab. 19). Výskyt hlístic byl obecně nízký a vázaný na jižní okraj pole.



EPNs...entomopathogenic nematods

Obrázek 23: Průměrná hustota populace *S. affine* na plochu v průběhu celé sezony (3 odběry). Rozděleno dle typu managementu.



Plochy se zjištěným výskytem *S. affine*

Obrázek 24: Vyznačení ploch, na kterých byly nalezeny hlístice *S. affine*

Tabulka 19: Procentuální vyjádření množství ploch s výskytem *S. affine* v průběhu celé sezony (3 odběry). Rozděleno dle typu managementu.

Typ managementu	% pozitivních čtverců
C	33
N	25
I	20
A	33
B	20

3.6 Výskyt bázlivce kukuřičného (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)

Po podrobném prozkoumání lepoých desek s feromonovým lákadlem nebyla zjištěna přítomnost *D. v. virgifera*.

3.7 Koncentrace Cry3Bb1 toxinu v rostlinných tkáních

V průběhu vegetační sezony byly vyhodnoceny obsahy Cry3Bb1 ve třech různých vývojových stádiích. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 20. Limit detekce byl stanoven na 2,0 ng Cry3Bb1 v gramu čerstvé rostlinné hmoty.

Tabulka 20: Zjištěné koncentrace Cry 3Bb1 v použitých kultivarech. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.

Části rostliny použité pro determinaci toxinu	Obsah Cry3Bb1 ($\mu\text{g/g}$ čerstvé rostlinné hmoty)				
	Izogenní kultivary			Referenční odrůdy	
	C	N	I	A	B
kořen	30,81 \pm 0,70	0	0	0	0
vzdušný kořen	18,33 \pm 0,64	0	0	0	0
stonek	11,77 \pm 0,24	0	0	0	0
listová plocha	36,54 \pm 0,13	0	0	0	0
pylová zrna+samčí květenství	28,94 \pm 0,45	0	0	0	0
blizny	27,45 \pm 0,91	0	0	0	0

4 DISKUZE

4.1 Hmyz na rostlinách kukuřice

Dané společenstvo fytofágního hmyzu a jejich predátorů bylo poměrně chudé na druhy, ale v některých případech bylo zaznamenáno velké množství jedinců, a to zejména u mšic a třásněnek. Na každé ploše bylo přibližně 50 % jedinců příslušníky jednoho druhu těchto dominantních skupin. Všechny důležité fytofágní druhy a jejich predátoři se vyskytovali na všech plochách.

U mšic jsou patrné velké rozdíly mezi jednotlivými typy managementu (obr. 7). Nízké hodnoty u GM ploch jsou zaznamenány u všech odběrů a nápadný je i velmi nízký výskyt jedinců u ploch I ošetřených insekticidem u posledního odběru či naopak preference ploch A daná až několikanásobně vyšším množstvím nalezených mšic. U ploch A v třetím odběru je patrný i velký rozptyl hodnot způsobený jednou z ploch, na které bylo zaznamenáno jen 5 jedinců. Na sousedních plochách takto nízké množství mšic zaznamenáno nebylo. Právě u tohoto třetího odběru byl zaznamenán průkazný rozdíl v množství nalezených mšic mezi typy managementu. Rozdíly mezi managementy jsou patrné i ze shrnujícího grafu (obr. 7), kdy u ploch osetých GM kukuřicí je průměrný výskyt mšic na 1 rostlině nejnižší a u ploch typu A naopak nejvyšší. Tento rozdíl byl způsobený životní strategií mšic. Pokud vlivem vzdušných proudů mšice určitou rostlinu kolonizovaly, tak díky rychlému způsobu partenogenetického množení rychle vytvořily početnou populaci. Pokud se na rostlině náhodně vybrané pro rozbor mšice nevyskytovaly, způsobilo to velký rozdíl v počtu nalezených jedinců, a tím i ve statistickém testu.

Třásněnka západní (*F. occidentalis*) měla poměrně vyrovnané populace mezi jednotlivými typy managementu (obr. 8) ve všech odběrech a její indiferentní odpověď na Cry protein (Cry 1Ab) prokázala i Habušťová et al. (2006).

Populační dynamika druhů se během sezony vyvíjí různým směrem a díky převážné příznivým abiotickým faktorům v průběhu sezony závisí tento vývoj hlavně na potravní nabídce. Tritrofické vztahy, které jsou velmi důležité, protože poměr počtu jedinců predátora a jeho kořisti je významným faktorem přirozeného potenciálu biologické ochrany plodin (Naranjo, 2005b), mohly být ovlivněny konzumací rostlin s Bt toxinem fytofágním hmyzem. Přítomnost Cry3Bb1 v tělech fytofágního hmyzu již byla dokázána (Rauschen et al., 2009) ale negativní vliv na životní projevy a fitness fytofágního hmyzu či případného konzumenta (dravec, larva parazitoida) se zatím prokázat nepodařilo. Konkrétními studovanými objekty byly například larvy druhu *Orius insidiosus* (Duan et al., 2008), *Coleomegilla maculata* (Lundgren et Wiedenmann, 2005) či pavouci žijící na kukuřici (Ludy et Lang, 2006). Rozdíly, které se objevily, jsou spíše méně významné a jejich biologický význam je nejasný (Head et al., 2005). Cry3Bb1 může být transferován do vyšších trofických úrovní (Zurbrügg et Nentwig

2009), avšak změnám abundance a diverzity různých necílových druhů se věnuje mnohem větší pozornost než sledováním přímého ovlivnění dynamiky tritrofických vztahů (Naranjo, 2005b). I v této studii byla sledována pouze abundance fytofágního hmyzu a jejich predátorů. O dvou průkazných rozdílech výskytu mšic mezi typy managementu a indiferentním vztahu třásněnky západní k typu managementu jsem se již zmínila. Ani u predátorů nebyl nalezen žádný průkazný rozdíl mezi počty jedinců na plochách různého managementu. Případný vliv GM kukuřice na fyziologické vlastnosti mšic by pravděpodobně ovlivnil i jejich predátory a parazitoidy. Pokud k takovému působení dochází, neprojevuje se ihned a nemusí být patrné v průběhu jedné sezony, ale spíše z víceletého sledování. Jedině díky komparaci je možné odhalit dlouhodobý kumulativní vliv Cry toxinu na populační dynamiku fytofágního hmyzu a jejich přirozených nepřátel.

Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*), významný škůdce kukuřice šířící se po České republice, preferoval dle našich odhadů odrůdu typu B (referenční odrůda), což bylo pravděpodobně způsobeno neznámými odrůdovými vlastnostmi. Vliv insekticidu Dursban 10 G na entomofaunu žijící na rostlinách kukuřice, především na organismy škodící na kořenech rostlin, byl v této části zkoumán hlavně náhodným sběrem rostlin i s kořenovým systémem. U ploch ošetřených insekticidem byl vliv širokospektrálního insekticidu na tyto škůdce očekáván. Jediným nalezeným zástupcem této ekologické skupiny byly larvy čeledi kovaříkovitých (Elateridae) tzv. drátovci. Jak je však uvedeno v tabulce 1, množství nalezených drátovců na plochách ošetřených insekticidem je srovnatelné s ostatními typy managementu a zároveň velmi nízké. Z počtu jedinců získaných náhodným výběrem lze vyvodit, že drátovci nebyli na celé pokusné lokalitě hojným škůdcem.

Získaná data byla komplexně vyhodnocena pomocí RDA analýzy a výsledný vztah hodnocených skupin ke zvoleným charakteristikám je znázorněn na obrázku 10. Žádný z vyobrazených druhů nevykazoval vyšší skóre podél osy Y, nebyly tedy významně ovlivněny aplikací půdního insekticidu ani expresí Bt toxinu. Naopak zde byla pozorována jasná korelace s datem sběru a to jak pozitivní (*Orius* sp., Araneae), tak negativní (*Metopolophium dirhodum*, Coccinellidae, *Frankliniella occidentalis*).

4.2 Predátoři a parazitoidi nalezení na lepových deskách

Původně byla tato část zaměřená na odchyt parazitoidů fytofágního hmyzu, ti se však na dané lokalitě vyskytovali velmi ojediněle (tab. 3). Důvodem k nepřítomnosti parazitoidů byla pravděpodobně nízká abundance vhodných potenciálních hostitelů. Vztah parazitoidů k typu managementu tedy nelze srovnat například s uskutečněnou laboratorní studií Steinbrecherové (2004). Statistické zpracování této části bylo tedy ovlivněno spíše hojnějšími predátory. Sledované společenstvo bylo velmi chudé s výraznou dominancí 1 druhu (pestřenka pruhovaná).

Popisné charakteristiky byly znázorněny pomocí abundancí dvou nejpočetnějších skupin – pestřenkovití (Syrphidae) a slunéčkovití (Coccinellidae) (obr. 11). U ostatních čeledí nelze pro jejich nízký výskyt sledované hodnoty stanovit. U čeledi pestřenkovitých lze pozorovat nejvyšší průměr u ploch N (izogenní kultivar k Bt kukuřici), ale celkově je výskyt pestřenkovitých na různých typech ploch vyrovnanější než u slunéčkovitých. U této skupiny jsou naopak hodnoty u izogenního kultivaru N nejnižší a u managementů C a B nejvyšší. Z výsledků statistických testů lze vyvodit, že typ managementu neměl na distribuci těchto skupin vliv.

U pestřenkovitých se projevil určitý trend v distribuci závislé na čísle řady. Vliv blokového uspořádání se projeví tehdy, když mají jednotlivé bloky (řady) rozdílné podmínky důležité pro dané organismy. Hlavní vlastností prostředí měnící se s rostoucím číslem řady a tedy pravděpodobně hlavní příčinou rozdílu mezi těmito bloky byl gradient vlhkosti. Tato negativní korelace se však díky poměrně vhodnému geografickému uspořádání pokusných ploch neprojevila v rozdílech mezi pokusnými plochami.

Neprůkazný výsledek hlavní analýzy variance zahrnující všechny nalezené druhy vypovídá o vyrovnanosti počtu jedinců sledovaných skupin mezi jednotlivými typy managementu.

4.3 Shrnutí k výskytu fytofágního hmyzu, predátorů a parazitoidů

Přes nízkou abundanci většiny bezobratlých se podařilo vyhodnotit výskyt některých skupin hmyzu a to především čeledi mšicovitých (Aphididae), třásněnkovitých (Thripidae), hladěnkovitých (*Anthocoridae*), slunéčkovitých (Coccinellidae) a pestřenkovitých (Syrphidae).

Výsledky jsou v souladu s publikovanými údaji jiných autorů. V dostupných pramenech nebyl zaznamenán ani vliv Cry3Bb1 exprimovaný v odrůdě MON 863 na predátory z řádu Coleoptera (Duan et al., 2002; McManus et al., 2005; Ahmad et al., 2006a) či celkově na bezobratlé žijící na rostlinách (Al-Deeb et al., 2003; Ahmad et al., 2005; Bhatti et al., 2005b). Vliv insekticidu na tyto skupiny byl prokázán pouze v případě listové aplikace (Bhatti et al., 2005b). Z obsahu Cry3Bb1 v pylu MON 88017 vycházeli Li et al. (2009) a v laboratorních podmínkách neprokázali žádný vliv na zlatoočku (10krát vyšší koncentrace než v pylu MON 88017).

4.4 Epigeičtí brouci a pavouci

4.4.1 Skupina pavouků (Araneae)

Základ tohoto společenstva tvořily druhy běžné v agrocenózách. Před zasetím kukuřice byl skutečně jeden výběr, díky němuž byl popsán počáteční stav společenstva pavouků. Při tomto odběru bylo zjištěno nejvíce jedinců na plochách typu C (obr. 13), ale rozdíl mezi jednotlivými

plochami se statisticky prokázat nepodařilo. Průkazný výsledek porovnání indexů diverzity odhalil rozdíl mezi plochami I a B v Shannonově indexu (tab. 5). Dosažené hodnoty Shannonova indexu na plochách typu B byly ovlivněny nepřítomností většiny málo početných druhů, což přispělo k snížení hodnoty tohoto indexu a k statisticky průkaznému rozdílu mezi plochami typu B a I, kde naopak většina těchto vzácnějších druhů nechyběla. Dominantní druh, čelistnatka mokřadní (*Pachygnatha degeeri*), tvořil třetinu až polovinu nalezených jedinců (dominance Berger-Parkerova), ale i přesto bylo dosaženo u vzniklého společenstva docela vysokého stupně diverzity (index ekvitability, Margalegův index, Simpsonův index dominance). Indexy podobnosti poukazují na heterogenní společenstvo s menším množstvím společných druhů.

V mnohorozměrné analýze byl zjištěn vliv dvou proměnných: „row“ a „column“ (tab. 8). Tento stav byl způsoben sycením neosetého pole z přilehlého lesa a okolních polí, kde byla zaseta ozimá pšenice. Vedlejší pole bylo tedy pravděpodobně zdrojem pro populace na neosetém poli. Markantní rozdíl mezi dvěma okrajovými sloupci (obr. 14) lze vysvětlit přítomností posedu v posledním krajním sloupci, který mohl napomoci v šíření jedinců, stejně jako mohly být nápomocné i malé neobdělávané plošky okolo melioračních skruží, které se vyskytovaly v obou krajních plochách posledního sloupce a ve čtvrtém sloupci na ploše, sousedící přímo s plochou s posedem. Na statistickou analýzu měla pravděpodobně největší vliv nízká abundance v prvním sloupci. Vysokou abundanci v první řadě (obr. 15) je možné vysvětlit sycením populace z okraje lesa. Na tomto okraji pole byla navíc ponechána jistá neosetá část (tedy ani před vlastním setím neobhospodařovaná), kde v práci bránily rozložené keře zasahující z lesa. Pravděpodobně se tak také zemědělci vyhýbali možnosti poškození meliorační strouhy na okraji pole. Dolní okraj sousedil jen s úzkým pásem osetým ozimou pšenicí a další obdělávané území oddělovala polní cesta. Je možné, že k vysoké abundanci v této řadě přispěla zaplevelená strouha podél polní cesty. Rozborem předsezonního odběru byly tedy zjištěny určité trendy ve způsobu kolonizace prozatím neosetého území.

V dalších odběrech jsou průměrné hodnoty pro plochy ošetřené insekticidem (I) nejnižší nebo jedny z nejnižších (obr. 13). Velká variabilita mezi plochami v rámci managementu je nejvíce patrná u čtvrtého odběru. Z výsledků analýzy variance lze však vyvodit, že celkově nebyl mezi nalezeným hmyzem na plochách s různým typem managementu žádný rozdíl. Indiferentní vztah typu managementu k druhovému a početnímu složení společenstva pavouků potvrdily i výsledky analýzy variance indexů diverzity a dominance (tab. 6). Vlastní hodnoty těchto indexů charakterizovaly dané společenstvo takto: Dominantní druh vždy tvořil 35-38 % jedinců společenstev na jednotlivých plochách (Dominance Berger-Parkerova). Nižší hodnota indexu ekvitability ve srovnání s prvním odběrem byla způsobena tím, že druhy, které se objevily v průběhu sezony, byly velmi vzácné. Relativně velké množství nalezených druhů se odrazilo v hodnotách Margalefova a Shannonova

indexu. Díky tomu, že vyšší počty jedinců byly zaznamenány u více druhů, je hodnota Simpsonova indexu dominance poměrně nízká. Indexy podobnosti svou hodnotou vypovídají o velmi malém množství společných druhů, prakticky jde jen o dominantní druhy.

Výstupem RDA metody je ordinační diagram na obrázku 17, ze kterého je patrný vztah druhů ke zvoleným charakteristikám. Většina zobrazených druhů je v negativním vztahu k proměnné „date“, jejich abundance se tedy v průběhu sezony snižovala. Množství jedinců čelistnatky mokřadní (*Pachygnatha degeeri*) a čelistnatky Listerovi (*Pachygnatha listeri*) se naopak mírně zvyšovalo. Pozitivní korelaci skákavky nosatcové (*Ballus chalybeius*) a pavučenky dvoualočné (*Hypomma bituberculatum*) k centroidu B nelze vzhledem k nízkému skóre těchto druhů přičítat velký význam. Další vyobrazené druhy nevykazovaly jasnou preferenci či naopak negativní vztah k typu managementu (tab. 9). Nalezený indiferentní vztah k expresi Bt toxinu koresponduje s prací autorů Meissle et Romeise (2009). Nepotvrzený vliv insekticidu je možné u pavouků vysvětlit jejich schopností úniku při odhalení nebezpečí, jakým může být i insekticid.

4.4.2 Skupina střevlíkovitých (Carabidae)

Druhové spektrum střevlíkovitých bylo dle očekávání pro kukuřičnou monokulturu, chudé. Tomuto společenstvu dominoval *Pterostichus melanarius*, druh běžný v zemědělské krajině, s nalezenými 1 500 až 2000 jedinci ve všech typech managementu. V prvním odběru však převažovaly jiné druhy. Na plochách C a N bylo v prvním odběru nalezeno více jedinců než na zbylých třech typech ploch (obr. 18), ale tento rozdíl nebyl statisticky potvrzen, stejně jako zůstalo bez průkazného výsledku i statistické vyhodnocení indexů diverzity a dominance (tab. 11).

Z vlastních hodnot zjišťovaných indexů vyplývá, že šlo o společenstvo s 55-72 % jedinců dominantního druhu *Poecilus cupreus* (dominance Berger-Parkerova) a tím o společenstva s hodnotami Simpsonova indexu dominance okolo 0,5. Index ekvitability naznačuje, že jde o společenstva poměrně diverzifikovaná, i když s malým počtem druhů (Margalefův index, Shannonův index). Srovnání Sørensenova a Jaccardova indexu ukázalo, že studovaná společenstva na různých plochách měla společnou pouhou třetinu druhů. Mnohorozměrná analýza prvního odběru odhalila rozdíl v počtech jedinců mezi jednotlivými sloupci. Důvodem této distribuce je opět pravděpodobně kolonizace podpořená přítomností posedu a melioračními skružemi ve čtvrtém a pátém sloupci.

V průběhu vlastní sezony byly průměrné počty nalezených jedinců pro jednotlivé managementy v rámci jednoho odběru poměrně vyrovnané, jen třetí odběr byl heterogennější (obr. 18). Graf souhrnných hodnot ukázal nejnižší průměrné hodnoty u ploch ošetřených insekticidem (I), ale tomuto typu ploch je svými hodnotami velmi blízký management A (referenční odrůda). Nejvyšší

množství střevlíků na plochách typu B lze vysvětlit jejich potravní specializací. Jak již bylo řečeno výše, na plochách typu B bylo pozorováno největší napadení *O. nubilalis* a střevlíci charakterističtí svou aktivní migrací za zdroji potravy se častěji vyskytovali právě na těchto plochách. Analýza variance však neprokázala žádný statisticky významný rozdíl mezi typy managementu v rámci odběru a ani statistické vyhodnocení indexů diverzity (tab. 12) nevneslo pochybnosti o indiferentním vztahu jedinců této skupiny k typu managementu. I přes větší množství druhů během vegetační sezony, poměr společných druhů zůstal téměř nezměněn. Hodnoty Berger-Parkerova indexu a Simpsonova indexu dominance nejsou vzhledem k vysokému počtu nalezených jedinců *Pterostichus melanarius* nikterak překvapivé, stejně jako nízké hodnoty indexu ekvitability. Nízká diverzita společenstev na jednotlivých plochách se odráží i v relativně nízkých hodnotách Margalefova a Shannonova indexu.

Hlavní analýza odhalila vliv managementů I a B na druhové složení střevlíků (tab. 15). Ovšem již z toho, že při samostatném testování proměnných nebylo možné analýzu dokončit je jasné, že tento vliv byl zaznamenán pouze u druhů s nižší abundancí, což je potvrzeno i ordinačním diagramem (obr. 20), kde druhy, které byly pozitivně (management B) či negativně (management I) korelovány s těmito proměnnými po zjednodušení (fitting) vypadly. Vliv těchto proměnných je patrný z posunu jejich centroidů v horizontálním směru. Početnější druhy jsou korelovány především s datem sběru. Všechny znázorněné druhy byly v pozdějších odběrech stále méně časté. Jedinou výjimku tvoří druh *Calathus fuscipes*, charakteristický druh pozdního léta.

Vliv půdního insekticidu nebyl u druhů s jasnou vypovídající hodnotou (druhy více početné) prokázán, což kontrastuje s výsledky Bhattiho et al. (2005a) a Mullineho et al. (2005). GM plodina také neměla žádnou vysvětlující schopnost vzhledem k abundanci střevlíků na pokusné lokalitě. Střevlíci se s Bt toxinem dostávají do styku především ve svých kořistech (Zurbrügg et Nentwig, 2009), ale jejich ovlivnění konzumací kořisti s obsahem Cry3Bb1 toxinu nebylo prokázáno ani ve studovaných materiálech (Duan et al., 2006).

4.4.3 Skupina drabčíkovitých (Staphylinidae)

Čeleď drabčíkovitých (Staphylinidae) je druhou nejpočetnější skupinou epigeických bezobratlých v zemědělských ekosystémech (Boháč, 1999). Předpokládaný hojný výskyt a náležitost do stejné skupiny s cílovým druhem organismu přispěla k soustředění se na tuto skupinu organismů, avšak bylo zaznamenáno jen velmi málo jedinců této čeledi (tab. 16). Nejvíce nalezených jedinců patřilo mezi ubikvistní druhy hojně se vyskytující v agrocenóze, schopné tolerovat mikroklimatické změny půdního povrchu. Drabčíci navíc dobře snášejí různá agrotechnická opatření (orba, organické hnojení, NPK, pesticidy), ale byl zaznamenán vliv osevního postupu na výskyt (Boháč et al., 1999). Kolonizaci

kukuřičného pole hygrofilnějšími druhy drabčičků však nepomohlo pravděpodobně příliš vlhké období první části sezony, kdy přivalové deště zapříčinily eliminaci ubikvistních druhů na pokusné lokalitě.

Hnojení nemá ve většině případů negativní vliv na drabčičky, ale bezprostředně po hnojení aktivita dospělců a larev klesne až dvacetinásobně na rozdíl od aktivity před hnojením (Boháč, 1999). To může být vysvětleno omezenou schopností dospělců kolonizovat povrch pole silně ovlivněný hnojením (Boháč et Pospíšil, 1983), což mohlo být příčinou nejnižšího výskytu této čeledi v pátém odběru. Abundance sledovaných druhů se snižuje i po aplikaci insekticidu (Boháč, 1988), ale to se v tomto pokusu nepotvrdilo.

Díky malému množství nalezených jedinců nebylo možné zjistit indexy podobnosti a indexy diverzity a dominance by také nebyly vhodnou metodou pro popsání tohoto chudého společenstva. U téměř všech odběrů byl zaznamenán velký rozptyl hodnot, který byl navíc ovlivněn absencí drabčičků ve většině pastí. Ani v souhrnném grafu na obrázku 21 znázorňujícím počty nalezených jedinců během vegetační sezony není rozptyl hodnot vyrovnán. Výskyt skupiny Staphylinidae byl dokonce tak nízký, že u žádného druhu nedosáhl průměrný odchyt na past tolik, aby bylo možné doplnit jedince v chybějících pastech. I když analýza variance nepotvrdila signifikantní vliv typu managementu na tuto skupinu (tab. 17), její výsledky jsou považovány za méně vypovídající, protože síla testu byla významně omezena relativně malým množstvím nalezených jedinců na velké ploše, které pravděpodobně nepokrývalo přirozený výskyt této skupiny v polním ekosystému.

4.4.4 Shrnutí k výskytu epigeických bezobratlých

Průkazný vliv distribuce v sloupci u obou nejpočetnějších skupin epigeického hmyzu může naznačovat významnější roli zdrojových populací okolních polí než v přilehlém lese. Vyšší výskyt v posledních sloupcích ve srovnání s prvními vypovídá navíc také o důležité roli posedu a melioračních skruží pro šíření jedinců. Jedná se však o druhy relativně pohyblivé, migrující za potravou, pravděpodobně proto nebyl zaznamenán žádný průkazný výsledek u samotných proměnných „well“ a „deerST“.

V prvních odběrech byly zaznamenány relativně vysoké počty jedinců daných skupin, které mohou souviset s tím, že byly zemní pasti instalovány po dobu 14 dnů a během sezony, s výjimkou způsobenou nepřízní počasí, jen na týden. Poslední odběrné nádoby byly také na místě ponechány 14 dní, takže přímé srovnání prvního a posledního odběru s ostatními odběry není zcela korektní, ale vzhledem k obecně nižší abundanci hmyzu na nezarostlých plochách byl zvolen takový postup, který dovolil popsat společenstvo epigeických druhů i v těchto obdobích. Nižší abundance na nezarostlých plochách je způsobena nepřítomností potravního zdroje a na podzim také přirozeným úbytkem aktivní části populace. Delší časová expozice u druhého odběru vynucená počasím se projevila ve

vyšších počtech nalezených jedinců pavouků, střevlíků i drabčků ve srovnání s ostatními odběry. Získali jsme tak spíše výhodný delší záznam o výskytu těchto skupin na začátku vegetačního období. Je otázkou, zda právě tato delší expozice způsobená nemožností přístupu k pokusným plochám, nemohla nějakým způsobem ovlivnit záznam, na kterém mělo být teoreticky nejvíce patrné užití širokospektrálního insekticidu.

Od data setí (11. 5.) do 4. 6., tedy do konce druhého odběru, byly průměrné srážky na jeden den 3,7 mm, ale v některých dnech byly zaznamenány srážkové úhrny i přes 15 mm (údaje pro České Budějovice pro rok 2009 od Českého hydrometeorologického ústavu). V oblasti okolo pokusné lokality se jednalo o intenzivní přivalové deště, které mohly nějakým způsobem ovlivnit působení insekticidu, i když by se mělo jednat o látku sublimující ihned po aplikaci. Jinak není možné vysvětlit absenci odpovědi epigeického hmyzu na aplikaci insekticidu, přestože většina studií potvrzuje vliv půdních insekticidů na epigeickou faunu. Nám se tento vliv zjistit nepodařilo, stejně jako Devare et al. (2004), kteří si tento jev vysvětlují malým množstvím srážek, které způsobily nižší vlhkost půdy, což mohlo negativně ovlivnit biodegradaci insekticidu a jeho šíření půdními póry. V našem případě však došlo k spíše opačné situaci. Neprokázání vlivu Cry3Bb1 naopak kontrastuje například s výsledky Al-Deeba et Wilde (2003) a Ahmada et al. (2005). Pro ověření indiferentního vztahu epigeických druhů hmyzu k insekticidu i Bt toxinu poslouží další dva roky sledování na pokusné lokalitě.

4.5 Larvy řádu dvoukřídlých (Diptera)

Po zaorání rostlinné biomasy na podzim nastává období hojného výskytu larev tohoto řádu, které v půdě přezimují. Popsané společenstvo bylo velmi jednotvárné a jiné čeledi než 3 nejhojnější (Chironomidae, Sciaridae a Cecidomyiidae) se vyskytovaly jen vzácně (tab. 18), proto by také nebylo vhodné popisovat společenstvo v jiných případech použitými indexy diverzity a dominance. Velká většina z nalezených larev se živí detritem, který mohl obsahovat zbytky Cry3Bb1 toxinu, i když bylo dokázáno, že při dekompozici listů, stonků i kořenů dochází k rozkladu Cry3Bb1 exponenciální rychlostí v souladu s kinetikou 1. řádu a Bt protein se z rostlinných zbytků do půdy uvolňuje v nekvantifikovatelném množství (Prihoda et Coats, 2008b).

Práce věnující se přímo vlivu GM kukuřice na půdní larvy skupiny Diptera nebyly nalezeny. Jedinou prací zmiňující vliv na skupinu Diptera je laboratorní studie Prihody et Coatse (2008a), zabývající se vlivem dekompozice rostlinných tkání s obsahem Bt na hydrofaunu. Larvy *Chironomus dilutus* byly krmeny extrakty z kukuřice MON 863 a byl zaznamenán signifikantní pokles přežívání larev při koncentraci 30 ng/ml. U přeživších larev nebyl pozorován žádný další vliv na růst a vývoj. V našem případě byly porovnány pouze absolutní počty a z nich vycházející parametry. U těchto zvolených

charakteristik souboru se nepodařilo najít žádný průkazný výsledek, který by naznačoval vliv biomasy s obsahem Cry3Bb1 na množství larev. U žížal, jiných detritofágních organismů, vliv toxinu Cry3Bb1 na životní projevy nebyl také prokázán (Ahmad et al., 2006b; Honemann et Nentwig, 2009).

4.6 Entomopatogenní hlístice *Steinernema affine*

Entomopatogenní hlístice působí jako přirozený redukční faktor hmyzích larev žijících v půdě, tedy i bázlivce kukuřičného. Rostliny respektive výměšky jejich kořenů mají velký vliv na mikroflóru a regulují populaci hlístic tím, že ovlivňují dynamiku hostitelských druhů hmyzu a strukturu a dynamiku jejich společenstev v rhizosféře (Kerry, 2000). Obecně lze říci, že organismy, které mají ve svém životním cyklu fázi se saprofytickou výživou, jsou nejvíce ovlivněny podmínkami v rhizosféře (Kerry, 2000). Al-Deeb et al. (2003) nezjistili žádné známky vlivu Cry3Bb1 na životní projevy studovaných hlístic.

Abundance populace *S. affine*, běžného druhu bezlesých ekosystémů, byla na sledované lokalitě poměrně nízká a pravděpodobně se jednalo o stabilní dlouhodobě přežívající populaci sycenou z přilehlého lesa. Průměrné abundance byly navíc snižovány díky tomu, že na některých pokusných plochách nebyly hlístice zaznamenány vůbec (tab. 19). Přítomnost entomopatogenních hlístic byla spíše než typem managementu ovlivněna prostorovým rozmístěním jednotlivých ploch a kvalitou půdy. Hlístice byla přítomna na plochách všech 5 typů managementu ale v jižním okraji, kde bylo zaznamenáno nejvíce hlístic, se nacházely právě plochy A a B s nejvyššími hustotami hlístic.

Design odběru byl přizpůsoben velké ploše lokality. Zjištěné hodnoty abundance (obr. 23) je nutné brát s určitou rezervou. Hlavním cílem této části bylo zejména určení přítomnosti této specializované skupiny organismů. Pro přesnější stanovení abundance a další statistické zpracování, díky kterému by bylo možné porovnat zjištěné hodnoty s výsledky zmíněných studií, by bylo třeba více odběrů na plochu. To ale nebylo cílem této části.

4.7 Výskyt bázlivce kukuřičného (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)

Monitoring šíření bázlivce kukuřičného na pokusné lokalitě byl součástí celorepublikového sledování tohoto invazivního škůdce v rámci střeoevropského projektu EUREGIO DIAVIR. V okolí Českých Budějovic zatím nebyl zaznamenán žádný exemplář tohoto škůdce. Nejbližší místo výskytu je zatím okolí Jindřichova Hradce a střední Čechy. V České republice existují mimořádná rostlinolékařská nařízení, jimiž by se měli zemědělci v zasažených oblastech řídit. Přes tato veškerá opatření populace bázlivce kukuřičného v České republice narůstá, ale v oblasti kolem Českých Budějovic zatím zaznamenán nebyl.

Pokud dojde k takovému rozšíření, které způsobí hospodářské škody i na našem území, bude třeba bojovat aktivně. V současné době se jeví jako jedna možnost využití studované GM kukuřice s insertem z *Bacillus thuringiensis*. Je to jediná alternativa k insekticidu, protože doposud není známý žádný komerčně využívaný způsob biologického boje, který by omezil populace bázlivce kukuřičného.

4.8 ELISA

Stejně jako všechny jiné rostliny i kukuřice určitým způsobem přizpůsobuje svůj metabolismus nadmořské výšce a zeměpisné šířce. To může do jisté míry ovlivnit expresi toxinu i možné negativní důsledky na necílové organismy. Tomu odpovídají i rozdíly v zjištěných koncentracích Cry3Bb1 v rostlinných tkáních v různých publikacích. Rostliny v období kvetení mají například podle Prihody et Coatse (2008b) obsah Bt toxinu v listech 24,6 µg/g, stonku 7,4 µg/g a kořenu 96,3 µg/g čerstvé rostlinné hmoty. Zurbrüggenovi et Nentwigovi (2009) se v listech podařilo naměřit hodnoty koncentrace Cry3Bb1 mezi 125 až 175 µg/g čerstvé hmoty. Podle Zwahlena et al. (2003) může koncentrace toxinu Cry3Bb1 v pylu dosáhnout až 62 µg/g čerstvé hmoty, ale stejných hodnot jako tento tým zatím nikdo jiný nedosáhl. Podle víceletého srovnání Nguyenové a Jehleho (2009) dochází v mladých listech (151,7 µg/g čerstvé rostlinné hmoty) k vyšší expresy než ve starších (33,5 µg/g čerstvé hmoty) a k nejnižší v pylu (3,8 µg/g čerstvé hmoty). Obsah toxinu v kořenovém systému během vegetační sezony kolísá (40-130 µg/g sušiny) stejně jako v listech. S obsahem toxinu v těchto částech koreluje koncentrace toxinu v některých jiných rostlinných tkáních (stonek). Vyšší exprese v mladých listech (Sidhu et Brown, 2004; Whitehouse et al. 2005) se v našem případě neprojevila, a to pravděpodobně kvůli pozdějšímu odběru nebo ovlivněním exprese přívalovými dešti. Průměrný obsah toxinu v rozřezaných kouscích kukuřice připravených pro další zemědělské využití byl v případě Rauschena et al. (2009) 15 µg/g. Ve své práci však neuvádí, po jak dlouhé době po sklizni byly tyto hodnoty naměřeny. V našem případě tyto hodnoty zjišťovány nebyly.

Oblasti Českých Budějovic je geograficky nejbližším místem výzkumu MON 88017 Německo, kde působí Nguyen a Jehle, kteří ve svých analýzách používají na determinaci Cry3Bb1 toxinu stejnou imunologickou metodu (ELISA), přesto se naše výsledky liší, a to hlavně u obsahu toxinu v pylových zrnech a kořenech. Nguyen et al. (2008) ve své práci odpovídají na tuto otázku. Provedli stanovení obsahu Cry3Bb1 v rostlinné hmotě pomocí vícero způsobů extrakce a zjistili, že na rozdílných výsledcích jednotlivých laboratoří se podílí spíše než samotná metoda ELISA způsob provedení extrakce.

4.9 Dosažení cíle práce

Vliv MON 88017 na necílové druhy hmyzu byl již několikrát podroben analýze. Poprvé se tak děje v agropodmínkách České republiky. V prostudované literatuře jsem se nesečkala s pokusem podobné velikosti. Lawhorn et al. (2009) například využil plochy o velikosti 1,6 ha, ale celkem šlo pouze o 2 opakování, takže pokus probíhal na rozloze přibližně o polovinu menší než v našem experimentu. Na 5,7 ha prováděli pokus Rauschen et al. (2009). Relativně velké plochy byly zvoleny pro zvýšení věrohodnosti dat. Pozorovaná změna abundance v průběhu sezony u všech vícekrát odebíraných vzorků je obecným jevem potvrzeným například u Hawese et al (2003). Mnoho studií se navíc zatím spíše soustředilo na laboratorní testy se subletálními či naopak několikanásobně vyššími dávkami, než je dosaženo expresí v Bt kukuřici.

Vliv exprese Bt genu transgenní kukuřicí byla srovnána s konvenčními způsoby hospodaření a závěry z dílčích částí jsou uvedeny níže. Právě na výsledcích této a dalších studií je založena jistota agrárních společností i malých zemědělců, že jim GM plodiny přinesou ekonomickou výhodu. Užitím GM rostlin se snižují náklady na pesticidy a herbicidy i jejich rezidua v potravě a životním prostředí, což je výhodné nejen pro pěstitele ale i pro spotřebitele a v neposlední řadě také zemědělskou krajinu.

Pro opravdu věrohodné a uznáníhodné závěry je třeba pokus opakovat, to je naplánováno. Tato práce předkládá pouze jednoleté výsledky, které budou podrobeny komplexnímu hodnocení po plánovaných třech letech vědeckého zkoumání entomofauny na dané pokusné lokalitě. Použité statistiky a indexy diverzity a podobnosti budou pak s výhodou využity při srovnání společenstev studovaných skupin v jednotlivých letech.

5 ZÁVĚR

- Průkazné rozdíly v počtu mšic ve třetím odběru byly zapříčiněny jejich větším množstvím na plochách typu A, specificky na dvou rostlinách na ploše A16, na kterých byly nalezeny velké kolonie mšic. Fytofágní hmyz, predátoři ani parazitoidi nevykázali žádnou závislost prostorové disperze na sledovaných parametrech lokality.
- Populace epigeických druhů hmyzu nebyly ovlivněny žádným z uvedených typů managementu na pokusné lokalitě. Částečná redukce málo početných druhů střevlíkovitých (Carabidae) na plochách ošetřených insekticidem musí být ověřena.
- Počty larev řádu Diptera nebyly ovlivněny typem managementu – předpokládaný obsah Cry3Bb1 v detritu je indiferentní.
- Velké rozdíly v hustotě hlístic *Steinernema affine* mezi čtverci byly pravděpodobně zapříčiněny jejich geografickou dispozicí. Jihozápadní okraj pole se jevil být pro hlístice nejvhodnějším prostředím, jednak díky blízkosti zdrojové populace v lese, a také díky vhodné půdě s malým obsahem jílu.
- V současné době se v okolí zkoumané lokality nenachází karanténní škůdce bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte).
- V podmínkách typických pro řadu oblastí České republiky nebyl ve srovnání s netransgenními kultivary zjištěn žádný negativní vliv MON 88017 na životní prostředí. Hypotéza o snížení abundance především epigeických druhů hmyzu vlivem užití širokospektrálního insekticidu Dursban 10G nebyla potvrzena.

6 SEZNAM CITOVANÉ LITERATURY

- AL-DEEB M. A., WILDE G. E. (2003): Effect of Bt corn expressing the Cry3Bb1 toxin for corn rootworm control on aboveground nontarget arthropods. *Environmental Entomology*. 32 (5): 1164-1170.
- AL-DEEB M. A., WILDE G. E. (2005): Effect of Bt corn expressing the Cry3Bb1 toxin on western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) biology. *Journal of the Kansas Entomological Society*. 78 (2): 142-152.
- AL-DEEB M. A., WILDE G. E., BLAIR J. M., TODD T. C. (2003): Effect of Bt corn for corn rootworm control on nontarget soil microarthropods and nematodes. *Environmental Entomology*. 32 (4): 859-865.
- AHMAD A., WILDE G. E., WHITWORTH R. J., ZOLNEROWICH G. (2006a): Effect of corn hybrids expressing the coleopteran-specific Cry3Bb1 protein for corn rootworm control on aboveground insect predators. *Journal of Economic Entomology*. 99 (4): 1085-1095.
- AHMAD A., WILDE G. E., ZHU K. Y. (2005): Delectability of coleopteran-specific Cry3Bb1 protein in soil and its effect on nontarget surface and below-ground arthropods. *Environmental Entomology*. 34 (2): 385-394.
- AHMAD A., WILDE G. E., ZHU K. Y. (2006b): Evaluation of effects of coleopteran-specific Cry3Bb1 protein on earthworms exposed to soil containing corn roots or biomass: *Environmental Entomology*. 35 (4): 976-985.
- BEDING R. A., AKHURST R. J. (1975): A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid in soil. *Nematologica*. 21: 109 p.
- BHATTI M. A., DUAN J., HEAD G., JIANG C. J., MCKEE M. J., NICKSON T. E., PILCHER C. L., PILCHER C. D. (2005a): Field evaluation of the impact of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae)-protected Bt corn on ground-dwelling invertebrates. *Environmental Entomology*. 34 (5): 1325-1335.
- BHATTI M. A., DUAN J., HEAD G., JIANG C. J., MCKEE M. J., NICKSON T. E., PILCHER C. L., PILCHER C. D. (2005b): Field evaluation of the impact of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae)-protected Bt corn on foliage-dwelling arthropods. *Environmental Entomology*. 34 (5): 1336-1345.
- BOHÁČ J. (1988): Využití společenstev drabčíkovitých (Coleoptera, Staphylinidae) k bioindikaci kvality životního prostředí. *Zpráva Československé Společnosti Entomologické. ČSAV*. 24: 33-41.
- BOHÁČ J. (1999): Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 74: 357-372.
- BOHÁČ J., JEDLIČKA P., FROUZ J. (1999): Changes in communities of staphylinid beetles (Coleoptera, Staphylinidae) during secondary succession in abandoned fields. In: K. Tajovský & V. Pižl (eds.). *Soil Zoology in Central Europe*. ISB AS CR. České Budějovice. 19-25.
- BOHÁČ J., POSPÍŠIL J. (1983): Ground (Coleoptera: Carabidae) and rove (Coleoptera: Staphylinidae) beetles of wheat and cornfields and their interaction with surrounding biotopes. *Ekologia*, 3: 22-33.
- CARPENTER J. E. (2001): Case studies in benefits and risks of agricultural biotechnology: Roundup ready soybeans and Bt field corn. National Center for Food and Agricultural Policy. Washington. DC. 56 p.
- CARTER M. E., VILLANI M. G., ALLEE L. L., LOSEY J. E. (2004): Absence of non-target effects of two *Bacillus thuringiensis* coleopteran active delta-endotoxins on the bulb mite, *Rhizoglyphus robini* (Claparede) (Acari, Acaridae). *Journal of Applied Entomology*. 128 (1): 56-63.
- CERDEIRA A. L., DUKE S. O. (2006): The Current status and environmental impacts of glyphosate-resistant crops. *Journal of Environmental Quality*. 35: 1633-1658.
- DEVARE M. H., JONES C. M., THIES J. E. (2004): Effect of Cry3Bb Transgenic Corn and Tefluthrin on the Soil Microbial Community: Biomass, Activity, and Diversity. *Journal of Environmental Quality*. 33: 837 – 843.

- FERRÉ J., ESCRICHE B., BEL Y., van RIE J. (1995): Biochemistry and genetics of insect resistance to *Bacillus thuringiensis* insecticidal crystal proteins. *FEMS Microbiology Letters*. 132(1-2): 7 – 181.
- DUAN J. J., HEAD G., MCKEE M. J., NICKSON T. E., MARITN J. W., SAYEGH F. S. (2002): Evaluation of dietary effects of transgenic corn pollen expressing Cry3Bb1 protein on a non-target ladybird beetle, *Coleomegilla maculata*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 104 (2-3): 271-280.
- DUAN J. J., PARADISE M. S., LUNDGREN J. G., BOOKOUT J. T., JIANG C. J., WIEDENMANN R. N. (2006): Assessing nontarget impacts of Bt corn resistant to corn rootworms: Tier-1 testing with larvae of *Poecilus chalcites* (Coleoptera: Carabidae). *Environmental Entomology*. 35 (1): 135-142.
- DUAN J. J., TEIXEIRA D., HUESING J. E., JIANG C. J. (2008): Assessing the risk to nontarget organisms from Bt corn resistant to corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae): Tier-I testing with *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthracoridae). *Environmental Entomology*. 37 (3): 838-844.
- FERRÉ J., van RIE J. (2002): Biochemistry and genetics of insect resistance to *Bacillus thuringiensis*. *Annual Review of Entomology*. 47: 501–533.
- FONTES E. M. G., PIRES C. S. S., SUJII E. R., PANIZZI A. R. (2002): The Environmental effects of genetically modified crops resistant to insects. *Neotropical Entomology*. 31(4):497-513.
- FIORITO T. M., COZ I., STOTZKY G. (2008): Adsorption and binding of the transgenic plant proteins, human serum albumin, beta-glucuronidase, and Cry3Bb1, on montmorillonite and kaolinite: Microbial utilization and enzymatic activity of free and clay-bound proteins. *Applied Clay Science*. 39 (3-4): 142-150.
- HABUŠTOVÁ O., SEHNAL F., HUSSEIN H. (2006): Insect communities on maize expressing a Bt-toxin. *Acta Fytotechnica et Zootechnica* (online). 8 (1): 9-11.
- HAWES C., HAUGHTON A. J., OSBORNE J. L., ROY D B., CLARK S. J., PERRY J. N., ROTHERY P., BOHAN D. A., BROOKS D. R., CHAMPOIN G. T., DEWAR A. M., HEARD M. S., WOIWOD I. P., DANIELS R. E., YOUNG M. W., PARISH A. M., SCOTT R. J., FIRBANK L. G., SQUIRE G. R. (2003): Responses of plants and invertebrate trophic groups to contrasting herbicide regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. 358 (B): 1899–1913.
- HEAD G., MOAR W., EUBANKS M., FREEMAN B., RUBERSON J., HAGERTY A., TURNIPSEED S. (2005): A Multiyear, large-scale comparison of arthropod populations on commercially managed Bt and Non-Bt cotton fields: *Environmental Entomology*. 34(5): 1257-1266.
- HEALY C., HAMMOND B., KIRKPATRICK J. (2008): Results of a 13-week safety assurance study with rats fed grain from corn rootworm-protected, glyphosate-tolerant MON 88017 corn. *Food and Chemical Toxicology*. 46 (7): 2517-2524.
- HONEMANN L., NENTWIG W. (2009): Are survival and reproduction of *Enchytraeus albidus* (Annelida: Enchytraeidae) at risk by feeding on Bt-maize litter? *European Journal of Soil Biology*. 45 (4): 351-355.
- HONEMANN L., ZURBRÜGG C., Nentwig W. (2008): Effects of Bt-corn decomposition on the composition of the soil meso- and macrofauna. *Applied Soil Ecology*. 40 (2): 203-209.
- HŮLA M. (2002): Abundance entomopatogenních hlístovek (rod *Steinernema* a *Heterorhabditis*) v závislosti na hostitelích v dubových habitatech v okolí Českých Budějovic. *Biologická fakulta Jihočeské Univerzity v Českých Budějovicích*. Magisterská práce. 59 p.
- ICOZ I., SAXENA, D., ANDOW D. A., ZWAHLEN C., STOTZKY G.(2008): Microbial populations and enzyme activities in soil in situ under transgenic corn expressing Cry proteins from *Bacillus thuringiensis*. *Journal of Environmental Quality*. 37 (2): 647-662.

- ICOZ I., STOTZKY G. (2008): Cry3Bb1 protein from *Bacillus thuringiensis* in root exudates and biomass of transgenic corn does not persist in soil. *Transgenic Research*. 17: 609–620.
- KAISER-ALEXNAT R. (2009): Protease activities in the midgut of Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). *Journal of Invertebrate Pathology*. 100: 169–174.
- KEMPSON. D., LLOYD M., GHELARDI R. (1963): A new extractor for woodland litter. *Pedobiologia*. 3:1-21.
- KERRY B. R. (2000): Rhizosphere interaction and the exploitation of microbial agents for the biological control of plant-parasitic Nematodes. *Annual Review of Phytopathology*. 38: 423-441.
- KIM J.-H., SEO Y.-J., KIM J.-Y., HAN Y.-S., LEE K.-S., KIM S.-A., KIM H.-N., AHN K., LEE S.-I., KIM H.-Y. (2009): Allergenicity assessment of Cry proteins in insect-resistant genetically modified maize Bt11, MON810, and MON863. *Food Science and Biotechnology*. 18 (5): 1273-1278.
- KOUBOVÁ D. (2006): Bázlivec kukuřičný - nebezpečný škůdce kukuřice. *Informační přehledy ÚZPI*. 18p.
- LAWHORN C. N., NEHER D. A., DIVELY G. P. (2009): Impact of coleopteran targeting toxin (Cry3Bb1) of Bt corn on microbially mediated decomposition. *Applied Soil Ecology*. 41: 364–368.
- LEHMAN R. M., OSBORNE S. L., ROSENTRATER K. A. (2008a): No differences in decomposition rates observed between *Bacillus thuringiensis* and non-*Bacillus thuringiensis* corn residue incubated in the field. *Agronomy Journal*. 100 (1): 163-168.
- LEHMAN R. M., OSBORNE S. L., ROSENTRATER K. A. (2008b): No evidence that *Bacillus thuringiensis* genes and their products influence the susceptibility of corn residue to decomposition. *Agronomy Journal*. 100 (6): 1687-1693.
- LEPŠ J., ŠMILAUER P. (2000): Mnohorozměrná analýza ekologických dat. České Budějovice. Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. 102p.
- LI Y., MEISSE M., ROMEIS J. (2008): Consumption of Bt maize pollen expressing Cry1Ab or Cry3Bb1 does not harm adult green lacewings, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Plos One*. 3(8): 1371.
- LUDY C., LANG A. (2006): A 3-year weld-scale monitoring of foliage-dwelling spiders (Araneae) in transgenic Bt maize welds and adjacent weld margins. *Biological Control*. 38. 314–324.
- LUNDGREN J. G., WIEDENMANN R. N. (2005): Tritrophic interactions among Bt (CryMb1) corn, aphid prey, and the predator *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology*. 34 (6): 1621-1625.
- MATTILA H. R., SEARS M. K., DUAN J. J. (2005): Response of *Danaus plexippus* to pollen of two new Bt corn events via laboratory bioassay. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 116 (1): 31-41.
- MCCANN M. C., TRUJILLO W. A., RIORDAN S. G., SORBERT R., BOGDANOVA N. N., SIDHU R. S. (2007): Comparison of the forage and grain composition from insect-protected and glyphosate-tolerant MON 88017 corn to conventional corn (*Zea mays* L.). *Agricultural and Food Chemistry*. 55 (10): 4034-4042.
- McMANUS B. L., FULLER B. W., BOETEL M. A., FRENCH B. W., ELLSBURY M. M., HEAD G. P. (2005): Abundance of *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae) in corn rootworm-resistant Cry3Bb1 maize. *Journal of Economic Entomology*. 98 (6): 1992-1998.
- MEISSE M., ROMEIS J. (2009): The web-building spider *Theridion impressum* (Araneae: Theridiidae) is not adversely affected by Bt maize resistant to corn rootworms. *Plant Biotechnology Journal*. 7 (7): 645-656.

- MULLIN C. A., SAUNDERS M. C., LESLIE T. W., BIDDINGER D. J., FLEISCHER S. J. (2005): Toxic and behavioral effects to Carabidae of seed treatments used on Cry3Bb1- and Cry1Ab/c-protected corn. *Environmental Entomology*. 34 (6): 1626-1636.
- NARANJO S. (2005a): Long-term assessment of the effects of transgenic Bt cotton on the abundance of nontarget arthropod natural enemies. *Environmental Entomology*. 34(5): 1119-1210.
- NARANJO S. (2005b): Long-term assessment of the effects of transgenic Bt cotton on the function of the natural enemy community. *Environmental Entomology*. 34(5): 1211-1223.
- NGUYEN H., HUNFELD H., MEISSE M., MIETHLING-GRAFF R., PAGAL-WIEDER S., RAUSCHEN S., ZURBRUEGG C., EBER S., GESSLER F., ROMEIS J., TEBBE C. CH., NENTWIG W., JEHLE J. A. (2008): Round robin quantitation of Cry3Bb1 using the qualitative PathoScreen ELISA. *GMO in Integral Plant Production. IOBC prs Bulletin*. 33: 59-66.
- NGUYEN H., JEHLE J. A. (2009) Expression of Cry3Bb1 in Transgenic Corn MON88017. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57 (21): 9990–9996.
- NOWATZKI T. M., ZHOU X., MEINKE L. J., VAUGHN T., SIEGFRIED B. D. (2006): Effect of *Bacillus thuringiensis* Cry3Bb1 protein on the feeding behavior and longevity of adult western corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of Economic Entomology*. 99 (3): 927-930.
- PAVLIŠ P. (2008): Interaktivní softwarové nástroje pro hodnocení vlivů stresorů v monitoringu životního prostředí. Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity. Dizertační práce. 105 p.
- POERSCHMANN J., RAUSCHEN S., LANGER U., AUGUSTIN J., GORECKI T. (2009): Fatty acid patterns of genetically modified Cry3Bb1 expressing Bt-maize MON88017 and its near-isogenic line. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57 (1): 127-132.
- PRIHODA K. R., COATS J. R. (2008a): Aquatic fate and effects of *Bacillus thuringiensis* Cry3Bb1 protein: toward risk assessment. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 27 (4): 793-798.
- PRIHODA K. R., COATS J. R. (2008b): Fate of *Bacillus thuringiensis* (Bt) Cry3Bb1 protein in a soil microcosm. *Chemosphere*. 73: 1102–1107.
- RAUSCHEN S., SCHULTHEIS E., PAGEL-WIEDER S., SCHUPHAN I., EBER S. (2009): Impact of Bt-corn MON88017 in comparison to free conventional lines on *Trigonotylus caelestialium* (Kirkaldy) (Heteroptera: Miridae) field densities. *Transgenic Research*. 18. 203–214.
- RIPKA P., ĎAŘO S., KREIDL M., NOVÁK J. (2005): *Senzory a převodníky*. Praha: ČVUT, Fakulta elektrotechnická. 135 p.
- SAXENA D., STOTZKY G. (2000): Insecticidal toxin from *Bacillus thuringiensis* is released from roots of transgenic Bt corn in vitro and in situ. *FEMS Microbiology ecology*. 33: 35-39.
- SHIRAI Y. (2006): Laboratory evaluation of effects of transgenic Bt corn pollen on two non-target herbivorous beetles, *Epilachna vigintioctopunctata* (Coccinellidae) and *Galerucella vittaticollis* (Chrysomelidae). *Applied Entomology and Zoology*. 41 (4): 607-611.
- SIDHU R. S., BROWN S. (2004): Petition for the determinativ of nonregulated status for MON 88017 corn. Monsanto Company 01-CR-108U. 277 p.
- SPITZER L. (2004): Společenstvo epigeických členovců porostu kukuřice. Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Magisterská práce. 77 p.

STENBRECHER I. (2004): Effects of Bt transgenes on herbivorous insect-parasitoid interactions. Disertační práce. 81 p.

VAUGHN T., CABATO T., BRAR G., COOMBE T., DeGOYER T., FORD S., GROTH M., HOWE A., JOHNSONS S., KOLACZ K., PILCHER C., PURCELL J., ROMANO C., ENGLISH L., PERSHING J. (2005): A method of controlling corn rootworm feeding using a *Bacillus thuringiensis* protein expressed in transgenic maize. Crop Science. 45 (3): 931-938.

WHITEHOUSE M. E. A., WILSON L. J., FITT G. P. (2005): A Comparison of arthropod communities in transgenic Bt and conventional cotton in Australia. Environmental Entomology. 34(5): 1224-1241.

WHITE S., DOEBLEY J. (1998): Of Genes and genomes and the origin of maize. Trends in Genetics. 14 (8.): 327-332.

XIAO N., JING B., GE F., LIU X. (2006): The fate of herbicide acetochlor and its toxicity to *Eisenia fetida* under laboratory conditions. Chemosphere. 62 (8): 1366-1373.

ZURBRÜGG C., NENTWIG W. (2009): Ingestion and excretion of two transgenic Bt corn varieties by slugs. Transgenic Research. 18: 215–225.

ZWAHLEN C., HILBECK A., GUGERLI P., NENTWIG W. (2003): Degradation of the Cry1Ab protein within transgenic *Bacillus thuringiensis* corn tissue in the field. Molecular Ecology. 12: 765-775.

Webové reference:

DOLL, J. (1999): Glyphosate resistance in another plant. University of Wisconsin. Wisconsin Crop Manager Newsletter:

URL:< http://www.biotech-info.net/glyphosate_resist.html> [12. 12. 2009]

MONSANTO COMPANY (2003): *Bacillus thuringiensis* Cry3Bb1 Protein and the Genetic Material Necessary for its Production (Vector ZMIR13L) in Event MON863 Corn (006484) Fact Sheet:

URL:<http://www.epa.gov/oppbopd1/biopesticides/ingredients/factsheets/factsheet_006484.htm> [30. 11. 2009]

PAIRS F. B., PILCHER S. D. (2006): Western Corn Rootworm. Colorado University. U.S. Department of Agriculture and Colorado counties cooperatin:

URL:< <http://www.ext.colostate.edu/pubs/insect/05570.html>> [11. 12. 2009]

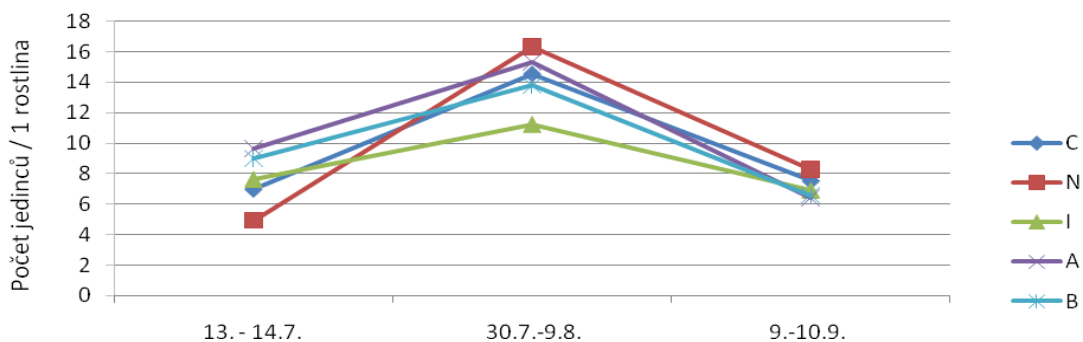
7 PŘÍLOHA

Příloha 1: Množství jedinců nalezených na rostlinách kukuřice a jejich taxonomické zařazení. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.

				TYP MANAGEMENTU						
řád	čeleď	druh	vývojové stadium	C	N	I	A	B		
Araneae	nespec.		dospělec	38	31	28	52	29		
Coleoptera	Coccinellidae	nespecifikováno	vajíčka	25	10	18	11	20		
			larva	6	15	5	4	9		
			kukla	1	1	1	0	3		
			dospělec	12	9	5	1	13		
			Elateridae	nespec.	larva	1	13	7	3	9
	Staphilinidae	nespec.	dospělec	3	3	4	5	16		
			nespec.	dospělec	8	16	8	6	20	
			Diptera	nespec.	larva	26	16	20	26	34
			kukla	1	39	0	0	5		
			dospělec	13	10	2	7	12		
			Hemiptera	Anthocoridae	<i>Orius sp.</i>	dospělci i nymfy	140	67	85	103
	Aphididae	<i>Metopolophium dirhodum</i>	okřídlená forma	4	0	11	1	1		
			neokřídlená forma	330	269	522	318	261		
			<i>Rhopalosiphum padi</i>	okřídlená forma	30	22	27	39	53	
			neokřídlená forma	974	1701	1481	3721	1687		
			<i>Sitobium avenae</i>	okřídlená forma	0	0	0	0	5	
			neokřídlená forma	1	7	0	0	0		
Hymenoptera	Braconidae	nespec.	dospělec	9	5	1	5	5		
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Helicoverpa armigera</i>	larva	0	0	1	0	0		
			Pyralidae	<i>Ostrinia nubilalis</i>	vajíčka	0	0	61	1	21
					larva	20	32	43	64	55
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	vajíčka	24	38	68	25	15		
			larva	1	5	2	5	4		
			dospělec	1	0	1	2	0		
Prostigmata (Acari)	nespec.			5	0	7	4	8		
Thysanoptera	Aeolothripidae	<i>Aeolothrips fasciatus</i>	dospělec	4	8	1	0	4		
			Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i>	dospělec	1224	1199	1069	1271	1322
	nymfa	229			279	261	297	145		

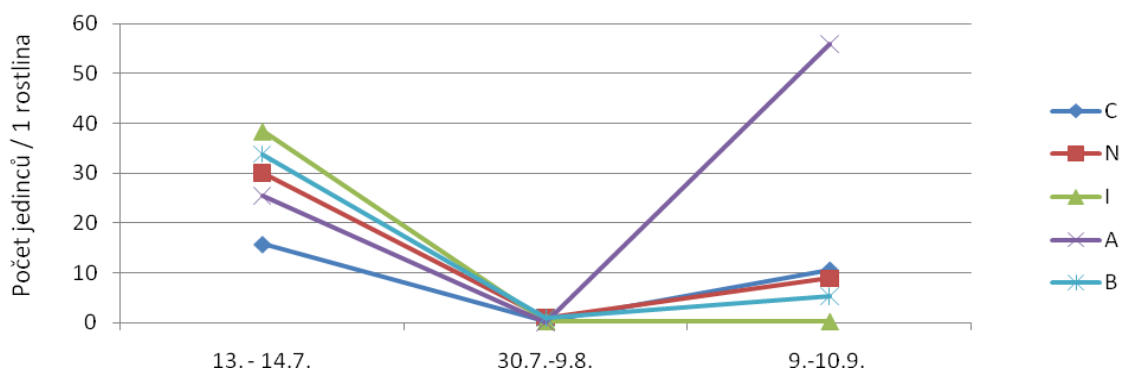
Příloha 2: Průměrné množství třásněnky západní (*Frankliniella occidentalis*) na jedné rostlině v jednotlivých odběrech. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.

Výskyt třásněnky západní (*Frankliniella occidentalis*) v průběhu vegetační sezony

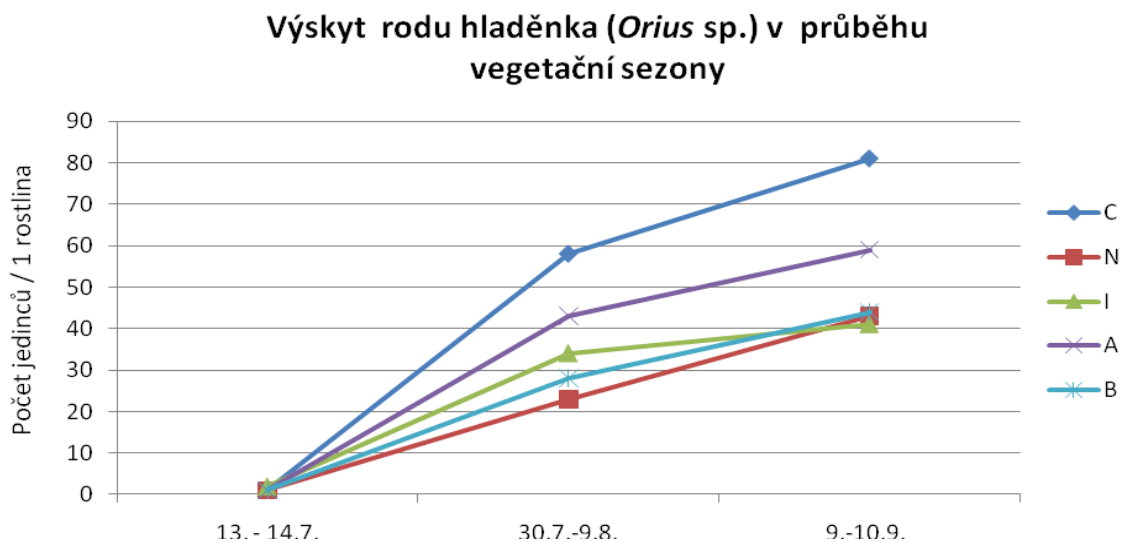


Příloha 3: Průměrné množství jedinců čeledi mšicovitých (Aphididae) na jedné rostlině v jednotlivých odběrech. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.

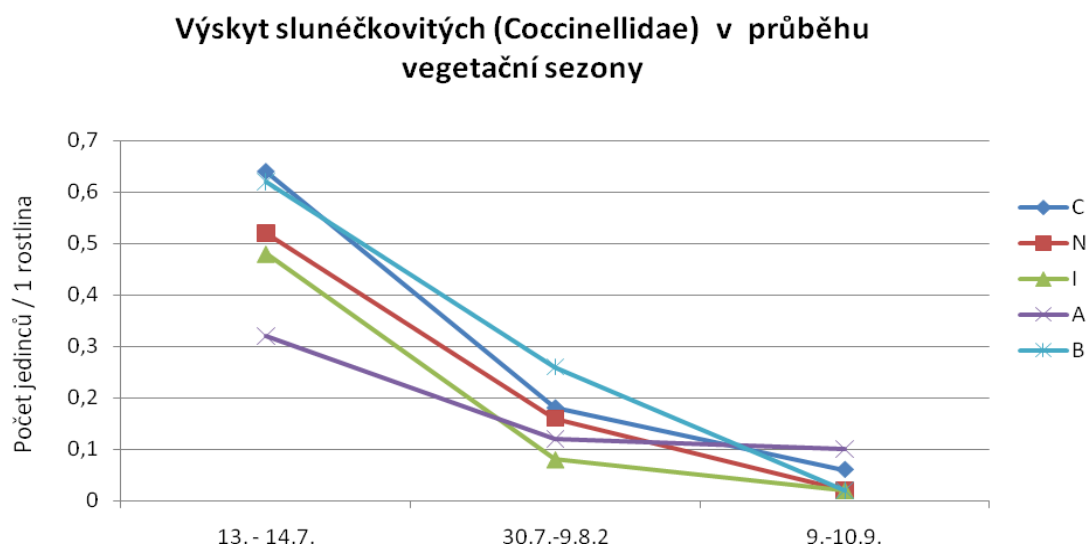
Výskyt mšicovitých (*Aphididae*) v průběhu vegetační sezony



Příloha 4: Průměrné množství jedinců rodu hladěnka (*Orius* sp.) na jedné rostlině v jednotlivých odběrech. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N:izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.



Příloha 5: Průměrné množství jedinců slunéčkovitých (Coccinellidae) na jedné rostlině v jednotlivých odběrech. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N:izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.



Příloha 6: Přehled zkratk druhů zobrazených v ordinačním diagramu na obrázku 4.

zkratka	skupina či druh	český ekvivalent
Araneae	Araneae	pavouci
Braco	Braconidae	lumčíkovití
Cocc	Coccinellidae	slunéčkovití
Dipt	Diptera	dvoukřídlí
Elater L	larva Elateridae	kovaříkovití
Frank	<i>Frankliniella occidentalis</i>	třásněnka západní
Chry	<i>Chrysoperla carnea</i>	zlatoočka obecná
Meto	<i>Metopolophium dirhodum</i>	kyjatka travní
Orius	<i>Orius</i> sp.	hladěnka
Ostr L	larva <i>Ostrinia nubilalis</i>	zavíješ kukuřičný
Rho	<i>Rhopalosiphum padi</i>	mšice střemchová

Příloha 7: Počet nalezených pavouků (Araneae):

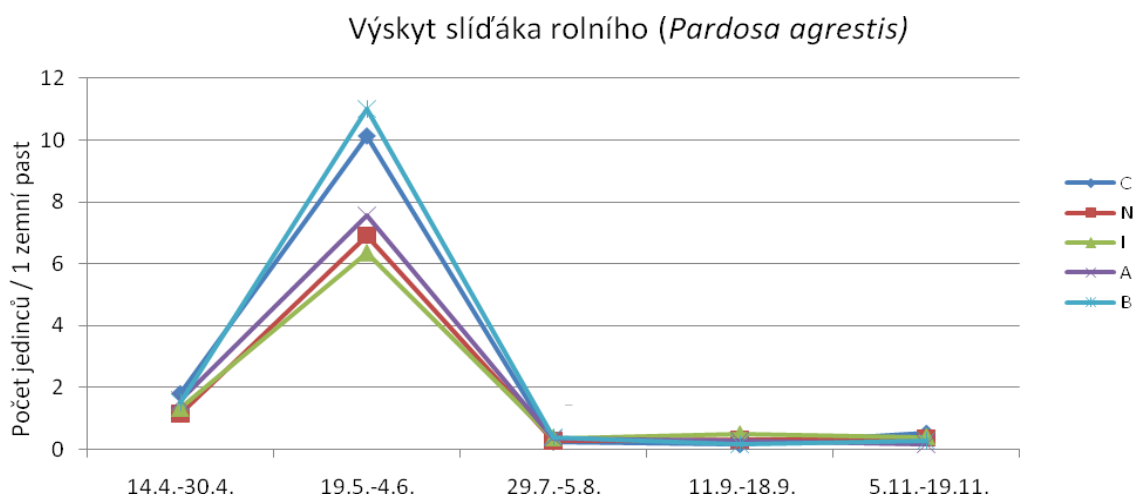
P: počet jedinců v pastech před zasetím

S: počet jedinců v pastech během sezony a po zaorání kukuřičné biomasy

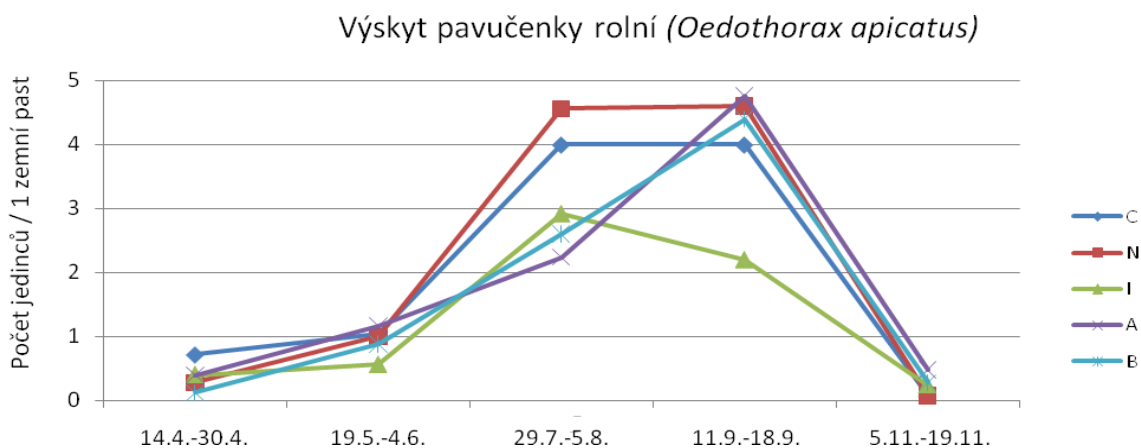
čeleď	druh	TYP MANAGEMENTU										
		C		N		I		A		B		
		P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	
Amaurobiidae	<i>Coelotes terrestris</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Araneidae	<i>Araniella opisthographa</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Gibbaranea gibbosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Mastigusa arietina</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	neidentifikováno	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Clubionidae	<i>Clubiona cf. leucaspis</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	neidentifikováno	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Corinnidae	<i>Phrurolithus festivus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Dictynidae	<i>Lathys humilis</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Gnaphosidae	<i>Drassyllus lutetianus</i>	0	0	1	1	0	0	1	1	2	1	1
	<i>Drassyllus pusillus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Haplodrassus silvestris</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	neidentifikováno	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Liocranidae	<i>Agroeca brunnea</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Linyphiidae	<i>Araeoncus humilis</i>	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	5
	<i>Bathypantes gracilis</i>	0	3	0	2	0	2	0	3	0	0	0
	<i>Bathypantes parvulus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Centromerita bicolor</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Centromerus aequilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	<i>Centromerus sylvaticus</i>	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Dicymbium nigrum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Erigone atra</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Erigone dentipalpis</i>	0	1	0	0	0	3	0	1	0	0	1
	<i>Hypomma bituberculatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Meioneta rurestris</i>	0	0	1	2	1	2	0	6	0	0	4
	<i>Moebelia penicillata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Neriene clathrata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Oedothorax apicatus</i>	10	228	3	256	18	148	10	216	7	204	
	<i>Ostearius melanopygius</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Pelecopsis parallela</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pocadicnemis juncea</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
<i>Porrhomma microphthalmum</i>	1	52	2	38	3	14	1	31	2	32		

		TYP MANAGEMENTU									
		C		N		I		A		B	
čeleď	druh	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S
	<i>Porrhomma pygmaeum</i>	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Tallusia experta</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Tenuiphantes tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	<i>Walckenaeria vigilax</i>	0	0	6	3	0	0	0	1	0	0
	neidentifikováno	1	34	1	35	0	30	2	20	0	36
Lycosidae	<i>Alopecosa pulverulenta</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Pardosa agrestis</i>	40	276	38	197	45	190	33	209	29	296
	<i>Pardosa paludicola</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Pardosa palustris</i>	1	2	0	1	1	0	1	10	0	4
	<i>Pardosa prativaga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Pardosa pullata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	<i>Trochosa ruricola</i>	0	3	0	2	0	3	1	5	0	1
	<i>Trochosa terricola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	neidentifikováno	45	17	34	16	87	21	56	11	58	25
Mimentidae	<i>Ero furcata</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Philodromidae	<i>Philodromus margaritatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Tibellus oblongus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	neidentifikováno	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Pisauridae	<i>Pisaura mirabilis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	neidentifikováno	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Salticidae	<i>Ballus chalybeius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Heliophanus dubius</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Salticus zebraneus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Tetragnathidae	<i>Pachygnatha clercki</i>	0	0	0	2	1	5	0	2	0	3
	<i>Pachygnatha degeeri</i>	97	171	45	210	89	150	39	184	62	180
	<i>Pachygnatha listeri</i>	0	0	0	2	0	3	0	1	0	4
	neidentifikováno	0	1	1	4	0	0	0	3	0	5
Theridiidae	<i>Robertus arundineti</i>	3	1	0	0	1	1	2	2	1	2
	<i>Robertus lividus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Robertus neglectus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	neidentifikováno	0	0	1	0	0	1	0	3	0	0
Thomisidae	<i>Diaea dorsata</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Xysticus cristatus</i>	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0
	<i>Xysticus kochi</i>	13	12	28	8	37	14	26	9	22	20
	neidentifikováno	2	2	2	1	1	3	0	1	2	9
Zoridae	neidentifikováno	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

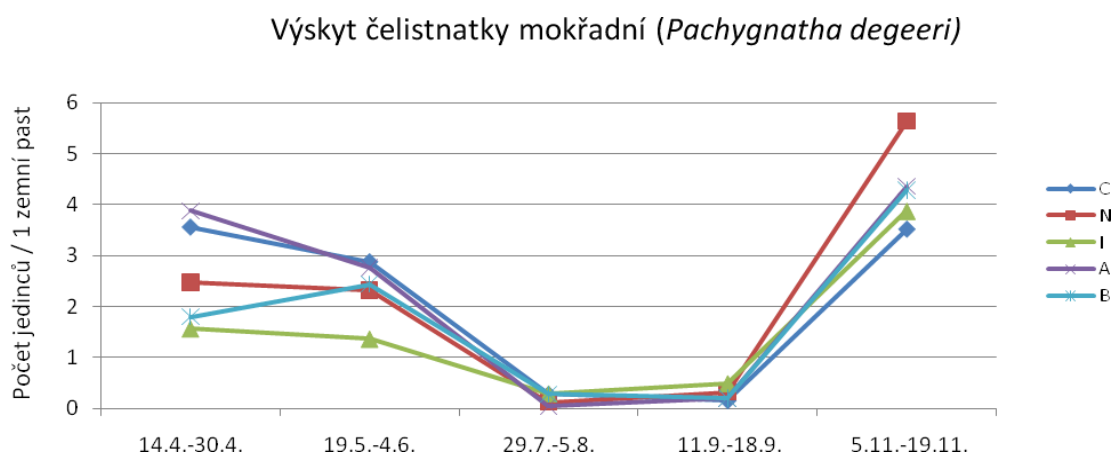
Příloha 8: Průměrné množství jedinců slídáka rolního (*Pardosa agrestis*) v 1 zemní pasti v jednotlivých odběrech. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.



Příloha 9: Průměrné množství jedinců pavučenky rolní (*Oedothorax apicatus*) v 1 zemní pasti v jednotlivých odběrech. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.



Příloha 10: Průměrné množství jedinců čelistnatky mokřadní (*Pachygnatha degeeri*) v 1 zemi pasti v jednotlivých odběrech. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.



Příloha 11: Přehled zkratk druhů zobrazených v ordinačním diagramu na obrázku 11.

zkratka	skupina či druh	český ekvivalent
BaiCha	<i>Ballus chalybeius</i>	skákavka nosatcová
HypBit	<i>Hypomma bituberculatum</i>	pavučenka dvoualaločná
Lin	Linyphiidae	plachtnatkovití
Lyc	Lycosidae	slíďákovití
OedApi	<i>Oedothorax apicatus</i>	pavučenka rolní
PachDeg	<i>Pachygnatha degeeri</i>	čelistnatka mokřadní
PachLis	<i>Pachygnatha listeri</i>	čelistnatka Listerova
ParAgr	<i>Pardosa agrestis</i>	slíďák rolní
ParPlu	<i>Pardosa palustris</i>	slíďák luční
PorMic	<i>Porrhomma microphthalmum</i>	plachetnatka drobnooká
TroRur	<i>Trochosa ruricola</i>	slíďák drápkatý
XysKoch	<i>Xysticus kochi</i>	běžník Kochův

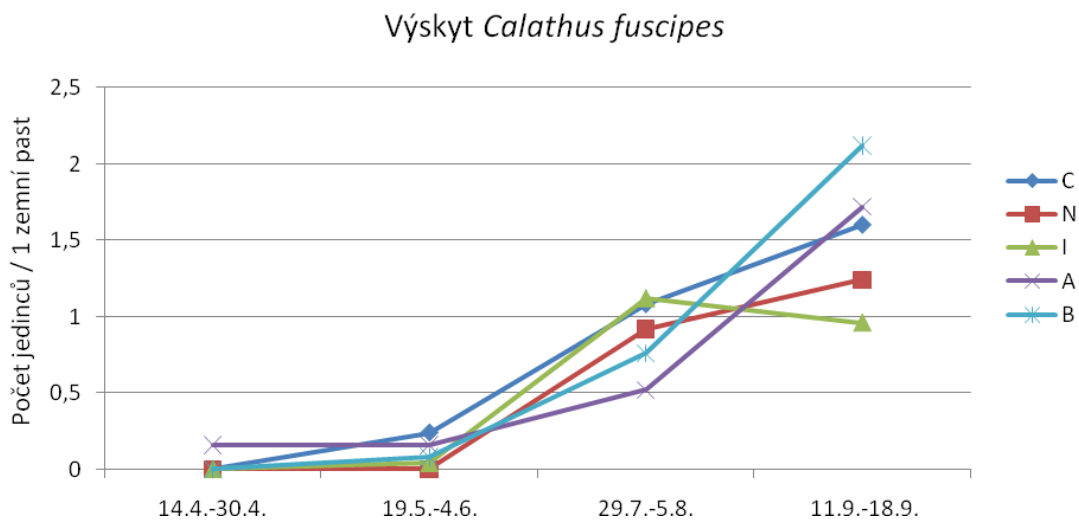
Příloha 12: Počet nalezených jedinců skupiny střevlíkovitých (Carabidae):

P: počet jedinců v pastech před zasetím

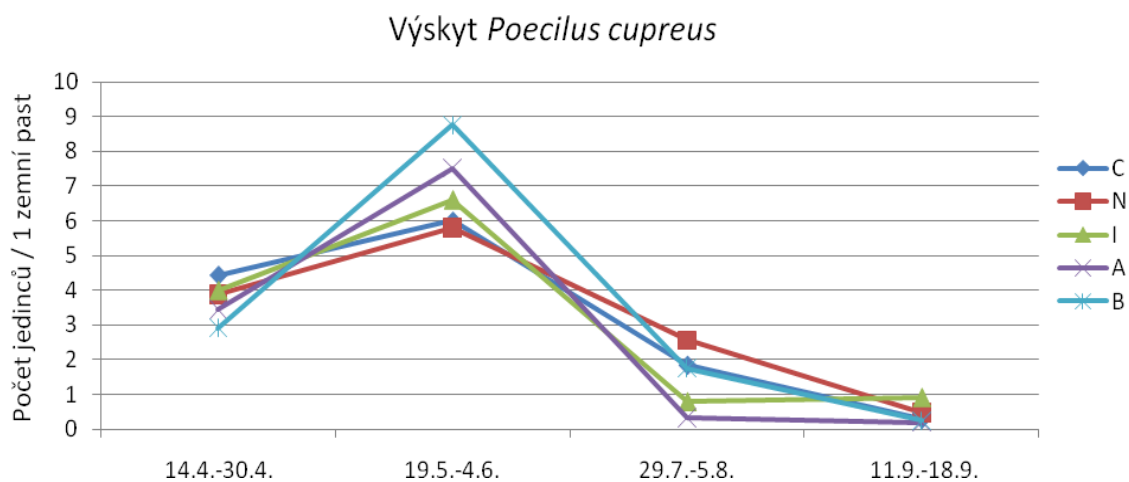
S: počet jedinců v pastech během sezony a po zaorání kukuřičné biomasy

rod	druh	TYP MANAGEMENTU									
		C		N		I		A		B	
		P	S	P	S	P	S	P	S	P	S
<i>Agonum</i>	<i>Agonum gracilipes</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Agonum muelleri</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Platynus assimilis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Amara</i>	<i>Amara aenea</i>	1	0	5	1	0	0	2	1	0	0
	<i>Amara familiaris</i>	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0
	<i>Amara montivaga</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anchomenus</i>	<i>Anchomenus dorsalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Bembidion</i>	<i>Bembidion lampros</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Bembidion quadrimaculatus</i>	0	0	0	0	0	1	4	2	0	2
<i>Calathus</i>	<i>Calathus fuscipes</i>	0	73	0	54	0	53	0	60	0	74
	<i>Calathus melanocephalus</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3
<i>Carabus</i>	<i>Carabus granulatus</i>	57	20	70	13	33	15	33	9	39	17
	<i>Carabus violaceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Clivinina</i>	<i>Clivina fossor</i>	0	2	1	2	0	0	0	1	0	1
<i>Harpalus</i>	<i>Harpalus affinis</i>	2	19	0	13	0	7	1	11	0	15
	<i>Harpalus rubripes</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Loricera</i>	<i>Loricera pilicornis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ophonus</i>	<i>Ophonus azureus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poecilus</i>	<i>Poecilus cupreus</i>	111	203	97	221	100	208	86	201	73	269
	<i>Poecilus versicolor</i>	7	63	4	27	2	7	12	67	4	36
<i>Pseudoophonus</i>	<i>Pseudoophonus rufipes</i>	0	6	0	11	0	9	0	12	0	12
<i>Pterostichus</i>	<i>Pterostichus melanarius</i>	19	1973	14	2045	7	1566	5	1566	12	2066
	<i>Pterostichus niger</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	<i>Pterostichus nigrata</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>Trechus</i>	<i>Trechus quadristriatus</i>	0	1	0	5	0	3	0	2	1	2

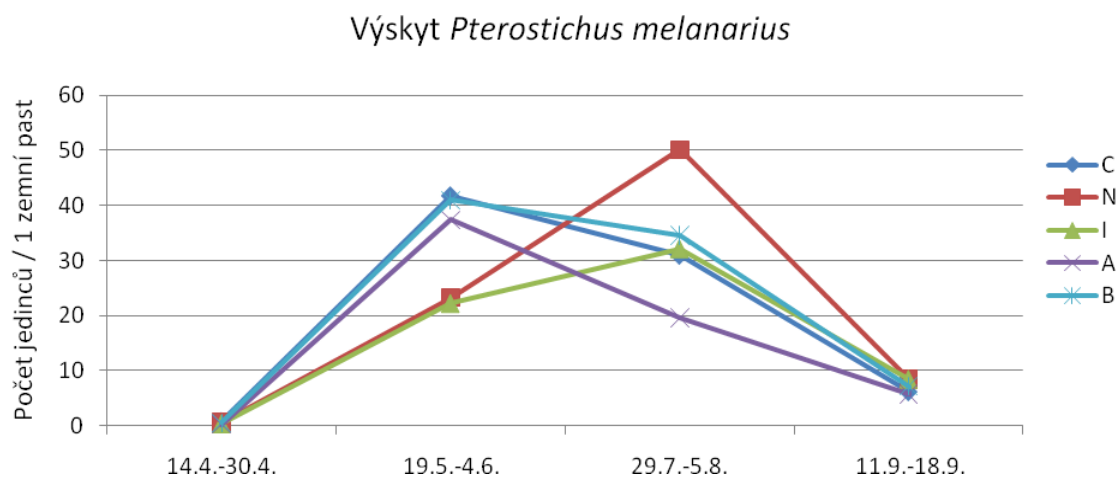
Příloha 13: Průměrné množství jedinců druhu *Calathus fuscipes* v 1 zemní pasti v jednotlivých odběrech. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N:izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.



Příloha 14: Průměrné množství jedinců druhu *Poecilus cupreus* v 1 zemní pasti v jednotlivých odběrech. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N:izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.



Příloha 15: Průměrné množství jedinců druhu *Pterostichus melanarius* v 1 zemi pasti v jednotlivých odběrech. Rozděleno dle typu managementu. Typy managementu: C: MON 88017, N: izogenní varianta, I: izogenní varianta ošetřená insekticidem, A: referenční odrůda, B: referenční odrůda.



Příloha 16: Přehled zkratk druhů zobrazených v ordinačním diagramu na obrázku 14.

zkratka	skupina či druh	český ekvivalent
AgoGra	<i>Agonum gracilipes</i>	-
HarAff	<i>Harpalus affinis</i>	kvapník modrý
CalFus	<i>Calathus fuscipes</i>	-
CarGran	<i>Carabus granulatus</i>	střevlík zrnitý
PoeCupr	<i>Poecilus cupreus</i>	střevlíček měděný
PoeVer	<i>Poecilus versicolor</i>	-
PseRuf	<i>Pseudoophonus rufipes</i>	kvapník plstnatý
PteMel	<i>Pterostichus melanarius</i>	-
PteNig	<i>Pterostichus niger</i>	střevlíček černý

Příloha 17: Počet nalezených jedinců skupiny drabčíkovitých (Staphylinidae):

P: počet jedinců v pastech před zasetím

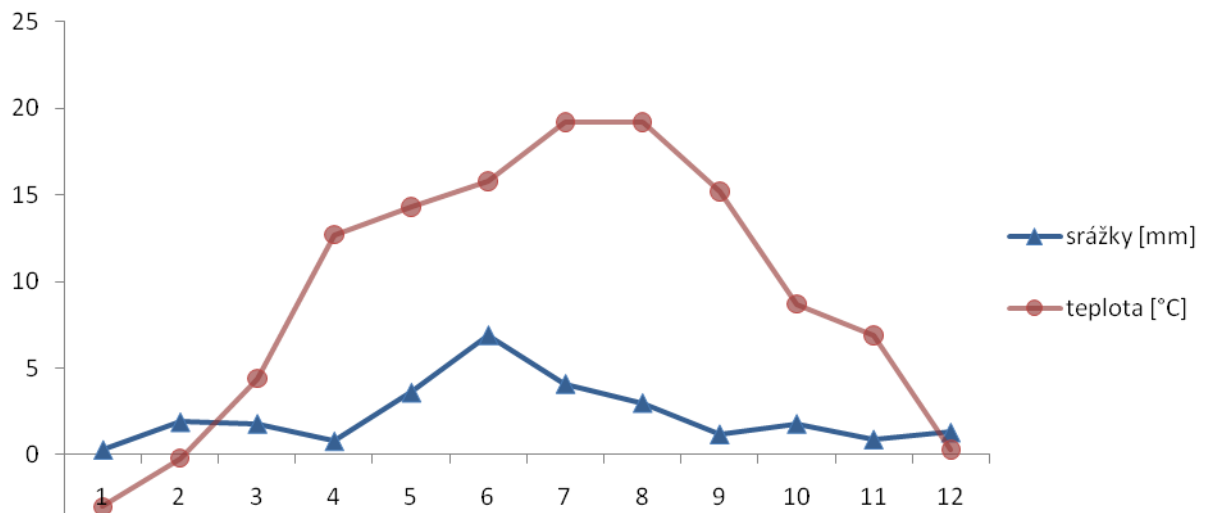
S: počet jedinců v pastech během sezony a po zaorání kukuřičné biomasy

rod	druh	TYP MANAGEMENTU									
		C		N		I		A		B	
		P	S	P	S	P	S	P	S	P	S
Aleochara	<i>Aleochara bipustulata</i>	0	3	0	3	0	1	0	0	0	1
Aloconota	<i>Aloconota sulcifrons</i>	5	0	0	0	2	1	0	1	1	1
Amischa	<i>Amischa analis</i>	1	0	3	2	5	1	4	1	0	1
	<i>Amischa decipien</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Anotylus	<i>Anotylus sculpturatus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Anotylus rugosus</i>	1	1	5	3	0	1	0	0	1	1
	<i>Anotylus tetracarinated</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
Atheta	<i>Atheta elongatul</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Atheta fungi</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Atheta nigripes</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Bisnius	<i>Bisnius fimetarius</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Carpelimus	<i>Carpelimus corticinus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
	<i>Carpelimus rivularis</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Gabrius	<i>Gabrius breviventer</i>	1	0	4	0	0	0	0	0	2	1
Ischnosoma	<i>Ischnosoma splendidum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Lathrobium	<i>Lathrobium fulvipenne</i>	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0
Lesteva	<i>Lesteva longoelytrata</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0
Mycetoporus	<i>Mycetoporus eppelsheimianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	<i>Mycetoporus lepidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Mycetoporus longulus</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Omalium	<i>Omalium caesum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Omalium rivulare</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Oxypoda	<i>Oxypoda acuminata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Oxypoda opaca</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Philonthus	<i>Philonthus atratus</i>	0	3	0	1	0	0	0	0	0	2
	<i>Philonthus carbonarius</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Philonthus decorus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Philonthus laevicollis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	<i>Philonthus rotundicollis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

		TYP MANAGEMENTU									
		C		N		I		A		B	
rod	druh	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S
Quedius	<i>Quedius cinctus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Scopaeus	<i>Scopaeus minutus</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Sepedophilus	<i>Sepedophilus pedicularius</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Tachinus	<i>Tachinus fimetarius</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Tachyporus	<i>Tachyporus hypnorum</i>	1	4	2	0	0	1	0	2	0	2
	<i>Tachyporus solutus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Xantholinus	<i>Xantholinus linearis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
	<i>Xantholinus longiventris</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
	<i>Xantholinus tricolor</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1

Příloha 18: Graf vývoje teplot během roku 2009

Průměrné měsíční teploty a srážky během roku 2009



Příloha 19: Graf vývoje teplot v době konání pokusu

