# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie

## Diverzita fytofágního hmyzu v porostu herbicid - tolerantní kukuřice

Diversity of phytophagous insects in herbicide – tolerant maize field

Diplomová práce


Autor diplomové práce: Bc. Zuzana Kořínková

Vedoucí diplomové práce: Doc. RNDr. Pavel Saska, Ph.D.



**2013 ©**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie

Fakulta životního prostředí

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Kořínková Zuzana

Regionální environmentální správa - kombinované Praha

Název práce

**Diverzita fytofágního hmyzu v porostu herbicid-tolerantní kukuřice**

Anglický název

**Diversity of phytophagous insects in herbicide-tolerant maize field**

---

**Cíle práce**

Cílem práce je zjistit vliv zpracování půdy a různých způsobů chemické ochrany proti plevelům na fytofágní hmyz a jejich přirozené nepřátele.

**Metodika**

Pokus s geneticky modifikovanou kukuřicí odolnou proti herbicidům je založen v Polabí, farma Opolany. Pokus je dvouletý (2010-2011). Polní pokus zahrnuje 3 varianty zpracování půdy (konvenční orba, redukovaná orba (strniště) a mulč) a 5 variant chemického ošetření proti plevelům (neošetřená kontrola, pre-emergentní aplikace herbicidů, post-emergentní aplikace herbicidů, RR split aplikace, RR+půdně aktivní herbicid TM), každá kombinace ve třech opakováních. Celkem pokus zahrnuje 45 parcelek.

Herbivorní hmyz a jeho přirození nepřátelé je monitorován pomocí žlutých lepových desek, které jsou připevněny na dvoumetrové tyče vždy ve výšce porostu, vždy ve dvou opakováních na kombinaci zpracování půdy/chemické ošetření. Odběry jsou opakovány 5x za sezónu v 3-4 týdenních intervalech, kdy každý odběr zahrnuje týdenní expozici lepových desek. Při každé návštěvě je odebráno 96 desek.

Úkolem této práce je zpracovat dvouleté sběry. Hmyz i další členovci bude determinován přímo na lepových deskách a určováni budou do nejnižší možné taxonomické úrovně. Výzkum se soustředí zejména na řád Coleoptera, dále Neuroptera a Heteroptera, a dále na řád Araneae. Data budou uchovávána v tabulkách Excell. Sorvnání proběhne jak v čase, tak mezi jednotlivými variantami.

**Harmonogram zpracování**

červen 2011 - zadání práce; první roční odběr vzorků;
červenec 2011 - druhý a třetí odběr vzorků; rozebírání a determinace;
srpen 2011 - čtvrtý odběr vzorků; rozebírání a determinace;
září 2011 - odevzdání literární rešerše; pátý odběr vzorků; rozebírání a determinace;
prosinec 2011 - rozebírání a determinace dokončeno.
leden 2012 - zpracování výsledků;
březen 2012 - dokončení diplomové práce;
duben 2012 - odevzdání práce;
červen 2012 - obhajoba.

**Rozsah textové části**

dle potřeby

**Klíčová slova**

GMO, členovci, žluté desky, zpracování půdy, chemické ošetření

**Doporučené zdroje informací**


Sehnal F., Drobník J. (Eds), 2009 – WHITE BOOK genetically modified crops. EU regulations and research experience from the Czech Republic. Agromanuál, 95 pp.

Marshall, E.J.P., Brown, V.K., Boatman, N.D., Lutman, P.J.W., Squire, G.R. & Ward, L.K. (2003). The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. Weed Research 43: 77-89.

Shelton, A.M., Zhao J.Z. and Roush, R.T. (2002). Economic, ecological, food safety and social consequences of the deployment of Bt transgenic plants. Annual Review of Entomology 47, pp.845–881

Barberi,P., Burgio,G., Dinelli,G., Moonen,A.C., Otto,S., Vazzana,C., and Zanin,G. (2010) Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationships between weeds and arthropod fauna. Weed Research, 50(5): 388-401.

Clark,S.J., Rothery,P., Perry,J.N., and Heard,M.S. (2007) Farm Scale Evaluations of herbicide-tolerant crops: assessment of within-field variation and sampling methodology for arable weeds. Weed Research, 47(2): 157-163.

Dill,G.M. (2005) Glyphosate-resistant crops: history, status and future. Pest Management Science, 61(3): 219-224.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences, 358(1439) - celé číslo.

http://www.efsa.europa.eu/en/panels/gmo.htm


**Vedoucí práce**

Saska Pavel, RNDr., Ph.D.

**Konzultant práce**

Mgr. Stanislava Koprdová

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí
-1-

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**
Vedoucí katedry

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**
Děkan fakulty

**V Praze dne 18.2.2013**

**PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím citované literatury. Svoluji k jejímu zapůjčení s tím, že veškeré informace budou řádně citovány.

V Humpolci 31. 03. 2013 …….

**PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych na tomto místě poděkovala své rodině, zejména svému otci za pomoc při zpracování nálezů na žlutých lepových deskách. Mé poděkování také patří doc. Pavlu Saskovi za trpělivost a odbornou pomoc při zpracování celé diplomové práce. Sběr dat byl finančně podpořen projektem NAZV QH91093 Zavádění geneticky modifikovaných hybridů kukuřice s rezistencí ke hmyzím škůdcům a tolerancí k neselektivním herbicidům v ČR s ohledem na biotické složky agroekosystému.

# ABSTRAKT

Tato diplomová práce zpracovává výsledky dvouletého pokusu (2010 – 2011) v porostu geneticky modifikované kukuřice odolné proti herbicidům. V rámci tohoto pokusu byly porovnávány tři varianty zpracování půdy – konvenční orba, redukovaná orba a mulč, dále bylo využito celkem pět způsobů chemického ošetření proti plevelům. Cílem mé práce bylo zjistit vliv orby a chemického ošetření na diverzitu létajícího hmyzu v porostu kukuřice tolerantní k herbicidům na bázi glyfosátu. Herbivorní hmyz byl monitorován pomocí žlutých lepových desek připevněných na dřevěných tyčích, vždy ve výšce porostu. Pro statistické zpracování dat byla použita analýza rozptylu ANOVA. V obou letech byl zaznamenán největší výskyt jedinců na plochách ošetřených kombinací postřiků Maister (150 g/ha) + Mero (1 l/ha) (POST_CONT). Nejméně jedinců pak bylo v roce 2010 nalezeno na parcelkách ošetřených kombinacemi chemické ochrany Post Guardian Safe Max (1,4 l/ha) + Roundup Rapid (2,4 l/ha) (EPOST_GLY) a Guardian Extra (3,5 l/ha) + POST Laudis (2,25 l/ha) (PRE_CONT). Naopak v roce 2011 bylo nejméně jedinců zaznamenáno na kombinaci Roundup (2,4 l/ha) při BBCH13 + Roundup (2,4 l/ha) při BBCH 16-18 (GLY_GLY) a na již zmíněné kombinaci EPOST_GLY. Zatímco zpracování půdy nemělo v roce 2010 na počet jedinců průkazný efekt, v roce 2011 bylo nejvíce jedinců nalezeno v konvenčním způsobu zpracování půdy. Vhodným způsobem zpracování půdy a vhodnou volbou chemického ošetření proti plevelům lze ovlivnit počet jedinců na porostu.



Klíčová slova: GMO, členovci, žluté desky, zpracování půdy, chemické ošetření proti plevelům.

## ABSTRACT

This thesis presents the results of a two-year experiment (2010 - 2011) with genetically modified maize resistant to herbicides. In this experiment three tillage treatments (conventional tillage, reduced tillage and mulch) were compared and five methods of chemical control strategies against weeds were also used. The aim of my work was to determine the effect of tillage and chemical treatments on the diversity of flying insects. The insects were monitored using yellow sticky traps. Analysis of variance ANOVA was used for statistical data processing. In both years, the highest incidence of individuals was found in plots treated with a combination of spraying Maister (150 g / ha) + Mero (1 l / ha) (POST_CONT). Individuals in 2010 was found in plots treated with combinations of chemical protection Post Guardian Safe Max (1.4 l / ha) + Roundup Rapid (2.4 l / ha) (EPOST_GLY) and Guardian Extra (3.5 l / ha ) + POST Laudis (2.25 l / ha) (PRE_CONT). On the contrary, the lowest number of recorded individuals was found on a combination of Roundup (2.4 l / ha) at BBCH13 + Roundup (2.4 l / ha) at BBCH 16-18 (GLY_GLY) and the aforementioned combination EPOST_GLY. While tillage had no effect in 2010, in 2011 most individuals were found in conventional tillage. Tillage and a suitable choice of chemical weed control treatments can influence the number of insects in the crop.



Keywords: GMO, arthropods, yellow sticky traps, tillage, chemical weed control.

# OBSAH


1. Geneticky modifikované organismy 9
2. Geneticky modifikované plodiny 12
   2. 1 Rozdělení transgenních plodin 12
      2. 1. 1 HT – strategie 12
         2. 1. 1. 1 Glyfosát 13
      2. 1. 2 Bt – strategie 14
      2. 1. 3 Dvojité hybridy 15
   2. 2 Výhody, nevýhody a rizika GM plodin 15
   2. 3 Pěstování transgenních plodin 17
      2. 3. 1 Geneticky modifikované plodiny ve světě 17
      2. 3. 2 Geneticky modifikované plodiny v ČR 17
         2. 3. 2. 1 Legislativně právní předpisy vztahující se k pěstování GM plodin v ČR 18
3. Ochrana rostlin proti plevelům 20
   3. 1 Metody ochrany rostlin 20
      3. 1. 1 Metody agrotechnické 20
      3. 1. 2 Chemické metody 21
         3. 1. 2. 1 Možnosti aplikace herbicidů 21
      3. 1. 3 Biologické metody 22
4. Kukuřice setá (*Zea mays*) 23
   4. 1 Ochrana kukuřice proti chorobám a škůdcům 25
      4. 1. 1 Regulace plevelů v období setí, vzcházení a tvorby listí 26
      4. 1. 2 Ochrana proti chorobám kukuřice v období setí, vzcházení a tvorby listí 27
      4. 1. 3 Ochrana proti škůdcům kukuřice v období setí, vzcházení a tvorby listí 27
   4. 2 Pěstování Bt kukuřice 28
      4. 2. 1 Výhody a nevýhody pěstování Bt kukuřice 28
5. Cíle diplomové práce 30
6. Metodika práce 30
   6. 1 Lokalita 30
   6. 2 Osivo 31
   6. 3 Pokusný design 32
   6. 4 Monitoring a sběr členovců 34
   6. 5. Metodika zpracování dat 35
7. Výsledky 37
   7. 1 Shrnutí nalezených dat 37
   7. 2 Analýza rozptylu 39
      7. 2. 1 Celkové počty nalezených jedinců za jednotlivá data sběru a sezónu 39
      7. 2. 2 Celkové počty nalezených taxonů za jednotlivá data sběru a sezónu 53
8. Diskuze 65
9. Závěr 69
10. Použitá literatura 71
11. Přílohy I

# 1. GENETICKY MODIFIKOVANÉ ORGANISMY

Zákon č. 78/2004 Sb. o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty definuje GMO následovně: „Geneticky modifikovaným organismem se rozumí takový organismus, jehož dědičný materiál byl změněn genetickou modifikací“.

Genetická modifikace představuje cílenou změnu dědičného materiálu, které se nedosáhne přirozenou rekombinací, nýbrž vnesením cizorodého dědičného materiálu do dědičného materiálu organismu nebo vynětím části genetického materiálu organismu (Vejl 2007). Genetickou modifikací tedy rozumíme cílený zásah do dědičné informace organismu. Z definice vyplývá, že za GMO nelze považovat produkt mutačního šlechtění ani buněčných fúzí, ale pouze za předpokladu, že výchozí biologický materiál ovlivněný těmito zásahy nebyl geneticky modifikovaný.

Základem umožňujícím rozvoj moderních biotechnologií se stalo objevení struktury kyseliny deoxyribonukleové (DNA), která je nositelkou genetických informací, v padesátých letech dvacátého století. Další významný objev následoval v sedmdesátých letech, kdy se podařilo jednotlivé geny izolovat a následně přenést do buněk jiného organismu. Tím byla otevřena možnost pro změnu genetického kódu určitého organismu. Roudná (2008) uvádí, že zatímco klasické metody křížení umožňují pouze křížení mezi jedinci téhož druhu, nanejvýš mezi jedinci blízce příbuzných druhů, genetické metody umožňují překonat tuto mezidruhovou a případně i mezirodovou bariéru.

Geneticky modifikovaní (=transgenní) živočichové jsou připravováni vložením cizorodé deoxyribonukleové kyseliny (DNA) do genomu pokusného živočicha. Kaňka (2007) uvádí, že v případě savců je DNA vkládána do časného neimplantačního embrya. Tato DNA se pak stává součástí genetického materiálu embrya a je přenášena do další generace. Zde můžeme zmínit modifikovaná laboratorní zvířata sloužící jako modely při výzkumu genetických poruch nebo při vývoji nových léků. Významné efekty přináší i vyřazení vlastního genu živočicha z funkce (tzv. genový knokaut).

Velkou budoucnost zřejmě mají i tzv. cisgenní organismy, které neobsahují cizorodé geny, byly pouze obohaceny o kompletní geny, které pocházejí ze stejného

druhu, nebo druhu, se kterým lze organismus křížit. Petr (2008) tvrdí, že drtivá většina těchto živočichů nachází uplatnění v základním výzkumu v oblasti biologie či medicíny. Pro tyto účely jsou využívány genetické modifikace např. u hlístice *Caenorhabditis elegans*, octomilky *Drosophila melanogaster* a v největší míře u laboratorní myši, popř. potkana.

Geneticky modifikované (= transgenní) plodiny jsou takové rostliny, u kterých byl změněn dědičný materiál (DNA) pomocí genových technologií. Jedná se o šlechtitelské metody (tzv. genové inženýrství) z oblasti biotechnologií, které používají v přírodě probíhající procesy. Genové technologie umožňují mezidruhový přenos genů, nejedná se však o tvorbu a vnášení uměle vytvořených genů. Rostliny se ve schopnosti přijmout cizí geny liší (Drobník 2006). Jednou z nejsnáze modifikovatelných rostlin je tabák, a proto na něm bylo provedeno mnoho výzkumů. Vzhledem k tomu, že příbuzným tabáku je rajče, není divu, že první prakticky zavedenou geneticky modifikovanou plodinou bylo právě rajče. Právě Doubková (2003) zmiňuje, že k prvnímu využití u rostlin došlo až v roce 1994, kdy byla v USA vyprodukována geneticky modifikovaná rajčata. Genetickou modifikací se zde utlumil enzym štěpící pektin, což zabránilo měknutí rajčat (Drobník 2006).

Zatímco geneticky modifikované zemědělské plodiny jsou přijímány leckde s rozpaky, přínos biotechnologií ve výzkumu, farmacii a medicíně nikdo nezpochybňuje. Například pomocí geneticky modifikovaných mikroorganismů je vyráběna řada léků (Doubková 2008). Prvním biotechnologickým produktem se stal lidský inzulín pro léčbu cukrovky, který nyní tvoří 70% světové produkce tohoto léčiva. Původní způsob jeho získávání z vepřových a hovězích slinivek by již zdaleka nestačil vzrůstající světové spotřebě. Jiným příkladem úspěšného použití biotechnologických postupů výroby je růstový hormon pro léčbu některých poruch růstu dětí, řada vakcín a také antibiotik. Geneticky modifikované mikroorganismy ve vzrůstající míře slouží v potravinářském a krmivářském průmyslu k výrobě některých enzymů, vitamínů nebo konzervačních látek. Klasických případem je enzym chymosin potřebný pro výrobu tvrdých sýrů. Dalšími takto vyráběnými látkami jsou podle Pekové (2008) riboflavin (vitamin B2, používaný i jako barvivo), beta-karoten, sladidlo aspartam aj.

Použití geneticky modifikovaných organismů je upraveno právními předpisy na mezinárodní i národní úrovni tak, aby byla zajištěna ochrana zdraví lidí i zvířat a životního prostředí.

# 2. GENETICKY MODIFIKOVANÉ PLODINY

Zemědělství představuje široké pole možností pro uplatnění geneticky modifikovaných organismů. Člověk měnil genetickou výbavu produkčních organismů (polních plodin, hospodářských zvířat) již od počátků domestikace v období neolitu. Šlechtění bylo a je významným faktorem umožňujícím zvyšování množství a stability produkce. Z pohledu pěstitele proto neexistuje reálný důvod pro rozlišování mezi klasickými metodami šlechtění a transgenezí (Holec & Soukup 2006). Rozhodující jsou především vlastnosti nové odrůdy. GM plodiny přinášejí výhody především pěstitelům. Další generace GM plodin mají přímý přínos také pro spotřebitele – např. GM plodiny s vyšším obsahem či lepší skladbou nutričních látek nebo GM plodiny s antikarcinogenními účinky; případně pro jiné než zemědělské obory – např. jedlé vakcíny, biodegradovatelné plasty, náhrada fosilních paliv, či odstraňování znečištění (Křístková 2009). Většina GM plodin slouží v současnosti jako krmivo nebo k průmyslovému zpracování (Doubková 2008).

## 2. 1 Rozdělení transgenních plodin

V současné době jsou pěstovány především plodiny nesoucí transgeny pro toleranci k neselektivním herbicidům, umožňující snadnější ochranu porostů před zaplevelením, dále plodiny s vnesenou rezistencí k hmyzím škůdcům, popřípadě kombinace obou těchto vlastností.

### 2. 1. 1 HT – strategie

Transgenní plodiny s geny tolerance k určitému herbicidu (angl. HT, herbicide-tolerant) se podle Holce & Soukupa (2006) vyznačují schopností tolerovat ošetření neselektivními herbicidy, které by za normální situace účinkovaly na veškerou vegetaci – plevele i plodinu. Tzv. neselektivní (totální) herbicidy se používají k regulaci nežádoucí vegetace mimo ornou půdu (Kazda et al. 2010). Odrůdy s herbicidní tolerancí umožňují aplikaci neselektivních herbicidů, aniž by došlo k jejich poškození, a tím značně usnadňují ochranu proti zaplevelení. Je zde také mnohem snazší ochrana proti takovým plevelům, které jsou s plodinou blízce příbuzné, a které jsou pomocí klasických selektivních herbicidů obtížně regulovatelné.

HT geny byly vloženy téměř do všech hlavních plodin světa včetně okrasných dřevin. Každá země může mít své vlastní zvláštní předpisy, pokud jde o rozšíření použití herbicidu. Schválení plodin HT je dále komplikováno otázkami týkajících se regulačních schválení. Přidáme-li celkové náklady na další testování herbicidu, registraci herbicidu, transformaci a výběr rostlin HT, výrobu a související monitoring a kontrolu kvality činnosti, snadno pochopíme, že přesvědčit trh o výhodnosti pěstování takových plodin není jednoduché (Holec & Soukup 2006).

Zatímco v některých případech se podnikání v tomto oboru ukázalo jako úspěšné (odrůdy kukuřice, sóji, řepky a bavlny tolerantní vůči herbicidům byly pěstovány od poloviny 90. let 20. století a byly široce přijímány farmáři v mnoha zemích), Devine (2005) poukazuje na to, že pro mnoho jiných plodin je pravděpodobnost komerčního zavedení HT odrůd velmi nízká.

#### 2. 1. 1. 1 Glyfosát

Glyfosát (N-fosfonomethyl-glycin) je široce používaný neselektivní herbicid, jehož mechanismus toxického účinku na rostliny spočívá v inhibici enzymu 5-enolpyruvylšikimát-3-fosfátsyntázy. Tento enzym je součástí biosyntézy aromatických aminokyselin u rostlin a jeho zablokování vede k narušení proteosyntézy a zániku rostliny (Danilova 2007). Protože živočichové tuto biosyntetickou dráhu nemají a získávají aromatické aminokyseliny z potravy, není pro ně glyfosát toxický, ani jinak nebezpečný (Williams et al. 2000).

Výzkumy o účincích glyfosátu trvají již 30 let. Přestože některé studie uvádějí, že herbicidy mají škodlivý vliv na klíčení a růst sazenic, je glyfosát stále registrovaný pro použití jako herbicid (Blackburn & Boutin 2003).

Dále Williams et al. (2000) tvrdí, že pokud byly u člověka pozorovány nepříznivé účinky herbicidů na bázi glyfosátu (kontaktní a systémové dermatitidy, podráždění očí a respirační potíže), byly vysvětlovány jako toxické účinky surfaktantů nebo látek usnadňujících aplikaci herbicidu. V červnu 2001 zařadila americká EPA (Environmental Protection Agency) glyfosát do kategorie látek, které pravděpodobně nejsou karcinogenní, ale krátce na to publikovaná studie švédských onkologů ukázala, že může vyvolat vznik rakoviny lymfatického systému (Hardell et al. 2002). Benachour & Séralini (2008) v experimentu na lidských buněčných kulturách prokázali, že glyfosátové herbicidy usmrcují všechny buňky do 24 hodin. Genotoxický potenciál těchto herbicidů byl prokázán i v dalších studiích (např.

Heydens et al. 2008). Otravy lidí glyfosátem jsou poměrně vzácné a dochází k nim při neopatrném zacházení s herbicidními přípravky. Jak uvádějí Weng et al. (2008), ke vstupu do organismu dochází polknutím, inhalací nebo průnikem přes kůži.

Sója a řepka rezistentní ke glyfosátu byly zavedeny v roce 1996, bavlna v roce 1997 a kukuřice v roce 1999. Vývoj rezistence vůči glyfosátu byl diskutován řadu let. Owen & Zelaya (2005) uvádějí, že přijetí glyfosát rezistentní kukuřice se zvyšuje, i když pomaleji než u sóji. Bez ohledu na to pěstitelé cítí, že výhody herbicidů převažují nad riziky.

I když je škoda, že názory a politika překonávají vědecké údaje, použití nejlepších vědeckých poznatků a metod při hodnocení nových technologií stále znamená pokrok vědy biotechnologií v zemědělství. Třicet let zkušeností s touto molekulou, spojených s jejím mechanismem účinku a jinými chemickými vlastnostmi podle Dilla (2005) naznačují, že vývoj plevelů rezistentních vůči glyfosátu byl, je a bude i nadále pomalejší než u jiných chemických látek.

### 2. 1. 2 Bt – strategie

Vysoký stupeň rezistence proti hmyzím škůdcům přinášejí transgenní plodiny označované jako Bt, což znamená vlastní produkci Bt toxinu, neboli látky produkované běžnou půdní bakterií *Bacillus thruringiensis*, která má smrtící účinek na hmyz (Holec & Soukup 2006). Pokud se škodlivý hmyz do takovéto plodiny zakousne, uhyne a nemůže ji dále poškozovat, neboť pozřel s rostlinným pletivem i Bt-toxin, který je pro tento hmyz jedovatý. Výhodou Bt strategie je její velmi přesné cílení na úzký okruh hmyzích škůdců a neškodnost vůči teplokrevným organismům.

Custers et al. (2006) uvádějí, že tato metoda se uplatňuje především u kukuřice, která je odolná vůči zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*), dále se aplikuje u brambor proti mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*) nebo u bavlníku proti makadlovce bavlníkové (*Pectinophora gossypiella*).

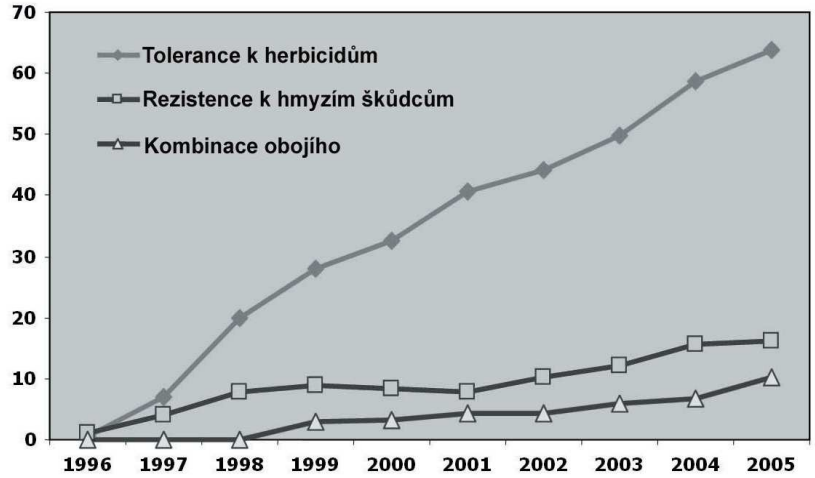
Bt plodiny přinášejí pozitivní efekt v podobě omezení aplikace chemických insekticidů na cílového škůdce (např. zavíječe kukuřičného) a s tím spojené úspory pohonných hmot (Roudná 2008).

O Bt kukuřici bude dále diskutováno v kapitole 4. 2.

### 2. 1. 3 Dvojité hybridy

Narůstajícím trendem je kombinace výše uvedených vlastností, tj. vkládání dvou a více transgenů do jedné rostliny. Na druhé straně je ovšem tato technologie založena
na masivním použití širokospektrých herbicidů, takže hrozí nebezpečí vzniku rezistentních plevelů (Kazda et al. 2010).

Obr. č. 1 – Celosvětová plocha osetá transgenními plodinami, rozděleno dle vnesené vlastnosti (v mil. ha) (Holec & Soukup 2006)




## 2. 2 Výhody, nevýhody a rizika GM plodin

Rakouský (2008) uvádí, že názory veřejnosti na genetické modifikace jsou rozdílné. Je třeba si uvědomit, že žádná z lidských činností není zcela bez rizik a stejně tak je tomu i u genetických modifikací. Souhrnně lze podle Prugara (2004) říct, že pěstování GM plodin má své klady i zápory.

**Hlavní výhody pěstování GM plodin:**

- výroba léků a vakcín
- uvádění GM rostlin rezistentních vůči hmyzu a herbicidům – zlepšení odolnosti proti hmyzím škůdcům, virovým, bakteriálním a plísňovým infekcím
- zlepšování stávajících plodin – rychlejší přínos nových odrůd na trh, vyšší výnosy kulturních plodin na téže ploše, zvyšování kvality komerčních odrůd
- ochrana životního prostředí – nižší spotřeba agrochemikálií

- zlepšení nutričních a technologických vlastností rostlinných produktů – zvýšení trvanlivosti a uchovatelnosti
- syntéza produktů, které jsou důležitými surovinami pro výrobu detergentů, lubrikantů, papíru atd.

**Nevýhody a rizika GM plodin:**

V této souvislosti se uvádějí případné zdravotní problémy, např. nebezpečí vzniku alergií. K ekologickým rizikům patří možné šíření nežádoucích genů, např. pylem, a riziko vzniku superplevelů tolerantních k herbicidům. Největší riziko spatřuje Hrdý (2002) v hrozícím paušálním zavádění odolných transgenních rostlin v situacích, kdy jejich použití není účelné. Jako důsledek neuváženého masového použití transgenního osiva hrozí předčasná selekce rezistentních populací škůdců.

Krahulec (2008) zmiňuje tato rizika:
zdravotní rizika -

- průnik genů do lidských buněk
- změny v živinách nebo zvýšené množství toxinů

riziko pro životní prostředí –

- obavy o tom, že GMO naruší ekosystém
- přenos genů do přírody semeny
- alergie
- odolnost proti antibiotikům

## 2. 3 Pěstování transgenních plodin

V celosvětovém měřítku jsou geneticky modifikované plodiny významnou složkou zemědělské výroby. Podíl ploch GM plodin v EU v rámci světa je však zanedbatelný.

### 2. 3. 1 Geneticky modifikované plodiny ve světě

Geneticky modifikované zemědělské plodiny se komerčně pěstují od roku 1995. Nejrozšířenější je pěstování geneticky modifikované sóji (V USA přes 90% produkce sóji), velmi rychle stoupá produkce GM kukuřice (především v USA) a také bavlníku (Čína, Indie), víceméně stagnuje podíl GM řepky (Kanada).

Dewar (2009) zmiňuje, že poprvé se geneticky modifikované plodiny ve světových statistikách objevily v roce 1996 s plochou cca 1,7 mil. ha.

Plodiny tolerantní k herbicidům představují v USA revoluční průlom. Baldwin (1999) uvádí, že plocha osázená kultivary sóji tolerantními ke glyfosátu je 50% z celkové rozlohy. Přijetí pěstování kukuřice tolerantní k herbicidu bylo pomalejší než u bavlny nebo sóji. Ovšem v současné době její přijetí roste.

Z celkové plochy GM plodin na světě v roce 2011 (160 mil. ha) tvoří 43% plocha v USA, tři největší státy (USA, Brazílie a Argentina) zaujímají plochu 77% z celku. GM plodiny pěstovalo 16,7 mil. pěstitelů v 29 státech světa (MZe 2011). Plocha GM plodin v EU stagnuje, nárůsty střídají poklesy. V roce 2011 došlo k nárůstu na historicky největší plochu, o 35%. První místo v pěstování GM plodin v EU tradičně zaujímá Španělsko, druhé je Portugalsko, Česká republika zaujímá třetí místo.

### 2. 3. 2 Geneticky modifikované plodiny v ČR

V ČR se mohou produkčně pěstovat pouze takové GM plodiny, které prošly přísným schvalovacím procesem na úrovni EU, zahrnujícím mimo jiné vyhodnocení případných rizik GM plodin pro zdraví lidí a zvířat i životní prostředí, a jejichž odrůdy byly zapsány do Státní odrůdové knihy v ČR, případně do Společného katalogu odrůd druhů zemědělských rostlin v EU. Pro pěstování v ČR je prozatím povolena pouze Bt kukuřice typu MON810. Druhou takto upravenou plodinou, která se pěstovala na polích v některých členských zemích včetně ČR, byla ještě donedávna i brambora Amflora určená k produkci škrobu. Poté, co ale vědci zjistili,

že v jejím případě došlo ke kontaminaci podobnou, ale ještě nepovolenou odrůdou, byla z trhu dočasně stažena (MZe 2011).

Bt kukuřice typu MON 810 je odolná vůči hmyzím škůdcům, zejména zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*), v důsledku vytváření tzv. Bt toxinu. Produkce je využívána jako krmivo, nejčastěji přímo pěstitelem, případně je zpracována na bioplyn.

V evropském kontextu se ČR řadí k dalším sedmi státům EU, které mají praktické zkušenosti s pěstování Bt kukuřice. Těmito státy jsou Španělsko, Portugalsko, Polsko, Slovensko, Rumunsko, Francie a Německo. V minulých letech se v Rumunsku úspěšně pěstovala GM sója tolerantní k neselektivním herbicidům (MZe 2011), po vstupu do EU v roce 2007 ovšem muselo Rumunsko od jejího pěstování zcela upustit (tato GM plodina není v EU pro pěstování povolena).

Tab. č. 1 - Pěstování GM kukuřice v EU (ha) (MZe 2011)

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Španělsko** | 53 200 | 54 000 | 75 150 | 79 270 | 76 000 | 67 730 | 97 325 |
| **Portugalsko** | 780 | 1 250 | 4 260 | 4 850 | 5 090 | 0 | 7 723 |
| **ČR** | 270 | 1 290 | 5 000 | 8 380 | 6 480 | 4 680 | 5 090 |
| **Polsko** | 0 | 0 | 100 | 3 000 | 3 000 | 0 | 3 000 |
| **Slovensko** | 0 | 30 | 950 | 1 900 | 870 | 1 250 | 760 |
| **Rumunsko** | 0 | 0 | 290 | 7 150 | 3 240 | 820 | 588 |
| **Francie** | 500 | 5 000 | 23 000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Německo** | 340 | 950 | 2 640 | 3 170 | 0 | 0 | 0 |
| **Celkem** | **55 090** | **62 520** | **111 390** | **107 720** | **94 680** | **74 480** | **114 486** |

### 2. 3. 2. 1 Legislativní právní předpisy vztahující se k pěstování GM plodin v ČR

- zákon č. 252/1997 Sb. o zemědělství, ve znění pozdějších předpisů
- prováděcí vyhláška č. 89/2006 Sb. o bližších podmínkách pěstování geneticky modifikované odrůdy
- částečně zákon č. 78/2004 Sb. o nakládání s geneticky modifikovanými organismy a genetickými produkty, ve znění pozdějších předpisů (zejména zákon č. 346/2005 Sb.), a to konkrétně §11 (označování produktů GM organismů) a §23 (ohlašování lokalit s pěstovanou GM plodinou)

Kromě našich zákonů platí v ČR i další přímo aplikovatelné předpisy EU týkající se GMO. Jedná se o tři nařízení Evropského parlamentu a Rady:

- nařízení EP a R č. 1829/2003 o geneticky modifikovaných potravinách krmivech
- nařízení EP a R č. 1830/2003 o zpětné dohledatelnosti a označování geneticky modifikovaných organismů a zpětné dohledatelnosti potravin a krmiv vyrobených z geneticky modifikovaných organismů a o změně směrnice 2001/18/ES
- nařízení EP a R č. 1946/2003 o pohybech geneticky modifikovaných organismů přes hranice, které přejímá Cartagenský protokol o biologické bezpečnosti.

Doubková (2006) zmiňuje, že podle právních předpisů se rozlišují 3 způsoby nakládání s GMO:

- uzavřené nakládání s GMO
- uvádění GMO do životního prostředí
- uvádění GMO a produktů do oběhu

# 3. OCHRANA ROSTLIN PROTI PLEVELŮM

K omezení výskytu poškození rostlin způsobených viry, bakteriemi, houbami a živočišnými škůdci se používají v ochraně rostlin různá opatření. Účelné využívání všech možností ochrany rostlin je podstatou systému integrované ochrany rostlin.

## 3. 1 Metody ochrany rostlin

K omezení výskytu chorob a škůdců se používají metody nepřímé a přímé. Nepřímé metody mají více preventivní charakter a jejich cílem je zamezit škodlivý výskyt vytvářením nepříznivých životních podmínek pro původce chorob a škůdce. Mezi metody nepřímé patří agrotechnické, šlechtitelské a organizační metody.
Cílem přímých opatření je zahubení původců chorob a škůdců. K metodám přímým patří chemické, biologické, mechanické a fyzikální opatření (Kazda et al. 2010).

### 3. 1. 1 Metody agrotechnické

Agrotechnickými zásahy se vytváří vhodné podmínky pro růst a vývoj rostlin. Zároveň je možno vytvořit nepříznivé podmínky pro rozvoj chorob a vývoj škůdců (Kocourek et al. 2008).

- Zpracování půdy - významnou měrou ovlivňující výskyt chorob a škůdců je zpracování půdy. Podmítky a následná hluboká orba zaklopí posklizňové zbytky, kde přezimuje mnoho druhů houbových patogenů, do větší hloubky.
  Zpracování půdy disky nebo radličkami, při kterém se nepřevrací půda, umožňuje rozvoj mnoha škodlivých druhů – původců chorob kořenů, slimáků, hmyzu, hrabošů. Opakované používání bezorebných technologií vede k výraznému rozšíření škodlivých organismů, a tím i ke zvýšení nákladů na jiné metody ochrany (Hůla et al. 1997).
- Hubení plevelů - plevele konkurují kulturní rostlině, a tím ji oslabují. Také jsou hostitelskými rostlinami pro mnoho škodlivých organismů, které na nich přežívají i v době, kdy na pozemku není pěstována hostitelská kulturní plodina. Zaplevelením porostu jsou eliminovány pozitivní dopady správně zvoleného osevního postupu nebo vhodného sponu výsevu nebo výsadby.

Hawes et al. (2010) zmiňují existenci tří hlavních kategorií přístupů k výskytu plevelů:

- běžné zemědělské postupy – mají tendenci maximalizovat výnos na úkor biologické rozmanitosti (pokusy odstranit plevel v rámci pole a využívat co nejvíce prostoru)
- organické přístupy – více tolerantní k množství plevele v poli, přístup umožňuje koexistenci plodin a plevelů bez ohledu na možné ztráty výnosu
- integrované zemědělství – tendence oddělit produkci plodin od biodiverzity snížením plevelné hojnosti na okraji polí

Ekologické zemědělství je obvykle spojeno s větší druhovou bohatostí a hojností.

### 3. 1. 2 Chemické metody

Chemické metody jsou v současnosti nejvýznamnějším způsobem ochrany proti všem skupinám škodlivých organismů (Kazda et al. 2010). Pěstování plodin v Evropě stále dominuje radliční orba, setí do záhonů zcela bez plevele a udržení plodiny bez plevelů po celou sezónu. Mueller-Schaerer et al. (2000) uvádí, že během několika posledních desetiletí se zvýšilo použití herbicidů. Opakované a rozsáhlé aplikace širokospektrálních herbicidů vyvolává další problémy.

#### 3. 1. 2. 1 Možnosti aplikace herbicidů

- **Předseťová aplikace**

Herbicidem se ošetří připravená nebo i nepřipravená půda před setím nebo sázením plodin. Jde o méně rozšířený způsob, jež se používá např. u půdních herbicidů, které jsou na světle nestabilní nebo špatně pronikají hlouběji ke klíčícím semenům plevelů.

- **Preemergentní aplikace**

Provádí se v období po zasetí plodiny, avšak ještě před jejím vzejitím. Jde buď o kontaktní preemergentní aplikaci, která se uskutečňuje po vzejití plevelů, nebo o reziduální preemergentní aplikaci, jež se provádí před vzejitím plevelů.

- **Postemergentní aplikace**

Provádí se po vzejití plodiny. Podle typu použitého herbicidu je přesný termín aplikace zpravidla vymezen růstovou fází plodiny a plevelů. Předností těchto aplikací je možnost rozhodnutí se pro provedení zásahu a výběru účinných látek až podle

skutečného zaplevelení. Při ojedinělém a nerovnoměrném výskytu plevelů není na pozemku při postemergentní aplikaci nutno ošetřovat celou plochu, ale lze provést pouze ohniskový zásah.

- **Předsklizňová aplikace herbicidů**

Jejich podstata spočívá především ve vysoké herbicidní spolehlivosti účinku na pýr plazivý, pcháč rolní, pelyněk černobýl a další plevele. Předpokladem úspěchu je dodržení termínu aplikace herbicidů, aby došlo k odumření nadzemních částí rostlin plevelů. Nespornou výhodou těchto aplikací je rovnoměrně vyzrálý porost obilnin a odumřelé plevele (Černý et al. 1982).

- Klasická neboli jednorázová aplikace - herbicid je použit jednorázově v optimální fázi růstu plevelů i zemědělské plodiny.
- Dělená aplikace - plevele mají různou vzcházivost v průběhu vegetace a aplikace herbicidů musí být provedena v takové fázi jejich růstu, aby byla optimální a co nejúčinnější. Dávka herbicidu se rozdělí na několik dávek nebo se použije více herbicidů na určité plevele, které postupně rostou.

### 3. 1. 3 Biologické metody

Biologická ochrana je založena na přirozeném antagonismu organismů (Tichá 2001). Použití živých organismů k biologické ochraně je možné třemi způsoby:

- podpora a udržování užitečných organismů
- introdukce nových užitečných organismů
- umělé masové namnožení a vysazení užitečných organismů

# 4. KUKUŘICE SETÁ (*ZEA MAYS*)

Kukuřice setá *(Zea mays*) patří mezi jednoděložné rostliny z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Jedná se o robustní jednoletou rostlinu, dorůstající nejčastěji do výšky 1-3 m. Někdy zvláště v suchých podmínkách může být i nižší, např. jen 0,5 m, jsou ale známy rostliny i šestimetrové. Listy jsou střídavé, přisedlé s listovými pochvami a souběžnou žilnatinou. Čepele jsou asi 30-90 cm dlouhé a asi 1,5-12 cm široké. Kukuřice je teplomilnou a světlomilnou rostlinou. Roste nejintenzivněji za podmínek dostatečného slunečního záření. I přes dobře vyvinutý kořenový systém potřebuje kukuřice během vegetačního období velké množství vody. Kukuřice může být pěstována na půdách s pH 5 – 7,5, ale nejlepších výnosů dosahuje na půdách neutrálních (Hůla et al. 1997).

Původní je v tropických a subtropických oblastech Jižní a Střední Ameriky. V současné době je rozšířená po celé Zemi. Největšími producenty kukuřice na světě jsou USA, Čína a Brazílie. Má rozmanité využití – od základního využití v potravinářství, přes papírenství, farmacii, výrobu barev, po využití při výrobě pohonných hmot. Kukuřice patří mezi tři nejdůležitější plodiny světa (Hrdý 2002).

Podle údajů ČSÚ (ke 31. 5. 2011) bylo pro sklizeň kukuřicí na zrno oseto 109,7 tis. ha. Při porovnání osevní plochy s předchozím ročníkem se jedná o nárůst o 9,9 tis. ha (o 9,8%). Tento nárůst znovu potvrdil trend nebývalého rozmachu pěstování kukuřice na zrno v ČR. Kukuřice tak stále potvrzuje, že patří mezi plodiny, v jejichž výrobě je ČR soběstačná s možností vývozních dispozic. Je však nutné brát v úvahu, že ČR má omezenou výměru oblastí, pro které je pěstování kukuřice skutečně vhodné a konkurenceschopnost našich pěstitelů je do značné míry závislá na příznivých klimatických podmínkách daného pěstebního roku (MZe 2011).

Kukuřice se pěstuje v širokých řádcích, jako teplomilná plodina se seje až při vyšších teplotách. Její růst je na počátku vegetace poměrně pomalý, a proto má minimální konkurenční schopnost vůči plevelům. Sortiment herbicidů je celkem široký, proto lze regulovat většinu jednoletých i vytrvalých plevelů a je možné udržet porost bezplevelný až do sklizně.

Po sklizni kukuřice se často nepodaří zapravit posklizňové zbytky do půdy. Tyto nerozložené části jsou ideálním místem pro přezimování hub a hmyzu a jsou příčinou silného rozšíření škodlivých organismů v posledních letech. Pozděna et al.

(1963) uvádějí, že v některých letech je kukuřice poškozena obecnou snětivostí kukuřice. Typickým příznakem je tvorba hálek na všech nadzemních částech rostliny. Přibližně od fáze časné mléčné zralosti začínají být patrné příznaky napadení palic houbami rodu *Fusarium*. Houby tohoto rodu produkují toxiny, které jsou nebezpečné jak pro člověka, tak pro zvířata. Na zralých palicích se objevují hniloby obilek vyvolané dalšími houbami (zástupci rodů *Penicillium, Aspergillus, Cladosporium*).

Nejvážnějším škůdcem kukuřice je motýl zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*). Zavíječ kukuřičný je polyfág - uvádí se přes 200 druhů rostlin, na nichž se jeho larvy mohou vyvíjet (Kocourek et al. 2008). Některé z jeho hostitelských rostlin jsou "nevýznamné", nebo dokonce plevelné, housenky se však vyvíjejí i na řadě kulturních rostlin (konopí, prosu, čiroku, slunečnici, chmelu). Jednotlivé populace jsou více či méně přizpůsobeny hostitelské rostlině, bezpochyby však mohou přecházet (např. z plevelů na kulturní rostliny). Ohromnou šanci získal zavíječ kukuřičný poté, co v Evropě zdomácněla kukuřice, původně americká plodina, a poté, co se dostal do Ameriky. Rozsáhlé lány kukuřice v USA mu poskytly možnost k expanzi. V Americe dostal také své obecné jméno European Corn Borer (podobně jako americká mandelinka bramborová byla kdysi v Evropě nazývána "americký brouk"). U nás má tento škůdce jen jednu generaci do roka. V posledních letech sice škody působené zavíječem rostou i u nás, ale přesto není podle Hrdého (2002) vhodné přistupovat k využití Bt kukuřice bez uvážení.

Od roku 2002 se z jižních oblastí Evropy šíří v ČR další nebezpečný škůdce, bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera*). Bázlivec kukuřičný vstoupil do České republiky přes jihovýchodní hranici. Data z feromonových pastí ukazují meziroční nárůst v počtu jedinců (Rozen & Ester 2010). Do roku 2008 se brouk rozšířil do všech hlavních produkčních oblastí kukuřice v České republice. Jižní Morava je oblastí s nejvyšší hustotou pěstování kukuřice a také s největším výskytem jedinců tohoto druhu, a proto je tato oblast v akutním nebezpečí hospodářské ztráty (Dillen et al. 2010). Zatím nezpůsobuje hospodářsky závažné škody. Spencer et al. (2009) uvádí, že rozšíření této populace do Evropy vyvolalo významné přehodnocení ekologie a chování tohoto druhu.

## 4. 1 Ochrana kukuřice proti chorobám a škůdcům

Plochy kukuřice v ČR stoupají a její pěstování se kromě nejvyšších poloh rozšířilo po celém území. V nejteplejších oblastech ČR se někdy pěstuje kukuřice monokulturním způsobem, opakovaně několik let po sobě. Samotné kukuřici tento způsob pěstování neškodí, ale významně se zvyšuje nebezpečí poškození škodlivými organismy. V našich podmínkách by se od tohoto způsobu pěstování mělo podle Kazdy et al. (2010) ustoupit, protože stávající plochu kukuřice lze zařadit do osevního postupu.

Ve zpracování půdy pro kukuřici jsou odlišnosti podle účelu jejího pěstování - na zrno, na siláž a na zelené krmení. Při klasickém zpracování půdy pro kukuřici na zrno zařazené po obilovině je nutná podmítka. Protože se kukuřice vysévá v pozdějším termínu, uskutečňuje se jarní předseťová příprava půdy ve dvou fázích: po uschnutí půdy se urovnává hrubá brázda a půda se povrchově kypří. Před vlastním setím se zpracuje půda kombinátory do hloubky 6 až 10 cm (Hůla et al. 1997). Setí kukuřice bez zpracování půdy je charakteristické pro sledy pěstování kukuřice po kukuřici.

Zpracování půdy po sklizni se v oblastech, kde se pěstuje kukuřice, často provádí minimalizačními technologiemi. Ty však mají značné problémy se zapravením posklizňových zbytků do půdy. Někdy půda není ani vidět pod zaoranou slámou kukuřice a nerozložené zbytky přetrvávají na půdě i dva roky. Tyto nerozložené části jsou ideálním místem pro přezimování hub a hmyzu a jsou příčinou silného rozšíření škodlivých organismů v posledních letech. Přítomnost vysoké hustoty plevelů na orné půdě může podle Christensena (1993) způsobit významnou ztrátu výnosu a kvality.

### 4. 1. 1 Regulace plevelů v období setí, vzcházení a tvorby listí

Velmi rozšířené jsou aplikace herbicidů typu glyfosát na vzešlé plevele (Kazda et al. 2010). Těmito aplikacemi je možné spolehlivě hubit všechny jednoleté trávy i jednoleté dvouděložné plevele. Účinek je velmi rychlý. Efekt těchto aplikací se projeví i na vytrvalé plevele (pcháč rolní, pýr plazivý). Čím je kořenový systém při předcházejícím zpracování půdy rozrušenější, tím je účinek vyšší. Velmi často ale vytrvalé plevele ve druhé polovině vegetace opět regenerují.

Před setím je na dokonale připravený bezhrudkovitý pozemek možné aplikovat účinné látky flurochloridon, alachlor, linuron, dimethanamid-P, pendimethalin, pethoxamid, acetochlor, dichlorid, které působí jak na jednoleté trávy, tak na dvouděložné jednoleté plevele. Černý et al. (1982) je doporučuje aplikovat do tří dnů po zasetí.

Velmi často je nutné přistoupit i k postemergentním aplikacím proti plevelům. Proti pcháči rolnímu a jednoletým dvouděložným plevelům je možné využít účinné látky dicamba, clopyralid a rimsulfuron. Proti pýru plazivému je vhodný nicosulfuron. Proti jednoletým dvouděložným plevelům lze využít postemergentní aplikaci kontaktních látek bentazone a bromoxynil. Proti jednoletým trávám a dvouděložným jednoletým plevelům jsou účinné postemergentní aplikace látek mesotrionem acetochlor, alachlor, foramsulfuron a dichlorid. Pro zvýšení herbicidního efektu je možné některé herbicidy kombinovat.

Při pěstování GM Roundup Ready kukuřice (RR) je možné použít látku glyfosát zpravidla do dvou po sobě následující aplikací na vzešlé plevele do fáze devíti listů kukuřice.

### 4. 1. 2 Ochrana proti chorobám kukuřice v období setí, vzcházení a tvorby listů

Zrna kukuřice jsou osídlena mikroskopickými houbami, z nichž některé mohou být příčinou zhoršené klíčivosti, případně vzcházivosti rostlin. Jedná se především o zástupce rodů *Penicillium, Aspergillus* a *Fusarium.* Mezi patogeny přenosné osivem patří i sněť kukuřičná (*Ustilago maydis*). Přítomnost tohoto patogenu ale není viditelná (Pozděna et al. 1963).

Kukuřice je náročná na kvalitní přípravu půdy a přesný výsev do správné hloubky (podle herbicidu 60 – 90 mm). Chyby při zakládání porostu, příliš chladná a vlhká půda jsou dispozičním faktorem padání a spály klíčních rostlin. Onemocnění se objevuje v průběhu května. Příčinou je napadení rostlinek půdními houbami, nejčastěji jde o zástupce rodů *Pythium, Fusarium, Rhizoctonia, Penicillium*. Při slabším projevu onemocnění nemusí podle Pozděny et al. (1963) dojít až k odumírání rostlin, ale pouze k jejich oslabení, je zpomalen růst, objevují se diskolorace (barevné změny) listů – žloutnutí, červenání. Tyto příznaky je možné zaměnit s výživovou deficiencí – nedostatkem dusíku, draslíku, popř. hořčíku. Dalším příznakem onemocnění je zasychání špiček listů (Kazda et al. 2010). Vysoce účinné je pro ochranu vzcházejících rostlin fungicidní moření osiva.

### 4. 1. 3 Ochrana proti škůdcům kukuřice v období setí, vzcházení a tvorby listů

Během vzcházení poškozují kukuřici zejména polyfágní půdní škůdci. Pozděna et al. (1963) zmiňují, že významné poškození mohou způsobit drátovci – larvy kovaříků. Drátovci mají víceletý vývoj a kukuřici poškozují především poslední vývojová stadia. Poškozují klíčící semeno v půdě, později překousávají kořínky. Největší škody způsobují zejména za chladnějšího počasí, kdy kukuřice roste pomalu. Kukuřice by neměla být seta na pozemky se silným výskytem drátovců v předcházejícím roce. Rizikové předplodiny jsou především víceleté pícniny nebo trvalé travní porosty.

Základní ochranou na ohrožených pozemcích je setí insekticidně mořeného osiva ú.l. thiametoxan nebo clothianidin. Méně často poškozují mladou kukuřici další půdní škůdci – larvy tiplic (*Tipula* spp.), osenice polní (*Agrotis segetum*) nebo ponravy chroustů (*Melolontha melolontha*). Ochrana se podle Černého et al. (1982) většinou neprovádí.

Mladé rostliny mohou poškodit žírem i plži, ale poškození není příliš časté, spíše na okraji porostů.

V posledních letech vzrůstá poškození srdéčkového listu larvou první generace drobné mušky bzunky ječné (*Oscinella frit*). Vajíčka jsou kladena od vzejití do čtvrtého listu kukuřice. Larva silně poškozuje hlavní výhon mladých rostlinek, které hynou nebo vytvářejí náhradní výhony a stávají se trsovité (Pozděna et al. 1963). Ochranou je setí insekticidně mořeného osiva ú.l. thiametoxan nebo clothianidin.

## 4. 2 Pěstování Bt kukuřice

Bt-toxin je v transgenní kukuřici přítomen trvale - kultivar MON 810 obsahuje ve svých pletivech kolem 3 až 5 mikrogramů bílkovinného toxinu na gram, tj. zhruba 100 až 150 kg toxinu na hektar vzrostlé kukuřice (Hrdý 2002). Povolný & Vacek (2009) uvádějí, že na trhu se tyto hybridy většinou objevují s kódovým označením „YG“ za názvem hybridu (zkratka obchodní značky „Yield Guard“).

Bt kukuřice je zaměřená především na hmyzí škůdce řádu motýli (Lepidoptera), jejichž housenky požírají rostliny kukuřice. V ČR se tímto způsobem bojuje zejména proti zavíječi kukuřičnému. Hrdý (2002) uvádí, že Bt kultivary kukuřice jsou dostatečně odolné proti zavíječi kukuřičnému, takže v rozsáhlých porostech transgenní kukuřice, navíc ošetřených herbicidy, nemají cílový škůdce ani další druhy členovců mnoho šancí přežívat a tím je také omezeno působení predátorů i parazitoidů. Naproti tomu transgenní kultivary Bt bavlny působí proti housenkám můrovitých rodu *Helicoverpa* či *Spodoptera* jen méně výrazně. Taková jen částečná odolnost transgenních kultivarů by mohla umožnit spolupůsobení predátorů a parazitoidů, kteří zde nacházejí svou kořist v dostatečné míře.

Bt kukuřice je pěstována především tam, kde je nejhojněji zaznamenáván výskyt zavíječe kukuřičného. Vůdčí postavení v pěstování Bt kukuřice zaujímá podle Křístkové (2009) Jihomoravský kraj.

### 4. 2. 1 Výhody a nevýhody pěstování Bt kukuřice

K hlavním přednostem pěstování Bt kukuřice patří výhody samotné technologie, a to především jednoduchost a spolehlivost ochrany proti zavíječi kukuřičnému. Výsledkem jsou menší ztráty, a tím i vyšší výnosy produktu, dále zlepšení zdravotního stavu porostu, menší zaplísnění, popřípadě i méně mykotoxinů, nepolámané a nepolehlé rostliny. Pozitiva zmiňovaná samotnými pěstiteli jsou nejčastěji technologického, kvalitativního, ekonomického i environmentálního

charakteru. Patří sem zejména spolehlivá ochrana proti zavíječi kukuřičnému, pěstování bez chemické ochrany, bez nutnosti mechanizace, snadná sklizeň, delší vegetační doba atd.

Výhodami kvalitativního charakteru jsou vynikající zdravotní stav porostu, nižší napadení houbovými chorobami, kvalitnější hygienicky zdravé krmivo, kvalitnější siláž i zdravější kukuřice jako surovina pro potraviny. Kromě těchto výhod jsou zmiňována i specifická pozitiva. Křístková (2009) popisuje například menší poškození zvěří, lepší odolnost vůči suchu, přirozené tlumení zavíječe a také jistotu dobré sklizně.

Nevýhodami pro pěstitele je především legislativní pozadí - souhrn pravidel, který je třeba při pěstování Bt kukuřice dodržovat (ohlašovací povinnost, evidence, značení porostů, kontroly, závazná opatření pro pěstování atd.). Nevýhody z ekonomického pohledu pak tvoří nejčastěji vyšší náklady při nákupu osiva, problémy s odbytem, omezený počet kupců, či neochota odběratelů (Čeřovská 2007).

# 5. CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem této práce je zjistit vliv zpracování půdy a různých způsobů chemické ochrany proti plevelům na létající fytofágní hmyz a jejich přirozené nepřátele v porostu kukuřice tolerantní k herbicidům na bázi glyfosátu.

# 6. METODIKA

## 6. 1 Lokalita

Pokus byl založen v katastru obce Vlkov pod Oškobrhem, okres Nymburk, Polabí, střední Čechy, na pozemcích farmy Opolany a.s. (50°9'15.627"N, 15°12'28.246"E) v nadmořské výšce 188 m n.m. Pokus byl opakován ve dvou sezónách (2010 – 2011).

Mapa č. 1 - Lokalita

Mapa č. 2 – Lokalizace pokusu v roce 2010, o rok později byl pokus posunut o cca 100 m severněji

## 6. 2 Osivo

V tomto pokusu byly využity dva různé druhy osiva:

- herbicid tolerantní kultivar NK 603 (Monsanto ©) byl využit ve vlastních experimentálních parcelkách (viz níže). Modifikace linie NK 603 způsobuje toleranci k širokospektrálnímu herbicidu Roundup® (účinná látka glyfosát) prostřednictvím exprese glyfosát-tolerantních enzymů 5 -enolpyruvylšikimát-3-fosfát-syntázy (EPSPS), odvozených od *Agrobacterium* sp., kmen CP4(CP4 EPSPS). Enzym EPSPS katalyzuje předposlední krok biosyntézy šikimátu pro syntézu aromatických kyselin. Inhibice tohoto enzymu látkou glyfosát vede k redukci tvorby aromatických aminokyselin, čímž se narušuje růst rostlin, které odumírají.
- konvenční kultivar DKC 3399 (Monsanto ©) byl použit jako obsev (viz níže). Přednostmi tohoto kultivaru jsou zejména tolerance vůči helmintosporióze a sněti kukuřičné.

## 6. 3 Pokusný design

Pokus byl navržen tak, aby bylo možné testovat vliv zpracování půdy a chemické ochrany proti plevelům na členovce.

V rámci pokusu byly porovnávány tři varianty zpracování půdy:

- konvenční orba (conventional tillage CT) – mělká orba strniště (12 cm), hluboká orba (25 cm) na podzim, dlátové kypření na jaře
- redukovaná orba (reduced tillage RT) – mělká orba strniště (12 cm), dlátové kypření na jaře
- mulč (soil conservation tillage MU) – mělká orba strniště (12 cm), po které následovalo setí ozimé pšenice. Vzešlé rostliny byly na jaře před započetím pokusu postříkány Roundupem a ponechány na místě jako mulč.

Jednotlivé způsoby zpracování půdy byly uspořádány v latinském čtverci (3 x 3 bloky), každá varianta zpracování půdy byla opakována třikrát. Velikost každého bloku byla 100 x 30 metrů.

V pokusu bylo dále využito celkem pět způsobů chemického ošetření proti plevelům:

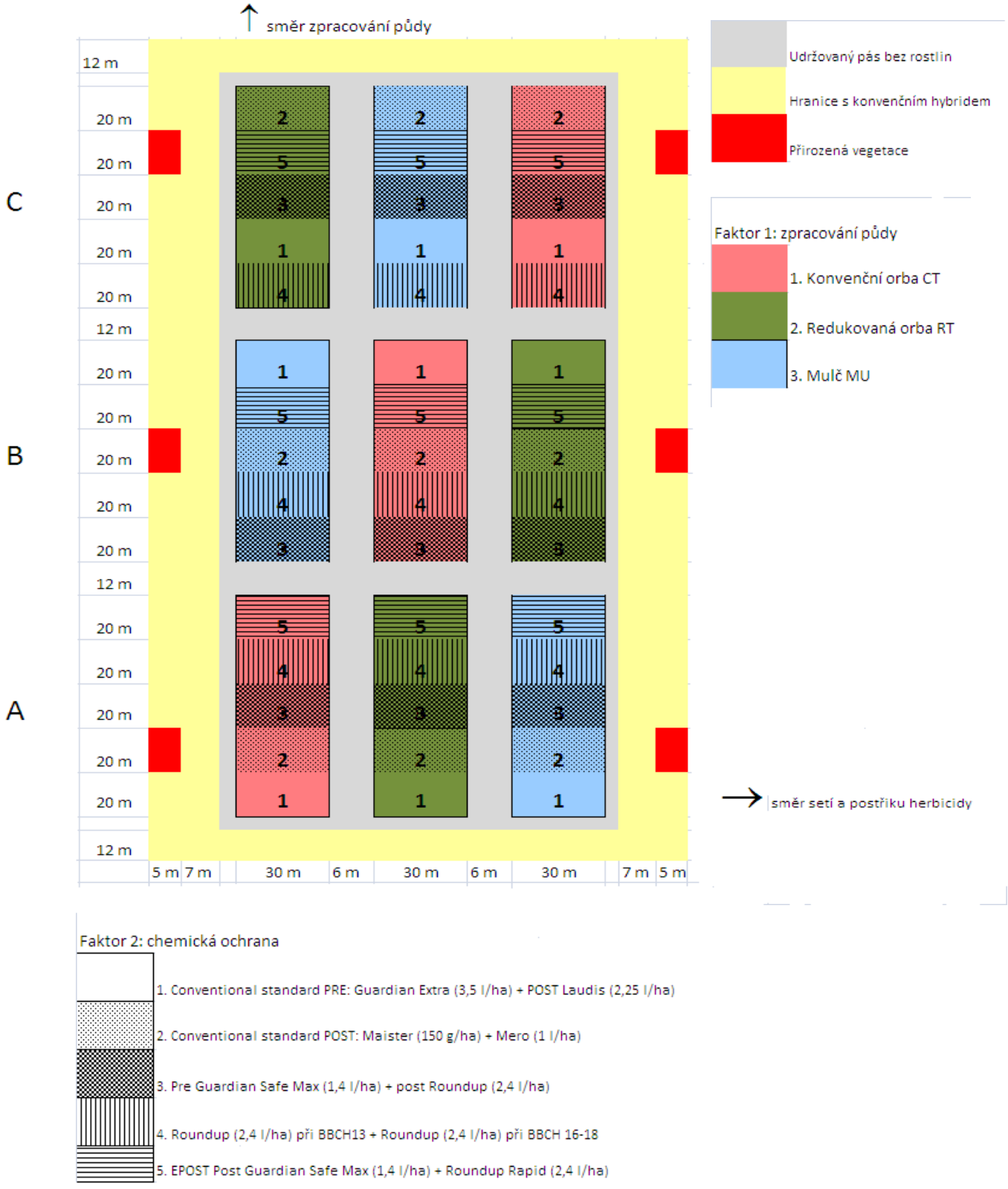
- EPOST_GLY (5) - Post Guardian Safe Max (1,4 l/ha) + Roundup Rapid (2,4 l/ha)
- GLY_GLY (4) - Roundup (2,4 l/ha) při BBCH13 + Roundup (2,4 l/ha) při BBCH 16-18
- POST_CONT (2) - Maister (150 g/ha) + Mero (1 l/ha)
- PRE_CONT (1) - Guardian Extra (3,5 l/ha) + POST Laudis (2,25 l/ha)
- PRE_POST (3) - Pre Guardian Safe Max (1,4 l/ha) + post Roundup (2,4 l/ha) v závislosti na potřebě rostliny

Každý ze způsobů chemické ochrany proti plevelům byl zahrnut do jednoho opakování zpracování půdy (bloku).

Pokus byl tedy hierarchicky uspořádán a celkem obsahoval 15 variant kombinace zpracování půdy a chemického ošetření proti plevelům ve třech opakováních. Celkem tedy bylo na pokusné ploše 45 parcelek. Velikost každé parcelky byla 30 x 20 metrů.

Experimentální plocha byla obseta pásem konvenční kukuřice o šířce 12 metrů.

Obr. č. 2 – Design pokusu



## 6. 4 Monitoring a sběr členovců

Herbivorní hmyz a jeho přirození nepřátelé byli monitorováni pomocí žlutých lepových desek Pherocon® AM (23 x 28 cm). Takovéto desky jsou standardní metodou používanou pro monitoring létajícího hmyzu (Atakan & Canhilal 2004). Žluté lepové pasti mohou být použity opakovaně na stejném místě a jsou proto ideální pro dlouhodobé vzorkování. Doba potřebná pro odběr vzorků hmyzu ze žluté lepící pasti tvoří pouze několik minut. Na druhé straně, žluté pasti vyžadují obrovské množství času na zpracování vzorků. Metody odchytu na žluté lepové pasti byly používány při mnoha pokusech (Atakan & Canhilal 2004, Esker et al. 2004, Rauschen et al. 2008, Thomson et al. 2004).

Lepové desky byly umístěny v každé parcelce ve dvou opakováních a v šesti opakováních v konvenčním obsevu. Desky byly připevněny na dřevěných tyčích, vždy ve výšce porostu.

Odběry byly opakovány pětkrát za sezónu ve 3 – 4 týdenních intervalech, kdy každý odběr zahrnuje týdenní expozici lepových desek. V roce 2010 byly desky odebírány 7. června, 2. července, 29. července, 23. srpna a 16. září, v roce 2011 pak 9. června, 7. července, 28. července, 8. září a 4. října. Při každé návštěvě bylo odebráno 96 desek (včetně 6 desek z konvenčního obsevu).

Hmyz přichycený na těchto deskách byl pak postupně určován za pomoci mikroskopu a klíče k určování hmyzu. Každý jedinec byl pokud možno určen do nejnižší taxonomické úrovně a zaznamenám do tabulky Excel.

Zaměřila jsem se především na hmyz z řádu Coleoptera, u řádu Lepidoptera a u řádu Thysanoptera byl zaznamenán pouze počet jedinců.

## 6. 5 Metodika zpracování dat

Po určení všech jedinců ze žlutých lepových pastí a po zaznamenání počtů druhů po jednotlivých datech za jednotlivé sezóny, byly v tabulkách provedeny tyto součty:

- Součet všech nalezených jedinců na každé desce za jednotlivá data sběru v jednotlivých letech i za celou sezónu – započítáni i jedinci řádu Lepidoptera a Thysanoptera.
- Počet všech nalezených taxonů na každé desce za jednotlivá data sběru v jednotlivých letech i za celou sezónu – započítáni i jedinci řádu Lepidoptera a Thysanoptera.
- Počet čeledí řádu Coleoptera na každé desce za jednotlivá data sběru v jednotlivých letech i za celou sezónu.

Jednotlivé desky pak byly přiřazeny k typu zpracování půdy a ke způsobu chemické ochrany dle designu pokusu. Tato data byla následně seřazena a uspořádána do tabulek.

Vzhledem k tomu, že jsem posuzovala, zda způsob zpracování půdy a chemické ochrany proti plevelům má vliv na výskyt fytofágního hmyzu, zvolila jsem ke statistickému zpracování metodu analýzy rozptylu (ANOVA). V mém případě se jedná o ANOVA s opakováním, protože pro každou kombinaci úrovní je k dispozici více opakování. A protože je pro každou kombinaci faktorů k dispozici stejný počet opakování, označuje se toto uspořádání jako vyvážené.

Hlavní výhodou modelu s opakováním je to, že jsme s jeho pomocí schopni posoudit významnost interakce (tj. jak změna úrovně jednoho faktoru ovlivní měřenou veličinu pro úroveň druhého faktoru). Všechny tyto analýzy jsem zpracovala pomocí programu Microsoft Excel.

Testovala jsem 3 nulové hypotézy:

- Vliv faktoru „chemická ochrana proti plevelům“ je pro počet odchycených jedinců/taxonů nevýznamný.
- Vliv faktoru „zpracování půdy“ je pro počet odchycených jedinců/taxonů nevýznamný.
- Interakce mezi oběma faktory je pro počet odchycených jedinců/taxonů nevýznamná.

Výsledky ANOVA můžeme vyhodnotit dvěma způsoby:

- Porovnáním testového kritéria (TK) a kritické hodnoty (KH):

  TK < KH – nulovou hypotézu nezamítáme (předpokládáme shodnost středních hodnot všech porovnávaných základních souborů)

  TK > KH – nulovou hypotézu zamítáme (alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních)

- Porovnáním hodnoty p a hodnoty alfa (tu volíme před testem):

  p < alfa – nulovou hypotézu zamítáme (alespoň jedna střední hodnota se liší od ostatních)

  p > alfa - nulovou hypotézu nezamítáme (předpokládáme shodnost středních hodnot všech porovnávaných základních souborů)

Pomocí ANOVA s opakováním a porovnáním testového kritéria a kritické hodnoty jsem zpracovala 24 jednoduchých analýz (z každého data sběru v obou letech a celkového součtu těchto dat) – vliv chemické ochrany a druhu orby na četnost jedinců a vliv chemické ochrany a druhu orby na počet taxonů (vč. řádů Lepidoptera a Thysanoptera).

# 7. VÝSLEDKY

## 7. 1 Shrnutí nalezených dat

Tab. č. 2 – součet jedinců

| | 7.6. | 2.7. | 29.7. | 23.8. | 16.9. | celkem |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2010** | 5 790 | 12 121 | 2 566 | 47 | 18 | **20 542** |

| | 9.6. | 7.7. | 28.7. | 8.9. | 4.10. | celkem |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2011** | 5 641 | 14 996 | 312 | 59 | 43 | **21 051** |

Tab. č. 3 – celkový počet nalezených taxonů

| | 7.6. | 2.7. | 29.7. | 23.8. | 16.9. | celkem |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2010** | 25 | 19 | 15 | 7 | 4 | 33 |

| | 9.6. | 7.7. | 28.7. | 8.9. | 4.10. | celkem |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2011** | 25 | 27 | 16 | 8 | 4 | 38 |

Tab. č. 4 – počet čeledí řádu Coleoptera

| | 7.6. | 2.7. | 29.7. | 23.8. | 16.9. | celkem |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2010** | 10 | 10 | 7 | 5 | 3 | 15 |

| | 9.6. | 7.7. | 28.7. | 8.9. | 4.10. | celkem |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2011** | 11 | 12 | 8 | 6 | 3 | 14 |

Celkový počet nalezených čeledí řádu Coleoptera celkem za oba roky je 16 čeledí. Jedná se o tyto čeledi – Alticidae, Anobiidae, Bruchidae, Buprestidae, Cantharidae, Carabidae, Coccinelidae, Cryptophagidae, Curculionidae, Elateridae, Chrysomelidae, Melyridae, Nitidulidae, Oedemeridae, Scarabaeidae, Staphylinidae.

V roce 2010 bylo celkem nalezeno 20 542 jedinců, z toho 13 310 jedinců řádu Thysanoptera a 4 jedinci řádu Lepidoptera. Největší počet jedinců byl nalezen 2. července (12 121 jedinců, z toho 9 600 jedinců řádu Thysanoptera a 3 jedinci řádu Lepidoptera). Pokud bychom se však zaměřili na počet jedinců řádu Coleoptera, pak nejvíce jedinců toho řádu bylo nalezeno 29. července (2 566 jedinců). Býložravý hmyz byl ve většině případů nalezen hojněji než masožravý (9. června – masožravých 11%, 2. července – 2%, 29. července 8,4%, 16. září – 38%), výjimku tvoří sběr 23. srpna, kdy bylo nalezeno 77% masožravých jedinců. Pokud však shrneme nálezy za celou sezónu, pak bylo masožravých jedinců nalezeno pouze 5%

z celkového počtu. Nejčastěji se vyskytovali zástupci rodu *Meligethes* spp. (29. července – 2 103 ks, 2. července – 2 104 ks, 7. června – 1 112 ks, 23. srpna – 7 ks, 16. září – 12 ks), následují zástupci čeledi Cantharidae (7. června – 452 ks, 2. července – 89 ks). Velmi hojný byl také rod *Ceutorhynchus* (29. července – 138 ks, 7. června – 42 ks, 2. července – 23 ks) a druh *Hemicrepidius niger* (29. července – 100 ks, 2. července – 119 ks). Druhy čeledi Coccinellidae (*Harmonia, Adalia, Coccinella* a *Propylea*) byly nalezeny při každém sběru (7. června – 75 jedinců *Coccinella*, 39 jedinců *Propylea* a 22 jedinců *Adalia*, 2. července – 40 jedinců *Propylea*, 29. července – 93 jedinců *Propylea*, 45 jedinců *Coccinella* a 39 jedinců *Harmonia*, 23. srpna – 22 jedinců *Propylea* a 7 jedinců *Harmonia*, 16. září – 1 jedinec *Propylea*). *Oulema melanopus* z čeledi Chrysomelidae byl v hojnějším počtu nalezen 7. června (213 jedinců).

V roce 2011 bylo celkem nalezeno 21 051 jedinců, z toho 14 043 jedinců řádu Thysanoptera a 5 jedinců řádu Lepidoptera). Nejvíce jedinců řádu Coleoptera bylo nalezeno 7. července (5 393 jedinců). Opět se nejčastěji vyskytovali zástupci rodu *Meligethes* spp. (7. července – 4 800 jedinců, 9. června – 260 jedinců, 28. července – 58 jedinců, 8. září – 2 jedinci). Býložravých jedinců bylo také v celkovém počtu za sezónu nalezeno méně – pouze 4%. Pokud se však zaměříme na převahu býložravých a masožravých jedinců během jednotlivých sběrů, pak masožraví mají převahu 28. července (60%), 8. září (93%) a 4. října (90%). Druhy čeledi Coccinellidae byly (stejně jako v roce 2010) nalezeny při každém sběru (8. června – 240 jedinců *Propylea*, 31 jedinců *Coccinella*, 7. července – 57 jedinců *Harmonia*, 24 jedinců *Adalia*, 28. července – 32 jedinců *Coccinella*, 123 jedinců *Propylea*, 21 jedinců *Harmonia*, 8. září – 19 jedinců *Propylea* a 2 jedinci *Adalia*). Zajímavostí je, že v obou letech byli nalezeni jedinci druhu *Harmonia axyridis* původem z východní Asie (1 jedinec v roce 2010, 3 jedinci v roce 2011).

Po přiřazení jednotlivých desek z každého sběru ke druhu orby a chemické ochrany jsem zpracovala několik tabulek (viz Přílohy).

## 7. 2 Analýza rozptylu

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, pro vyvážený model je třeba mít stejný počet měření – v mém případě to bylo 6 opakování pro každou kombinaci zpracování půdy a chemického ošetření proti plevelům. Výsledky analýz jsou uvedeny níže. Hodnota alfa byla zvolena jako 0,050.

### 7. 2. 1 Celkové počty nalezených jedinců za jednotlivá data sběru a sezónu

- 2010 – 7.6.

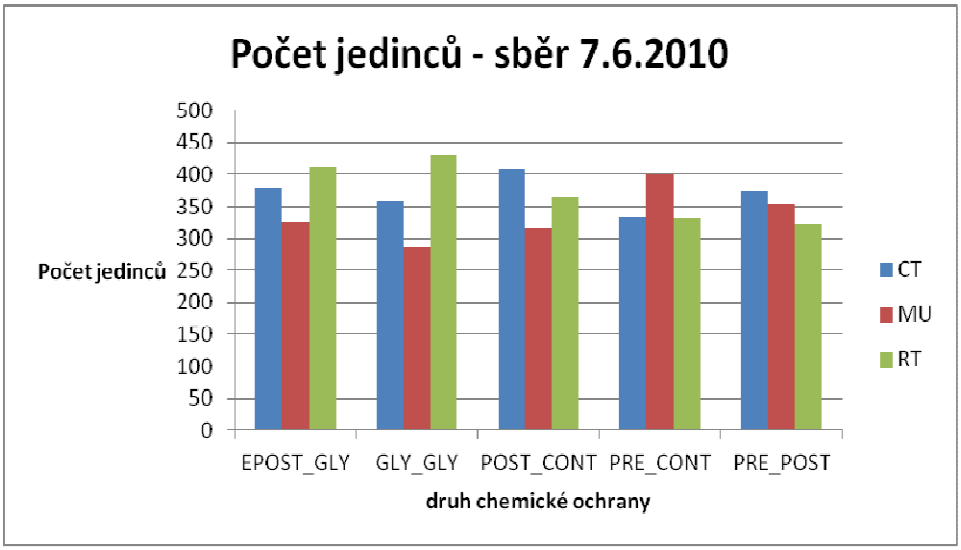
Tab. č. 5 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 147,0444 | 4 | 36,76111 | 0,130995 | 0,97061 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 669,7556 | 2 | 334,8778 | 1,193312 | 0,308906 | 3,118642 |
| Interakce | 3061,022 | 8 | 382,6278 | 1,363465 | 0,226507 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 21047,17 | 75 | 280,6289 | | | |
| | | | | | | |
| Celková variabilita | 24924,99 | 89 | | | | |

I když se počet odchycených jedinců lišil mezi variantami pokusu (obr. č. 3), ani jeden ze sledovaných faktorů či jejich vzájemná interakce nebyl statisticky průkazný (viz tab. č. 5). Zpracování půdy ani chemické ošetření proti plevelům nemělo v tomto sledovaném období na počet jedinců průkazný efekt.

Obr. č. 3 – porovnání počtu jedinců v závislosti na druhu zpracování půdy a druhu chemické ochrany



- 2010 – 2.7.

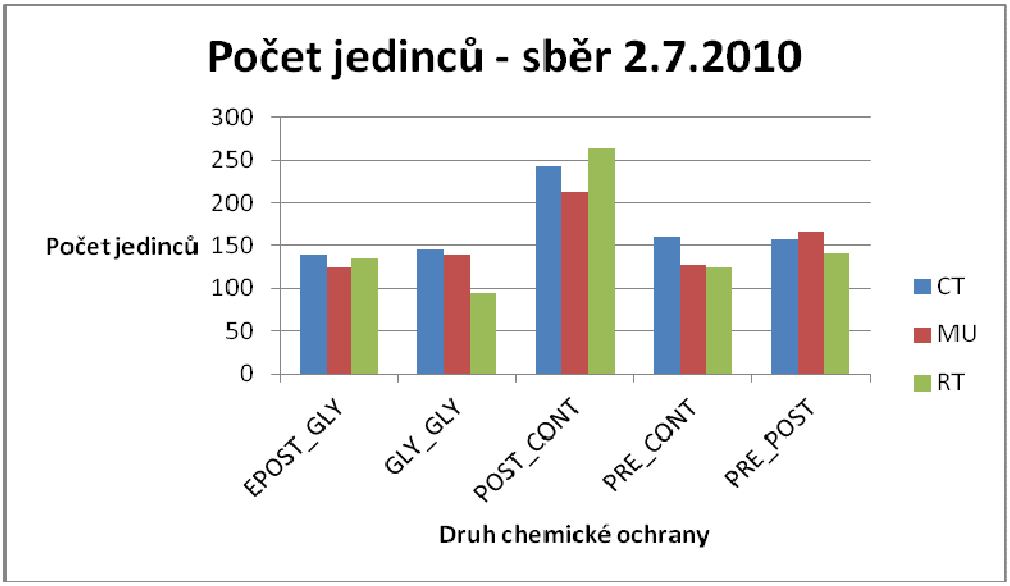
Tab. č. 6 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 4330,378 | 4 | 1082,594 | 5,990894 | 0,000308 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 156,2889 | 2 | 78,14444 | 0,432438 | 0,650533 | 3,118642 |
| Interakce | 529,4889 | 8 | 66,18611 | 0,366263 | 0,935128 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 13553 | 75 | 180,7067 | | | |
| Celková variabilita | 18569,16 | 89 | | | | |

ANOVA ukazuje, že v tomto odběru byl nalezen průkazný efekt chemického ošetření proti plevelům na počet odchycených jedinců pomocí žlutých lepových desek, což naznačuje, že alespoň jedno z ošetření se od ostatních lišilo. Na základě obr. č. 4 je zřejmé, že tento efekt se projevil v případě POST_CONT, kde bylo nalezeno více jedinců bez ohledu na zpracování půdy. Oproti ostatním druhům chemického ošetření bylo na těchto plochách nalezeno zhruba o 200 jedinců rodu *Meligethes* spp. více. Zpracování půdy ani interakce s chemickou ochranou nebyla v tomto případě průkazná.

Obr. č. 4 – porovnání počtu jedinců v závislosti na druhu zpracování půdy a chemické ochrany



- 2010 – 29.7.

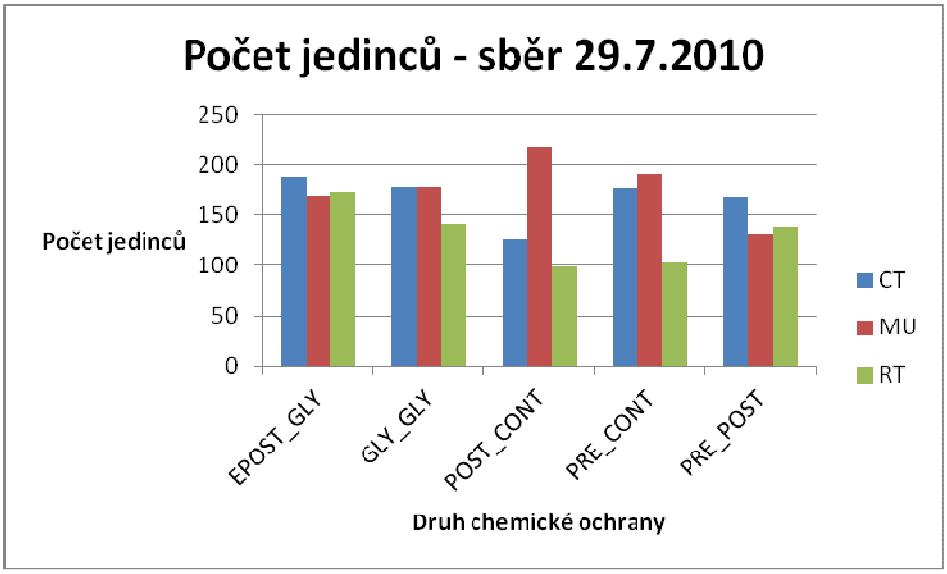
Tab. č. 7 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 340,2667 | 4 | 85,06667 | 1,582799 | 0,18765 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 999,8222 | 2 | 499,9111 | 9,301633 | 0,000246 | 3,118642 |
| Interakce | 1325,4 | 8 | 165,675 | 3,082644 | 0,004654 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 4030,833 | 75 | 53,74444 | | | |
| Celková variabilita | 6696,322 | 89 | | | | |

Na základě výsledků ANOVA je patrné, že v tomto odběru byl nalezen průkazný efekt zpracování půdy na počet odchycených jedinců. Naznačuje to tedy, že alespoň jeden způsob zpracování půdy se od ostatních liší. Z obr. č. 5 je viditelné, že se jedná o redukční orbu (RT), kde bylo nalezeno méně jedinců rodu *Meligethes* spp. (zhruba o 100 ks) a méně jedinců čeledi Coccinellidae (zhruba o 30 ks) než na ostatních plochách. Na rozdíl od chemického ošetření je interakce zpracování půdy s chemickou ochranou průkazná. Znamená to tedy, že počty jedinců se pro jednotlivé druhy zpracování půdy v rámci druhů chemického ošetření liší.

Obr. č. 5 – porovnání počtu jedinců v závislosti na druhu zpracování půdy a chemické ochrany



Z výše uvedeného grafu vyplývá, že nejméně jedinců bylo nalezeno na kombinaci zpracování půdy a chemické ochrany RT_POST_CONT (99 jedinců), dále pak na RT_PRE_CONT (104 jedinců). Nejvíce jedinců bylo naopak nalezeno na kombinaci MU_POST_CONT.

- 2010 – 23.8.

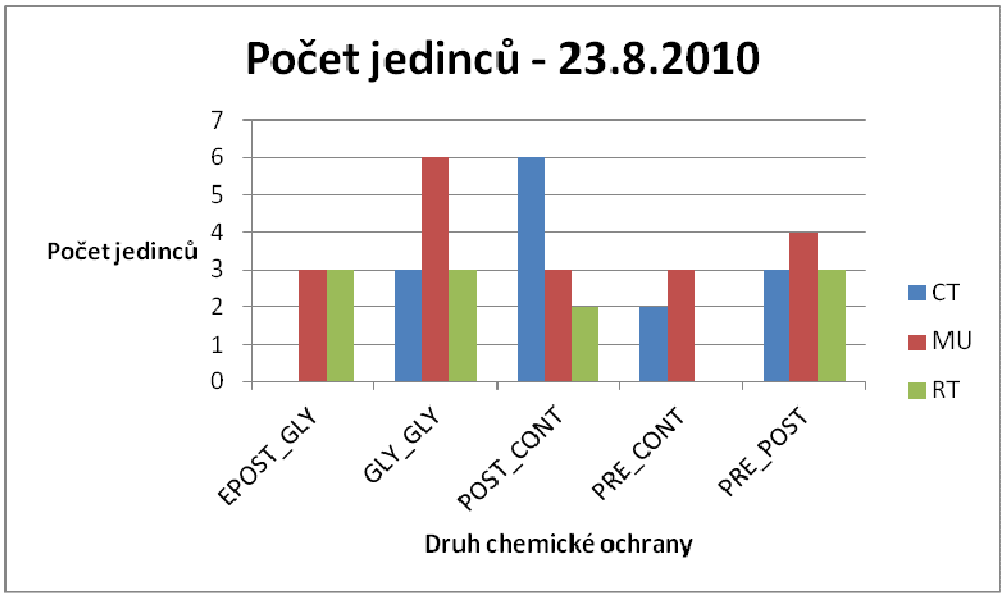
Tab. č. 8 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 2,155556 | 4 | 0,538889 | 1,122685 | 0,35227 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 1,088889 | 2 | 0,544444 | 1,134259 | 0,327115 | 3,118642 |
| Interakce | 3,244444 | 8 | 0,405556 | 0,844907 | 0,566456 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 36 | 75 | 0,48 | | | |
| Celková variabilita | 42,48889 | 89 | | | | |

Přestože se počet odchycených jedinců lišil mezi variantami pokusu (obr. č. 6), žádný ze sledovaných faktorů, či jejich vzájemná interakce nebyl statisticky průkazný (viz tab. č. 8). Zpracování půdy ani chemické ošetření proti plevelům nemělo tedy v tomto sledovaném období na počet jedinců průkazný efekt.

Obr. č. 6 – porovnání počtu jedinců v závislosti na druhu zpracování půdy a chemické ochrany



- 2010 – 16.9.

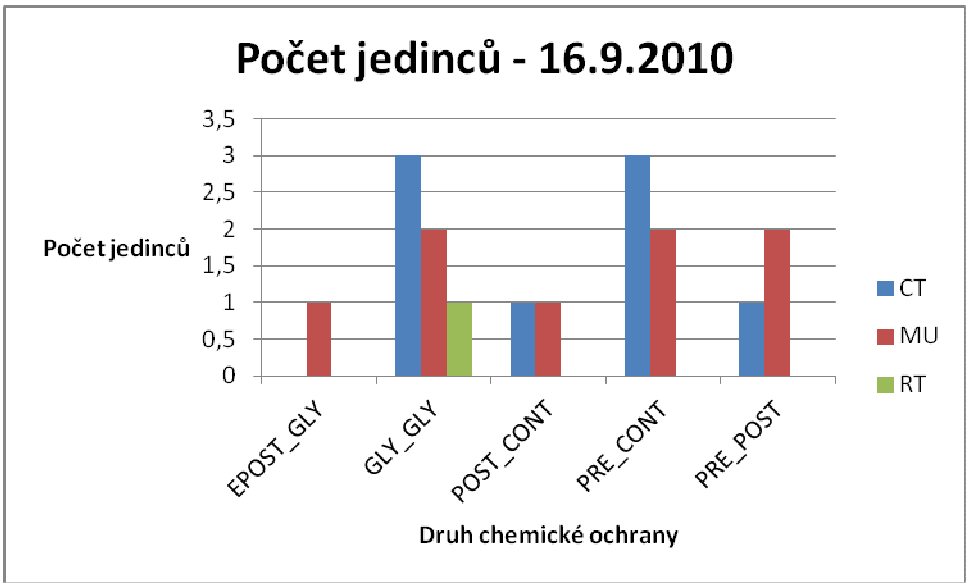
Tab. č. 9 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 0,955556 | 4 | 0,238889 | 0,934783 | 0,448556 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 1,088889 | 2 | 0,544444 | 2,130435 | 0,125919 | 3,118642 |
| Interakce | 0,577778 | 8 | 0,072222 | 0,282609 | 0,969785 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 19,16667 | 75 | 0,255556 | | | |
| Celková variabilita | 21,78889 | 89 | | | | |

Přestože z obr. č. 7 je patrné, že na plochách s redukční orbou byli jedinci nalezeni pouze v interakci s chemickou ochranou GLY_GLY, z výsledků ANOVA vyplývá, že ani jeden ze sledovaných faktorů či jejich vzájemná interakce nejsou statisticky průkazné. Zpracování půdy ani chemické ošetření proti plevelům nemělo v tomto sledovaném období vliv na počet jedinců.

Obr. č. 7 – porovnání počtu jedinců v závislosti na druhu zpracování půdy a chemické ochrany



- Celkový počet jedinců za sezónu 2010

Tab. č. 10 – analýza rozptylu

ANOVA

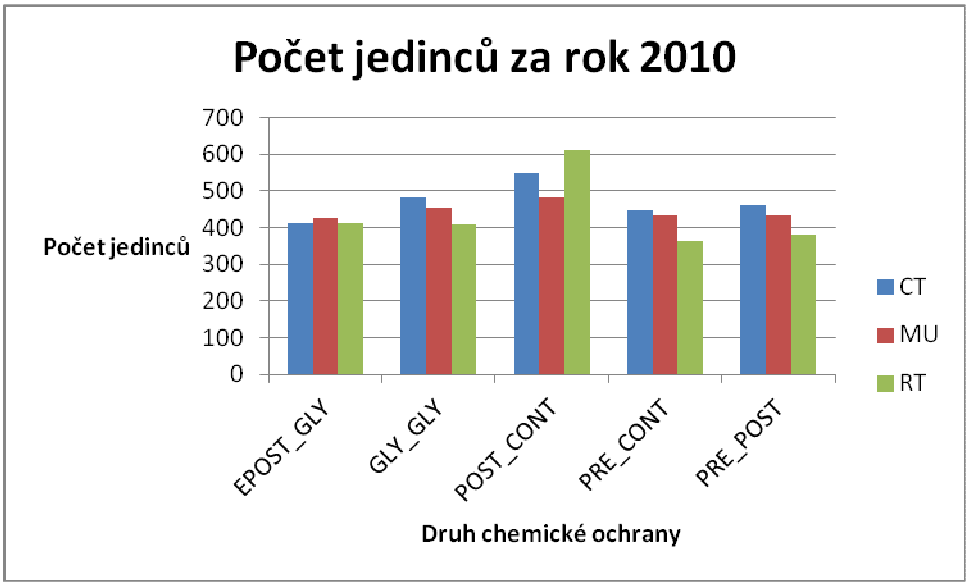
| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 6221,489 | 4 | 1555,372 | 4,127359 | 0,00446678 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 587,6222 | 2 | 293,8111 | 0,779662 | 0,462241789 | 3,118642 |
| Interakce | 2495,378 | 8 | 311,9222 | 0,827721 | 0,580899901 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 28263,33 | 75 | 376,8444 | | | |
| Celková variabilita | 37567,82 | 89 | | | | |

Z výsledků ANOVA je patrné, že v této sezóně byl nalezen průkazný efekt chemického ošetření proti plevelům na počet odchycených jedinců. Naznačuje to tedy, že alespoň jedno z ošetření se od ostatních liší. Na obr. č. 9 je zřejmé, že se tento efekt projevil v případě POST_CONT. Největší vliv na tento rozdíl má sběr z 2.7.2010, kde bylo nalezeno zhruba o 200 ks jedinců rodu *Meligethes* spp. více než na ostatních plochách. Zpracování půdy ani interakce s chemickou ochranou není v tomto případě průkazná.

Tab. č. 11 – počty jedinců dle druhu chemické ochrany (celá sezóna 2010)

| druh chem. ochrany | EPOST_GLY | GLY_GLY | POST_CONT | PRE_CONT | PRE_POST |
|---|---|---|---|---|---|
| počet jedinců | 1253 | 1344 | 1644 | 1246 | 1277 |

Obr. č. 9 – porovnání počtu jedinců v závislosti na druhu zpracování půdy a chemické ochrany



- 2011 – 9.6.

Tab. č. 12 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 1278,889 | 4 | 319,7222 | 3,302612 | 0,01508 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 1248,956 | 2 | 624,4778 | 6,450624 | 0,0026 | 3,118642 |
| Interakce | 844,3778 | 8 | 105,5472 | 1,090264 | 0,37944 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 7260,667 | 75 | 96,80889 | | | |
| Celková variabilita | 10632,89 | 89 | | | | |

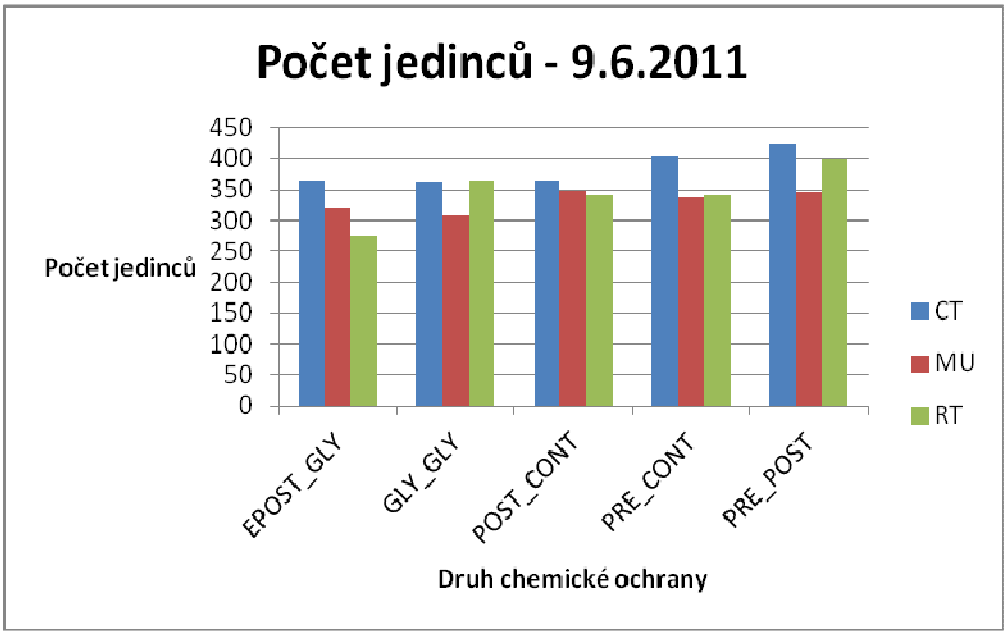
ANOVA vypovídá o průkazném efektu jak chemického ošetření proti plevelům, tak i zpracování půdy na počet odchycených jedinců pomocí žlutých lepových desek. Alespoň jedno ošetření a jedno zpracování půdy se od ostatních liší. Na základě tab. č. 13 a obr. č. 10 je patrné, že na plochách s ošetřením EPOST_GLY bylo nalezeno nejméně jedinců, zatímco na plochách s ošetřením PRE_POST se vyskytovalo nejvíce jedinců. Rozdílné byly zejména počty jedinců řádu Thysanoptera a čeledí Coccinellidae a Elateridae.

Tab. č. 13 – počty jedinců dle druhu chemické ochrany (sběr 9.6.2011)

| druh chem. ochrany | EPOST_GLY | GLY_GLY | POST_CONT | PRE_CONT | PRE_POST |
|---|---|---|---|---|---|
| počet jedinců | 961 | 1032 | 1055 | 1083 | 1169 |

Dále je z obr. č. 10 zřejmé, že na plochách s konvenčním zpracováním půdy (CT) byl nalezen větší počet jedinců než na ostatních. Právě zde bylo zaznamenáno zhruba o 70 jedinců řádu Thysanoptera a o 120 jedinců čeledi Elateridae vice než u ostatních zpracování půdy.

Obr. č. 10 – porovnání počtu jedinců v závislosti na druhu orby a chemické ochrany




- 2011 – 7.7.

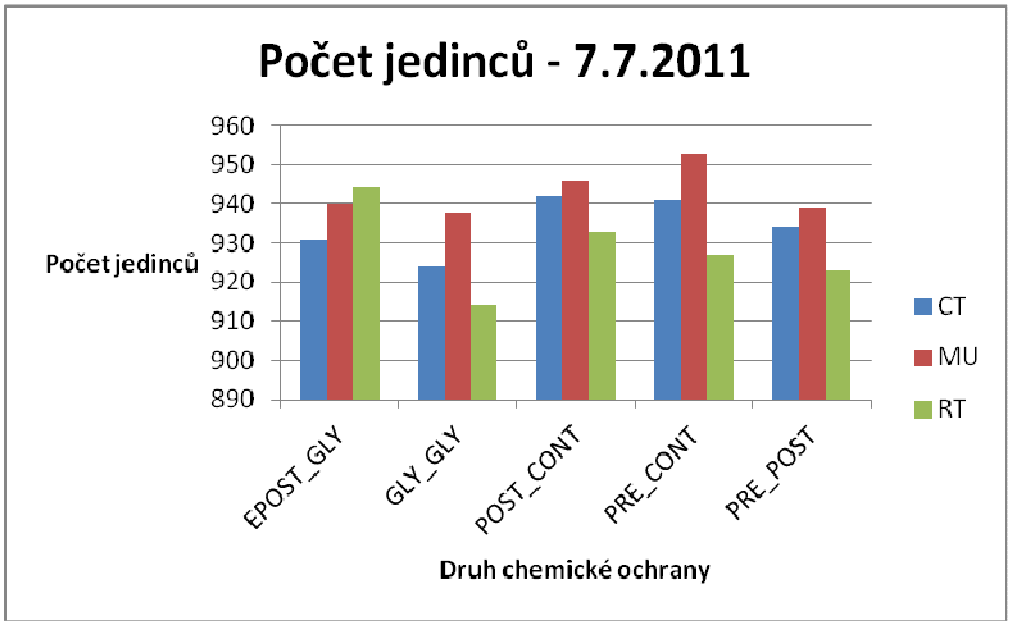
Tab. č. 14 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 85,04444 | 4 | 21,26111 | 1,614223 | 0,179503 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 94,68889 | 2 | 47,34444 | 3,594567 | 0,032304 | 3,118642 |
| Interakce | 62,08889 | 8 | 7,761111 | 0,589253 | 0,783746 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 987,8333 | 75 | 13,17111 | | | |
| Celková variabilita | 1229,656 | 89 | | | | |

V tomto odběru byl nalezen, jak ukazuje ANOVA, průkazný efekt zpracování půdy na počet odchycených jedinců, což naznačuje, že alespoň jedno zpracování půdy se liší od ostatních. V tomto případě se jedná o redukovanou orbu (RT), kde bylo nalezeno zhruba o 40 jedinců čeledi Elateridae méně než u ostatních zpracování půdy. Chemická ochrana proti plevelům ani interakce se zpracováním půdy nebyla v tomto sběru průkazná.

Obr. č. 11 – porovnání počtu jedinců v závislosti na druhu orby a chemické ochrany




- 2011 – 28.7.

Tab. č. 15 – analýza rozptylu

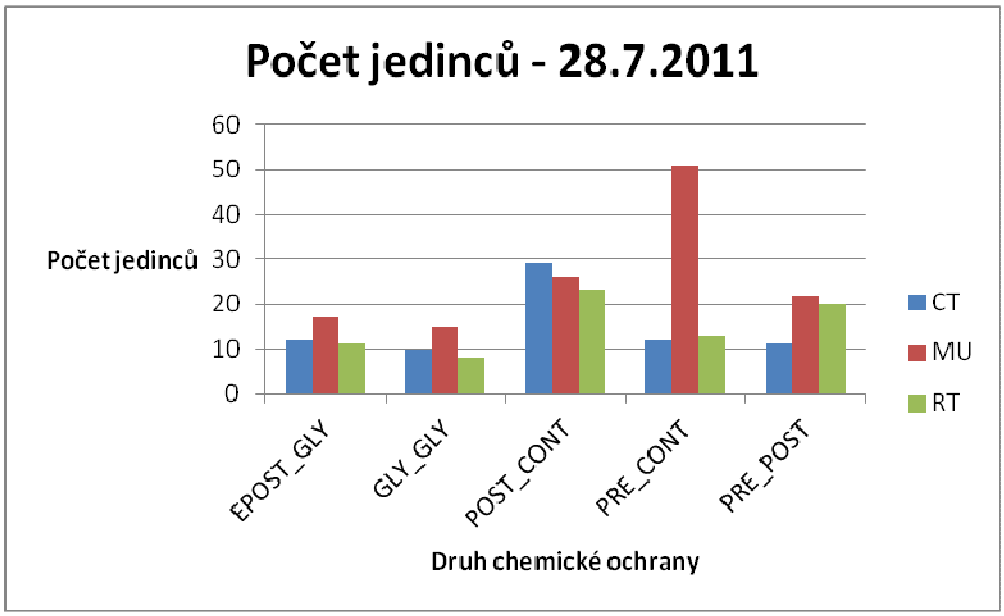
ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 93,22222 | 4 | 23,30556 | 3,533524 | 0,010713 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 70,95556 | 2 | 35,47778 | 5,379043 | 0,006561 | 3,118642 |
| Interakce | 116,0444 | 8 | 14,50556 | 2,199292 | 0,03675 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 494,6667 | 75 | 6,595556 | | | |
| | | | | | | |
| Celková variabilita | 774,8889 | 89 | | | | |

Na základě výsledků ANOVA lze konstatovat, že v tomto sledovaném období byl nalezen průkazný efekt nejen chemického ošetření proti plevelům, ale také průkazný efekt zpracování půdy. Největší počet jedinců byl (jak ukazuje obr. č. 12) zaznamenán na plochách ošetřených kombinací postřiků POST_CONT a PRE_CONT. Od ostatních ploch je odlišovalo zejména množství jedinců rodu *Meligethes* spp. (na PRE_CONT 30 ks, na POST_CONT pouze 9 ks), dále množství čeledi Coccinellidae (na POST_CONT 50 ks, na PRE_CONT 33 ks) a také množství jedinců čeledi Cantharidae (na POST_CONT 11 ks). Na mulčované půdě (MU) bylo zaznamenáno o 22 jedinců rodu *Meligethes* spp. a zhruba o 30 jedinců čeledi Coccinellidae více než na jiných plochách. Zároveň ANOVA ukazuje na

interakci chemického ošetření proti plevelům se zpracováním půdy, tj. počty jedinců se pro jednotlivé druhy zpracování půdy v rámci druhů chemické ochrany liší.

Obr. č. 12 – porovnání počtu jedinců v závislosti na druhu orby a chemické ochrany




Z výše uvedeného grafu vyplývá, že bezpochyby nejvíce jedinců bylo nalezeno na kombinaci MU_PRE_CONT.

- 2011 – 8.9.

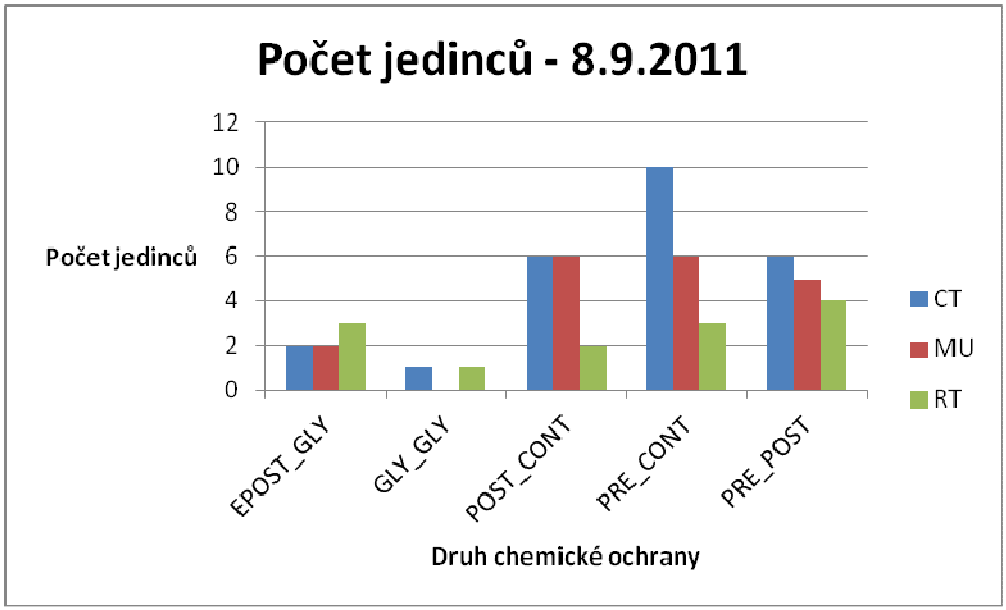
Tab. č. 16 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 10,28889 | 4 | 2,572222 | 2,188091 | 0,078392 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 2,4 | 2 | 1,2 | 1,020794 | 0,365259 | 3,118642 |
| Interakce | 4,044444 | 8 | 0,505556 | 0,430057 | 0,899462 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 88,16667 | 75 | 1,175556 | | | |
| | | | | | | |
| Celková variabilita | 104,9 | 89 | | | | |

Přestože se počet odchycených jedinců lišil mezi variantami pokusu (obr. č. 13), žádný ze sledovaných faktorů, či jejich vzájemná interakce nebyl statisticky průkazný (viz tab. č. 16). Zpracování půdy ani chemické ošetření proti plevelům nemělo tedy v tomto sledovaném období na počet jedinců průkazný efekt.

Obr. č. 13 – porovnání počtu jedinců v závislosti na druhu orby a chemické ochrany



- 2011 – 4.10.

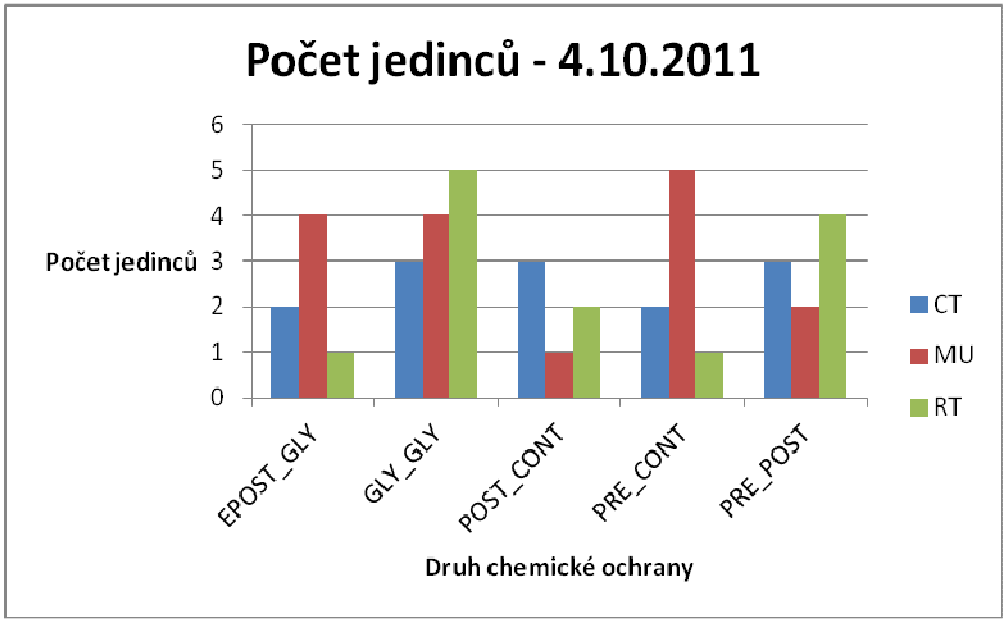
Tab. č. 17 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 1,177778 | 4 | 0,294444 | 0,64951 | 0,628988 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 0,2 | 2 | 0,1 | 0,220588 | 0,802565 | 3,118642 |
| Interakce | 3,022222 | 8 | 0,377778 | 0,833333 | 0,57617 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 34 | 75 | 0,453333 | | | |
| | | | | | | |
| Celková variabilita | 38,4 | 89 | | | | |

I když se počet odchycených jedinců lišil mezi variantami pokusu (obr. č. 14), ani jeden za sledovaných faktorů či jejich vzájemná interakce nebyl statisticky průkazný (viz tab. č. 17). Zpracování půdy ani chemické ošetření proti plevelům nemělo v tomto sledovaném období na počet jedinců průkazný efekt.

Obr. č. 14 – porovnání počtu jedinců v závislosti na druhu orby a chemické ochrany



- Celkový počet jedinců za sezónu 2011

Tab. č. 18 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Rozdíl* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 1964,511 | 4 | 491,1278 | 3,997965 | 0,005401 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 1029,622 | 2 | 514,8111 | 4,190756 | 0,018823 | 3,118642 |
| Interakce | 796,4889 | 8 | 99,56111 | 0,810465 | 0,595514 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 9213,333 | 75 | 122,8444 | | | |
| Celková variabilita | 13003,96 | 89 | | | | |

Jak již bylo patrné z výše uvedených analýz, ANOVA ukazuje, že v celé sezóně 2011 byl nalezen průkazný efekt chemického ošetření proti plevelům i zpracování půdy. Na základě obr. č. 15 a níže uvedených tab. č. 19 a 20 se tyto efekty projevily v případě chemického ošetření EPOST_GLY a GLY_GLY (o 60% menší výskyt jedinců čeledi Elateridae a o 40% menší výskyt jedinců čeledi Coccinellidae), v případě zpracování půdy na plochách s konvenční orbou (CT), kde bylo zaznamenáno zhruba o 50% jedinců čeledi Elateridae více než na plochách ostatních (celkem 333 jedinců této čeledi).

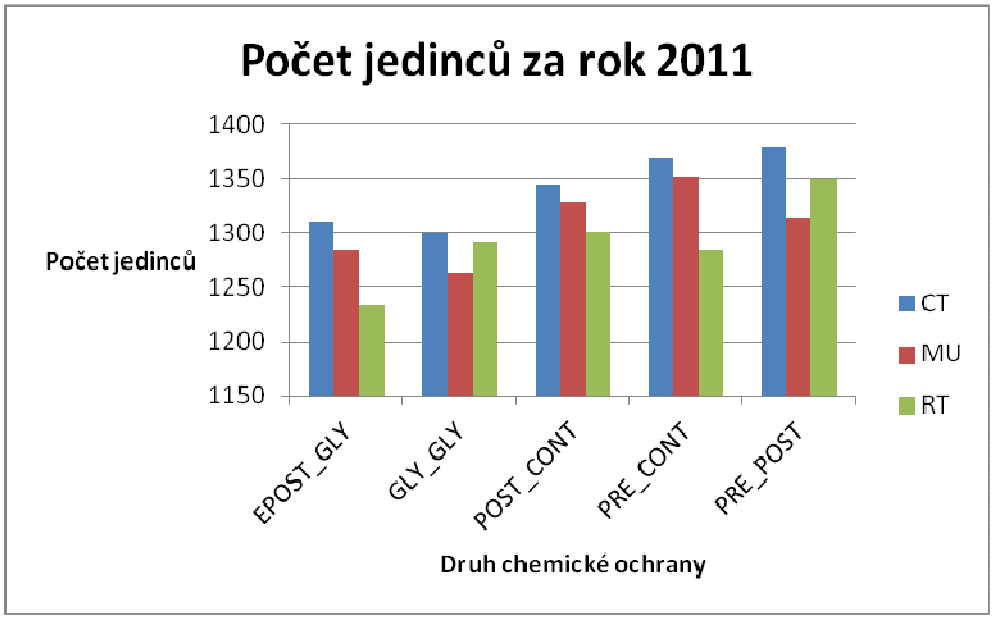
Tab. č. 19 – počty jedinců dle druhu chemické ochrany (celá sezóna 2011)

| druh chem. ochrany | EPOST_GLY | GLY_GLY | POST_CONT | PRE_CONT | PRE_POST |
|---|---|---|---|---|---|
| počet jedinců | 3830 | 3855 | 3974 | 4007 | 4042 |

Tab. .č. 20 – počty jedinců dle druhu zpracování půdy (celá sezóna 2011)

| druh orby | CT | MU | RT |
|---|---|---|---|
| počet jedinců | 6705 | 6542 | 6461 |

Obr. č. 15 – porovnání počtu jedinců v závislosti na druhu orby a chemické ochrany



### 7. 2. 2 Celkové počty nalezených taxonů za jednotlivá data sběru a sezónu

- 2010 – 7.6.

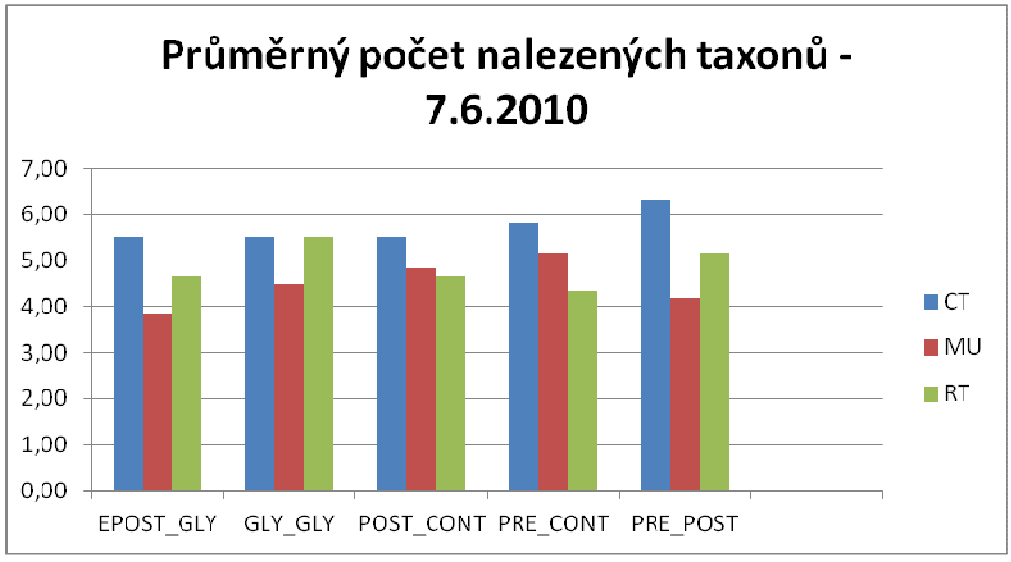
Tab. č. 21 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 3,511111 | 4 | 0,877778 | 0,319838 | 0,863857 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 24,06667 | 2 | 12,03333 | 4,384615 | 0,015817 | 3,118642 |
| Interakce | 11,48889 | 8 | 1,436111 | 0,523279 | 0,835414 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 205,8333 | 75 | 2,744444 | | | |
| | | | | | | |
| Celková variabilita | 244,9 | 89 | | | | |

Z výsledků ANOVA vyplývá, že v tomto odběru byl nalezen průkazný efekt zpracování půdy na celkový počet zaznamenaných taxonů, což naznačuje, že alespoň jeden druh orby se od ostatních liší. Na základě obr. č. 16 je patrné, že se tento efekt projevil u konvenčního zpracování půdy (CT). Je to způsobeno zejména tím, že u tohoto typu orby bylo na několika žlutých deskách nalezeno i 11 různých taxonů (zaznamenány byly i rody *Onthophagus*, *Polydrusus* a druh *Cassida nebulosa*). Chemické ošetření proti plevelům ani interakce se zpracováním půdy nebyla v tomto případě průkazná.

Obr. č. 16 – porovnání průměrného počtu nalezených taxonů v závislosti na zpracování půdy a druhu chemické ochrany



- 2010 – 2.7.

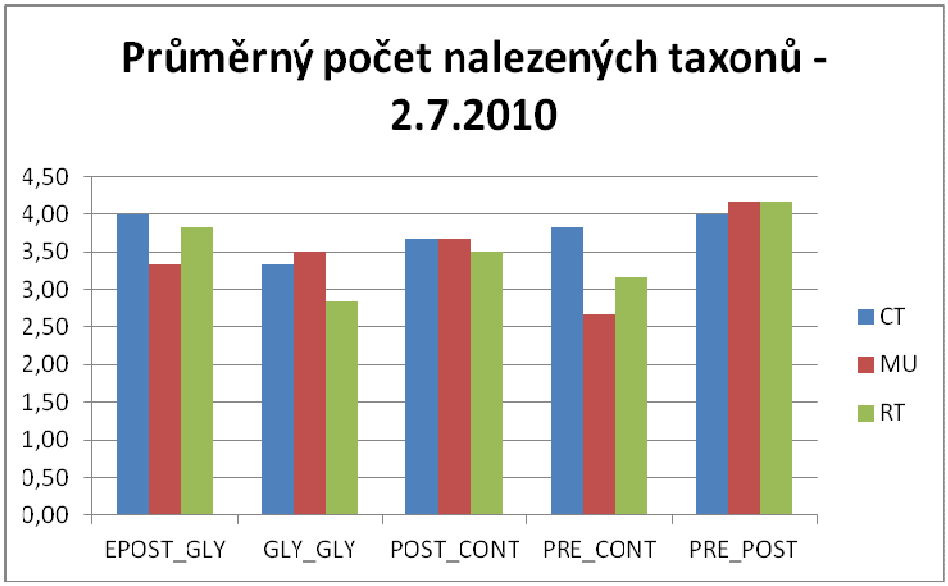
Tab. č. 22 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 10,06667 | 4 | 2,516667 | 1,838474 | 0,130314 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 1,622222 | 2 | 0,811111 | 0,592532 | 0,555493 | 3,118642 |
| Interakce | 5,6 | 8 | 0,7 | 0,511364 | 0,844262 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 102,6667 | 75 | 1,368889 | | | |
| Celková variabilita | 119,9556 | 89 | | | | |

ANOVA ukazuje, že ani jeden ze sledovaných faktorů či jejich vzájemná interakce nebyl statisticky průkazný. Zpracování půdy ani chemické ošetření proti plevelům nemělo v tomto sledovaném období na počet taxonů průkazný efekt.

Obr. č. 17 - porovnání průměrného počtu nalezených taxonů v závislosti na zpracování půdy a druhu chemické ochrany



- 2010 – 29.7.

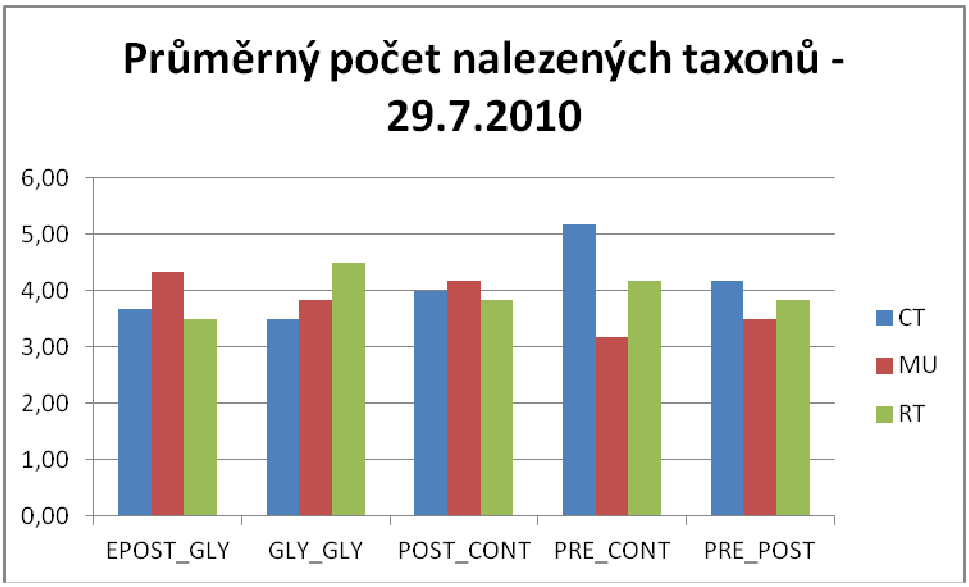
Tab. č. 23 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 1,377778 | 4 | 0,344444 | 0,23628 | 0,917038 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 1,355556 | 2 | 0,677778 | 0,464939 | 0,629972 | 3,118642 |
| Interakce | 17,75556 | 8 | 2,219444 | 1,522485 | 0,163788 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 109,3333 | 75 | 1,457778 | | | |
| Celková variabilita | 129,8222 | 89 | | | | |

Přestože se průměrný počet nalezených taxonů lišil mezi variantami pokusu (obr. č. 18), ukazuje ANOVA i v tomto případě, že ani jeden ze sledovaných faktorů či jejich vzájemná interakce nebyl statisticky průkazný. Zpracování půdy ani chemické ošetření proti plevelům nemělo v tomto sledovaném období na počet taxonů průkazný efekt.

Obr. č. 18 - porovnání průměrného počtu nalezených taxonů v závislosti na zpracování půdy a druhu chemické ochrany



- 2010 – 23.8.

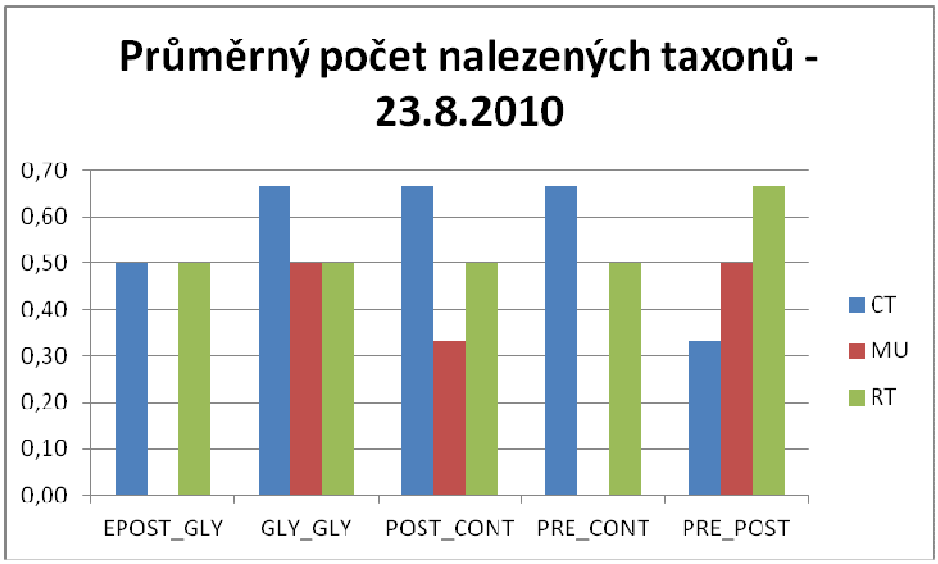
Tab. č. 24 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 0,6 | 4 | 0,15 | 0,368852 | 0,830106 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 1,622222 | 2 | 0,811111 | 1,994536 | 0,14323 | 3,118642 |
| Interakce | 1,6 | 8 | 0,2 | 0,491803 | 0,858403 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 30,5 | 75 | 0,406667 | | | |
| Celková variabilita | 34,32222 | 89 | | | | |

I když se průměrný počet nalezených taxonů lišil mezi variantami pokusu (obr. č. 19), ukazuje ANOVA i v tomto případě, že ani jeden ze sledovaných faktorů či jejich vzájemná interakce nebyl statisticky průkazný. Zpracování půdy ani chemické ošetření proti plevelům nemělo v tomto sledovaném období na počet taxonů průkazný efekt.

Obr. č. 19 - porovnání průměrného počtu nalezených taxonů v závislosti na zpracování půdy a druhu chemické ochrany



- 2010 – 16.9.

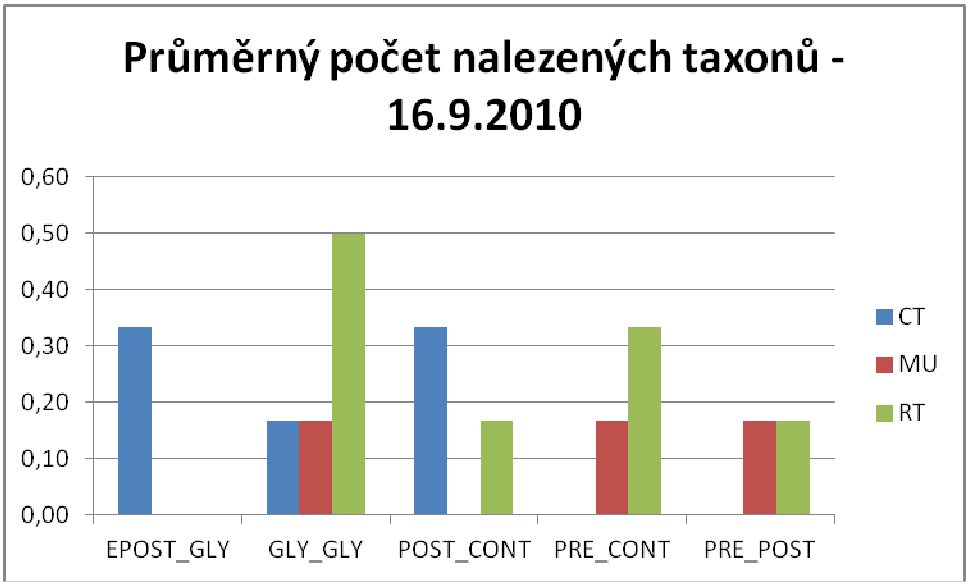
Tab. č. 25 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 0,333333 | 4 | 0,083333 | 0,5 | 0,73578 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 0,266667 | 2 | 0,133333 | 0,8 | 0,453126 | 3,118642 |
| Interakce | 1,4 | 8 | 0,175 | 1,05 | 0,407147 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 12,5 | 75 | 0,166667 | | | |
| Celková variabilita | 14,5 | 89 | | | | |

ANOVA ukazuje, že ani jeden ze sledovaných faktorů či jejich vzájemná interakce nebyl statisticky průkazný. Zpracování půdy ani chemické ošetření proti plevelům nemělo v tomto sledovaném období na počet taxonů průkazný efekt.

Obr. č. 20 - porovnání průměrného počtu nalezených taxonů v závislosti na zpracování půdy a druhu chemické ochrany



- 2010 – celkový počet taxonů za sezónu

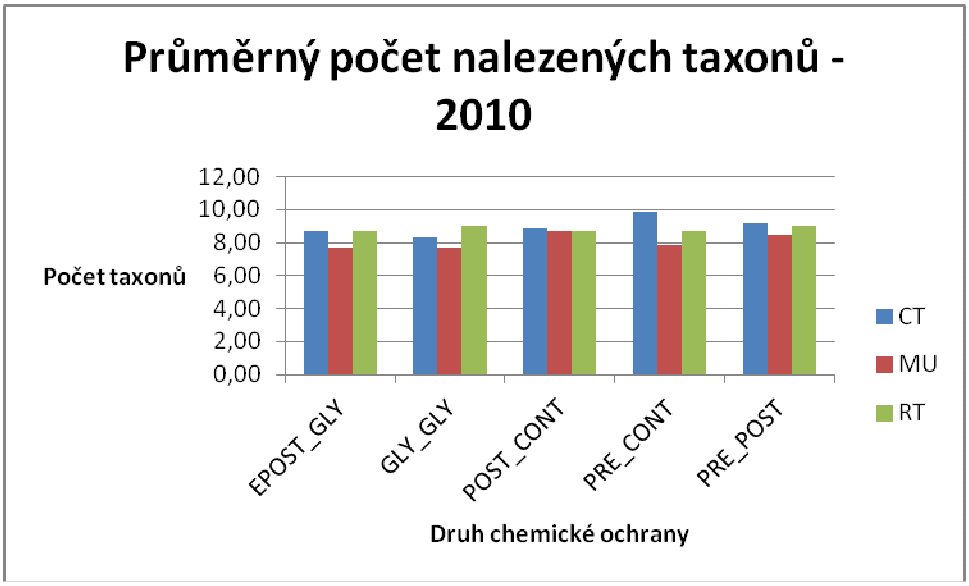
Tab. č. 26 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 4,888889 | 4 | 1,222222 | 0,446067 | 0,774918 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 13,75556 | 2 | 6,877778 | 2,510138 | 0,088063 | 3,118642 |
| Interakce | 9,244444 | 8 | 1,155556 | 0,421736 | 0,90453 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 205,5 | 75 | 2,74 | | | |
| Celková variabilita | 233,3889 | 89 | | | | |

Jak již bylo patrné z výše uvedených analýz, ANOVA ukazuje, že v celé sezóně 2010 nebyl nalezen průkazný efekt chemického ošetření proti plevelům, ani zpracování půdy. Průměrný počet nalezených taxonů podle druhu zpracování půdy i podle druhu chemické ochrany byl 8 – 9.

Obr. č. 21 - porovnání průměrného počtu nalezených taxonů v závislosti na zpracování půdy a druhu chemické ochrany



- 2011 – 9.6.

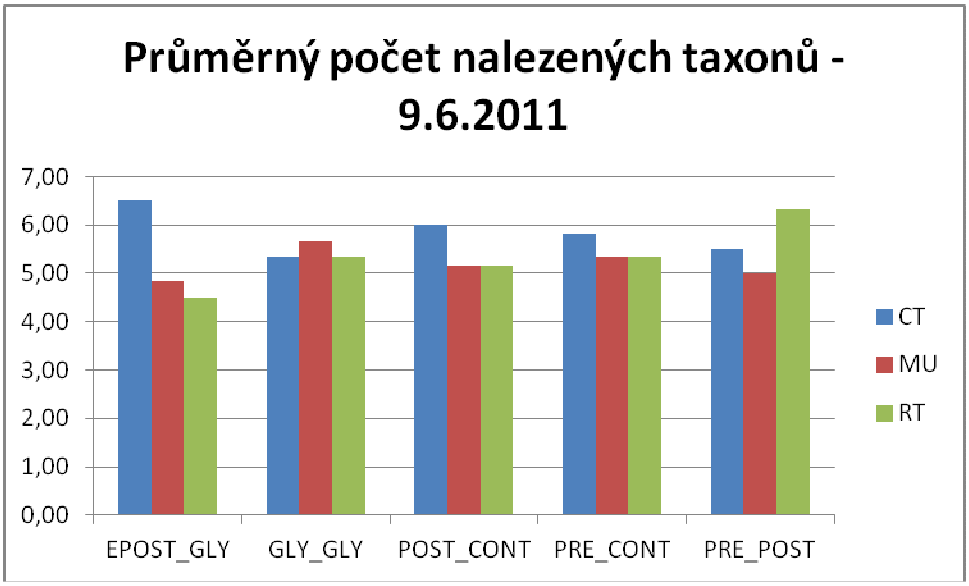
Tab. č. 27 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 1,044444 | 4 | 0,261111 | 0,124076 | 0,973382 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 6,688889 | 2 | 3,344444 | 1,589229 | 0,210878 | 3,118642 |
| Interakce | 16,75556 | 8 | 2,094444 | 0,995248 | 0,446868 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 157,8333 | 75 | 2,104444 | | | |
| Celková variabilita | 182,3222 | 89 | | | | |

ANOVA ukazuje, že ani jeden ze sledovaných faktorů či jejich vzájemná interakce nebyl statisticky průkazný. Zpracování půdy ani chemické ošetření proti plevelům nemělo v tomto sledovaném období na počet taxonů průkazný efekt.

Obr. č. 22 - porovnání průměrného počtu nalezených taxonů v závislosti na zpracování půdy a druhu chemické ochrany



- 2011 – 7.7.

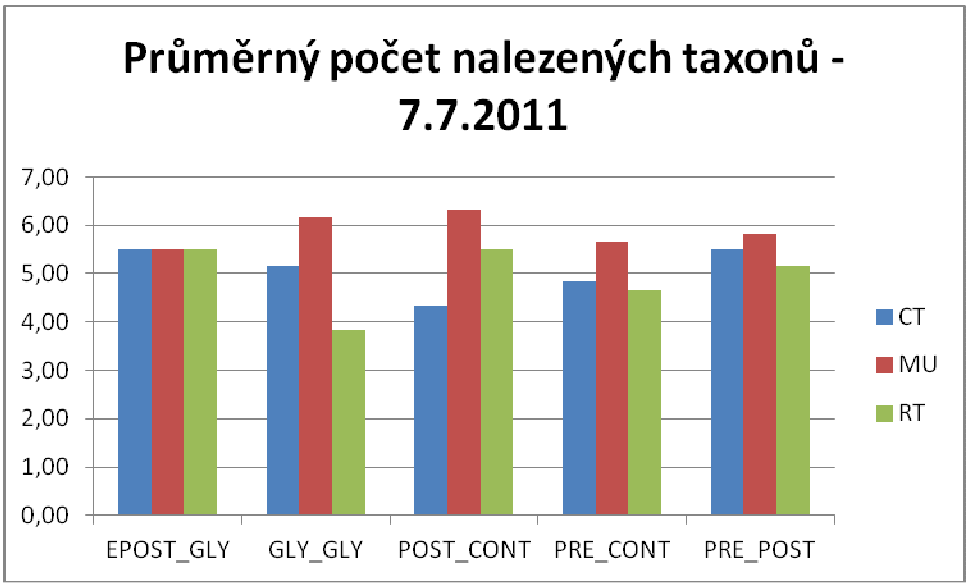
Tab. č. 28 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 3,733333 | 4 | 0,933333 | 0,427263 | 0,788498 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 16,46667 | 2 | 8,233333 | 3,769074 | 0,027558 | 3,118642 |
| Interakce | 16,86667 | 8 | 2,108333 | 0,965158 | 0,46965 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 163,8333 | 75 | 2,184444 | | | |
| Celková variabilita | 200,9 | 89 | | | | |

Z výsledků ANOVA vyplývá, že v tomto odběru byl nalezen průkazný efekt zpracování půdy na celkový počet zaznamenaných taxonů, což naznačuje, že alespoň jeden druh orby se od ostatních liší. Na základě obr. č. 23 je patrné, že se tento efekt projevil u zpracování půdy typu mulč (MU). Zatímco na plochách s konvenční a redukovanou orbou bylo nalezeno průměrně 5 taxonů, na mulči jich bylo průměrně nalezeno 6 (na některých deskách MU bylo nalezeno 8 i 9 taxonů – druh *Subcoccinella vigintiquatuorpunctata, Harmonia axyridis*, čeleď Staphylinidae). Chemické ošetření ani interakce se zpracováním půdy nebyla v tomto případě průkazná.

Obr. č. 23 - porovnání průměrného počtu nalezených taxonů v závislosti na zpracování půdy a druhu chemické ochrany



- 2011 – 28.7.

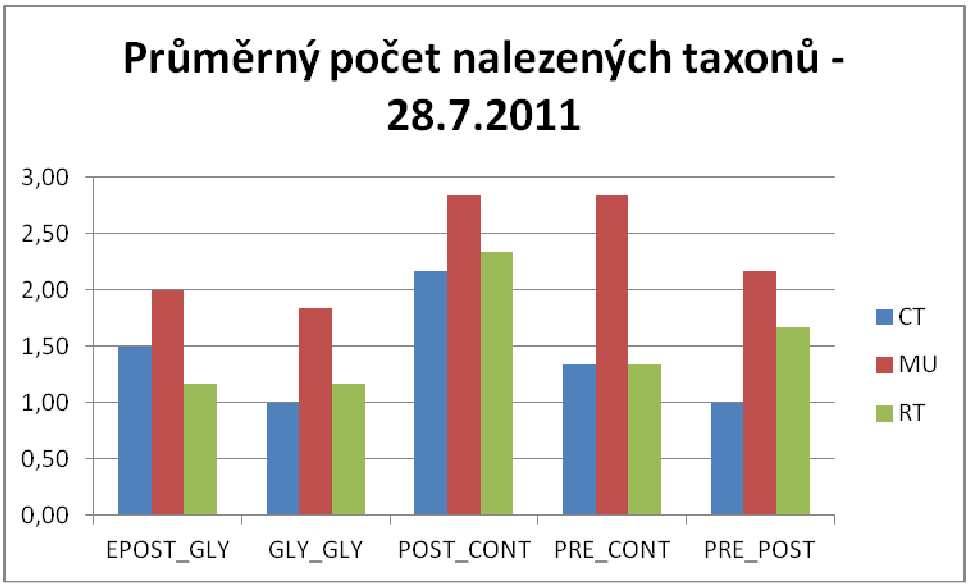
Tab. č. 29 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 12,95556 | 4 | 3,238889 | 2,621403 | 0,041398 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 15,28889 | 2 | 7,644444 | 6,18705 | 0,003258 | 3,118642 |
| Interakce | 3,711111 | 8 | 0,463889 | 0,37545 | 0,93046 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 92,66667 | 75 | 1,235556 | | | |
| Celková variabilita | 124,6222 | 89 | | | | |

Na základě výsledků ANOVA lze konstatovat, že v tomto sledovaném období byl nalezen průkazný efekt nejen chemického ošetření proti plevelům, ale také průkazný efekt zpracování půdy. V případě chemické ochrany se statisticky odlišuje od ostatních POST_CONT, na kterém jako jediném byl zaznamenán výskyt druhů *Oulema lichenis* z čeledi Chrysomelidae a *Psyllobora vigintiduopunctata* z čeledi Coccinellidae. V případě faktoru zpracování půdy pak byly výše zmíněné druhy nalezeny pouze na typu mulč (MU), čímž se tento typ statisticky odlišoval od ostatních. Interakce obou faktorů však nebyla v tomto případě průkazná.

Obr. č. 24 - porovnání průměrného počtu nalezených taxonů v závislosti na zpracování půdy a druhu chemické ochrany



- 2011 – 8.9.

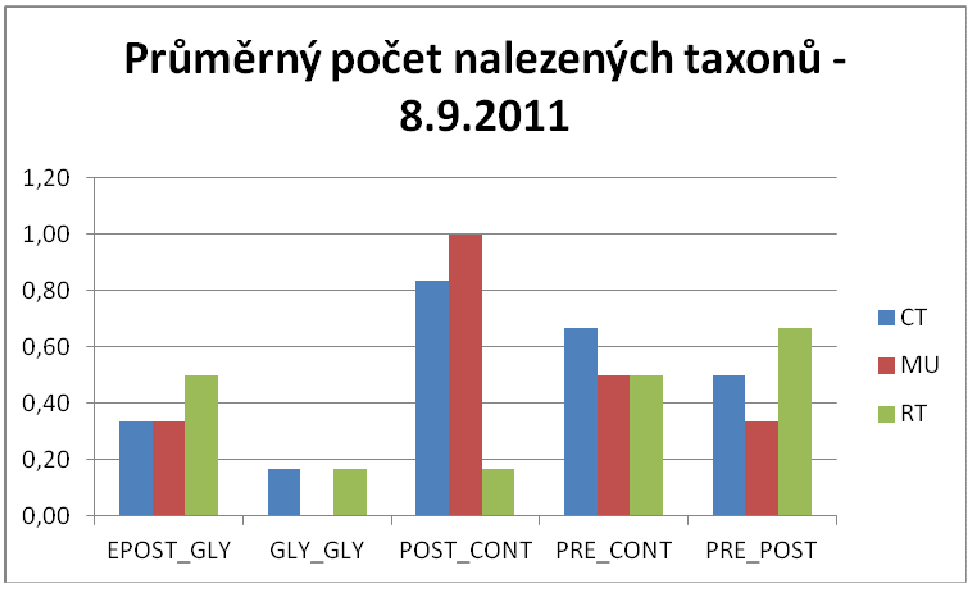
Tab. č. 30 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 3,222222 | 4 | 0,805556 | 2,157738 | 0,081954 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 0,155556 | 2 | 0,077778 | 0,208333 | 0,812405 | 3,118642 |
| Interakce | 2,844444 | 8 | 0,355556 | 0,952381 | 0,479516 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 28 | 75 | 0,373333 | | | |
| Celková variabilita | 34,22222 | 89 | | | | |

ANOVA ukazuje, že ani jeden ze sledovaných faktorů či jejich vzájemná interakce nebyl statisticky průkazný. Zpracování půdy ani chemické ošetření proti plevelům nemělo v tomto sledovaném období na počet taxonů průkazný efekt.

Obr. č. 25 - porovnání průměrného počtu nalezených taxonů v závislosti na zpracování půdy a druhu chemické ochrany



- 2011 – 4.10.

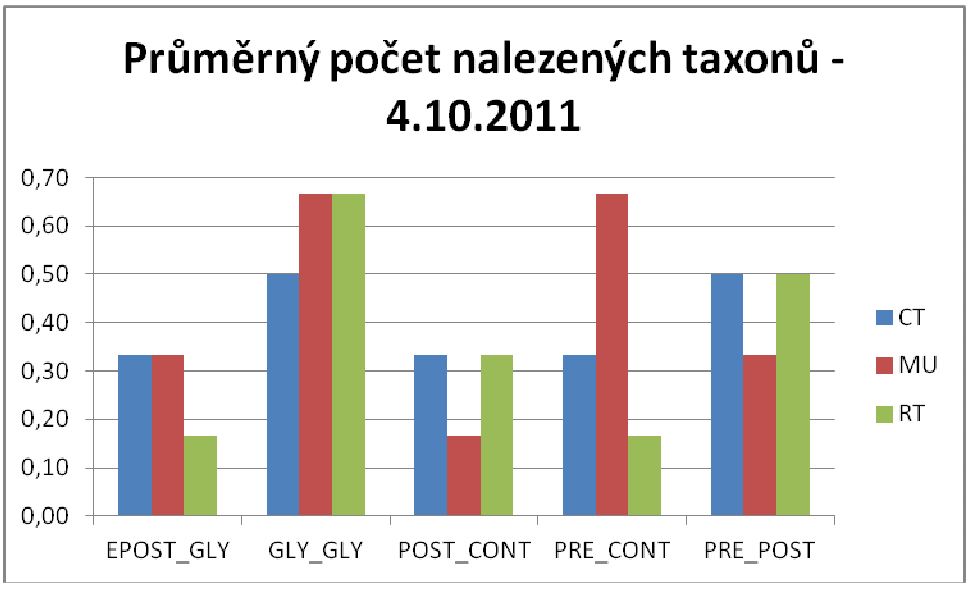
Tab. č. 31 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 1,377778 | 4 | 0,344444 | 1,230159 | 0,305326 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 0,066667 | 2 | 0,033333 | 0,119048 | 0,887933 | 3,118642 |
| Interakce | 1,155556 | 8 | 0,144444 | 0,515873 | 0,840933 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 21 | 75 | 0,28 | | | |
| | | | | | | |
| Celková variabilita | 23,6 | 89 | | | | |

I v tomto případě ANOVA ukazuje, že ani jeden ze sledovaných faktorů či jejich vzájemná interakce nebyl statisticky průkazný. Zpracování půdy ani chemické ošetření proti plevelům nemělo v tomto sledovaném období na počet taxonů průkazný efekt.

Obr. č. 26 - porovnání průměrného počtu nalezených taxonů v závislosti na zpracování půdy a druhu chemické ochrany



- 2011 – celkový počet taxonů za sezónu

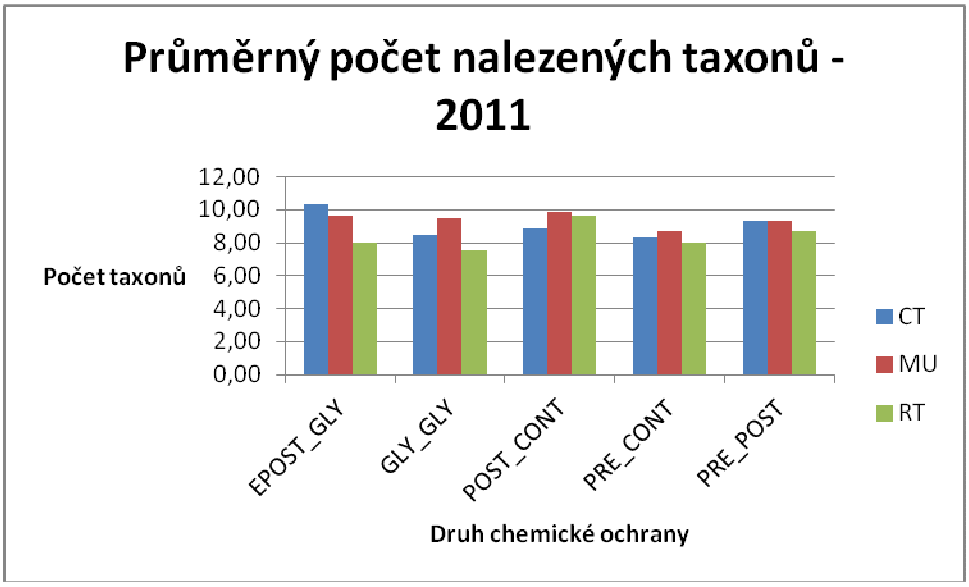
Tab. č. 32 – analýza rozptylu

ANOVA

| *Zdroj variability* | *SS* | *Stupně volnosti* | *MS* | *F* | *Hodnota P* | *F krit* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Chemické ošetření proti plevelům | 18 | 4 | 4,5 | 1,367319 | 0,253365 | 2,493696 |
| Zpracování půdy | 16,68889 | 2 | 8,344444 | 2,535449 | 0,086 | 3,118642 |
| Interakce | 19,2 | 8 | 2,4 | 0,729237 | 0,665256 | 2,064439 |
| Reziduální variabilita | 246,8333 | 75 | 3,291111 | | | |
| Celková variabilita | 300,7222 | 89 | | | | |

Jak již bylo patrné z výše uvedených analýz, ANOVA ukazuje, že v celé sezóně 2011 (stejně jako v sezóně 2010) nebyl nalezen průkazný efekt chemického ošetření proti plevelům, ani zpracování půdy. Průměrný počet nalezených taxonů podle druhu zpracování půdy i podle druhu chemické ochrany byl 8 – 9.

Obr. č. 27 - porovnání průměrného počtu nalezených taxonů v závislosti na druhu orby a chemické ochrany



# 8. DISKUZE

Maloparcelkové polní pokusy s GM plodinami obsahujícími geny, které vykazují rezistenci k hmyzím škůdcům, byly zahájeny v roce 1986. Pokusy s těmito plodinami na větších plochách pak byly prováděny již od počátku let dvacátého století (Krattiger 1997). Výsledky mnoha pokusů (Squire et al. 2003, Albajes et al. 2011) ukázaly, že experimenty na polích malých rozměrů nezpůsobují dlouhodobé změny v diverzitě bezobratlých. Na téma diverzita hmyzu na porostech kukuřice tolerantní k herbicidům bylo zpracováno mnoho pokusů a odborných prací. Dobrým příkladem mohou být výsledky rozsáhlého výzkumného projektu, který byl uskutečněn ve Velké Británii v letech 2002 – 2003, při kterém byly hodnoceny přínosy a rizika tří plodin tolerantních k herbicidům, mezi něž patřila i kukuřice (Sweet 2003). U všech tří plodin se na transgenních odrůdách významně snížilo množství aplikovaných aktivních látek herbicidů ve srovnání s konvenčními odrůdami. Nejvíce studií, včetně ČR bylo prováděno právě v porostech Bt-kukuřice. Shodně ve všech zemích nebyl zjištěn žádný negativní trend na diverzitu členovců ani na výskyt přirozených nepřátel ve srovnání s konvenčními odrůdami. Stejná diverzita a početnost byla v obou typech odrůd zjištěna pro půdní faunu, střevlíkovité brouky a pavoukovce a také pro komplex herbivorních druhů, včetně mšic a spektra jejich přirozených nepřátel (Habuštová et al. 2003, 2012).

Dané společenstvo fytofágního hmyzu a jejich predátorů bylo poměrně chudé na druhy, ale v některých případech bylo zaznamenáno velké množství jedinců, a to zejména třásněnek (Thysanoptera) a druhu *Meligethes* spp. z čeledi Nitidulidae. Hojný výskyt druhu *Meligethes* spp. bych však připisovala žluté barvě lepových desek. Jak zmiňují například autoři Nerad & Vašák (2001), žlutá barva tyto jedince láká. Na každé ploše bylo přibližně 60 % jedinců příslušníků jednoho druhu těchto dominantních skupin. Všechny důležité fytofágní druhy a jejich predátoři se vyskytovali na všech plochách.

Největší diverzita hmyzu byla zaznamenána vždy během prvních třech sběrů, při odběru vzorků v srpnu, září a říjnu byla naopak velmi nízká. Podle provedených analýz i podobnějším zkoumáním jak jednotlivých sběrů, tak i souhrnných dat za obě

sezóny jsem usoudila, že zpracování půdy nemá ani v jednom roce na počet jedinců žádný průkazný vliv. Z analýzy rozptylu za celou sezónu 2010 sice vyplývá, že nejvíce jedinců bylo zaznamenáno na konvenčním zpracování půdy (CT - z celkového počtu jedinců Elateridae bylo právě zde nalezeno více jak 46%), avšak v celkovém počtu jedinců má tento výsledek zanedbatelný vliv. Jedinou zaznamenanou odchylkou byl výskyt druhu *Bruchus* (z čeledi Bruchidae) pouze na plochách s redukovanou orbou (RT). V některých studiích byla prokázána vyšší početnost populací některých druhů predátorů, např. slunéček v porostech Bt-kukuřice (Gülü 2004) ve srovnání s porosty konvenčních hybridů kukuřice. I v tomto pokusu byla zaznamenána vyšší početnost čeledi Coccinellidae (v početnosti po řádu Thysanoptera a druhu *Meligethes* spp. – za oba roky celkem 1 039 jedinců). V jedné ze studií byly v porostech kukuřice tolerantní k herbicidům odebírány vzorky čeledi Carabidae (Bourassa et al. 2010). Z výsledků těchto pokusů vyplývá, že tato geneticky modifikovaná kukuřice má jen malý dopad na čeleď Carabidae – na jejich diverzitu a aktivitu. Stejného názoru jsou i další autoři (Brooks et al. 2003, Haughton et al. 2003). Toto tvrzení nemohu ani potvrdit, ani vyvrátit, protože jedinců čeledi Carabidae jsem nalezla pouze nepatrné množství.

Při porovnání celkového počtu nalezených jedinců za obě sezóny jsem dospěla k názoru, že nejvíce jedinců bylo zaznamenáno na kombinaci postřiku Maister (150 g/ha) + Mero (1 l/ha) (POST_CONT). Právě na plochách ošetřených touto směsí byla nalezena největší početnost čeledi Coccinellidae, Elateridae a Nitidulidae, na rozdíl od směsí Post Guardian Safe Max (1,4 l/ha) + Roundup Rapid (2,4 l/ha) (EPOST_GLY) a Roundup (2,4 l/ha) při BBCH13 + Roundup (2,4 l/ha) při BBCH 16-18 (GLY_GLY), kde byla početnost výše zmíněných čeledí až o 50% nižší.

Při porovnání počtu taxonů nalezených při jednotlivých sběrech byl zaznamenán pokles výskytu od prvních dat sběrů směrem k posledním. Při posledních sběrech byly nalezeny zejména druhy čeledí Coccinellidae, Cantharidae a Carabidae, zatímco při prvních odběrech byly taxony četnější (8-12 nalezených taxonů). V závislosti na druhu orby bylo nejvíce taxonů napočítáno na konvenčním druhu (CT), v závislosti na druhu chemické ochrany pak na kombinaci směsí Maister (150 g/ha) + Mero (1 l/ha) (POST_CONT).

Studie vztahů plevel – členovci vyžaduje podle Barberiho et al. (2010) interdisciplinární přístup kombinující širokou škálu odborných znalostí (např. molekulární biologie, genetika, fyziologie rostlin a plodin, entomologie, herbologie, půdní chemie a biochemie, agronomie, ekologie), jejichž význam je stále více uznávaný v zásadě, ale dosud není v praxi. Řízení plevelů a obdělávání půdy jsou hlavními faktory, kterými se mění rozmanitost a mají přímé a nepřímé účinky na členovce. Geneticky modifikované plodiny odolné proti herbicidům nabízí nové příležitosti pro řízení plevelů. Bylo prokázáno, dlouho předtím, než geneticky modifikované plodiny (cukrová řepa a kukuřice) byly komerčně dostupné, že tyto strategie řízení mohou poskytnout velké ekonomické a ekologické výhody zvýšením zachování biologické ochrany (Bourassa et al. 2010). Head et al. (2006) ve své práci tvrdí, že nakládání s těmito geneticky modifikovanými plodinami tolerantními k herbicidu ovlivňuje množství plevelů a některých bezobratlých skupiny. Například cílem studie Schiera (2006) bylo analyzovat a porovnat dopady na hubení plevele a členovců různými způsoby konvenčního zpracování půdy. Studie byla provedena v letech 2002 – 2005 na trvale zasazených RR kukuřicích. Vzhledem k velmi dobré účinnosti účinné látky glyfosátu lze plevel kontrolovat v pružnějším časovém rámci ve srovnání s např. využitím zbytkových herbicidů. Porosty RR kukuřice mohou být pěstovány delší dobu, a tak poskytují příznivé podmínky pro mnoho členovců. Výsledky tedy ukazují, že kombinace zachování obdělávání půdy a kukuřice tolerantní k herbicidům má pozitivní vliv na biodiverzitu. Mnoho studií (Hawes et al. 2003) prokázalo, že byložravci i jejich predátoři jsou citliví na změnu výskytu plevelů. Další ze studií - studie konvenční vs. žádná orba v Kanadě potvrdila, že selektivní herbicidy mají vliv na společenství plevelů a půdu (Swanton et al. 1999, Marshall et al. 2003). Také čtyřletá studie ve Španělsku prošetřovala vzájemné vztahy mezi plevelem a členovci (Albajes et al. 2009). Na druhou stranu plevele mohou přímo ovlivnit členovce tím, že poskytují příznivé mikroklima, jídlo, přístřeší, místo pro páření a kladení vajíček. Geneticky upravené plodiny tolerantní k herbicidu nabízejí nové možnosti řízení plevelů s potenciálními důsledky pro zpracování biologické ochrany (Bigler & Albajes 2011). Lundgren et al. (2009) uvádějí, že lokální odstranění plevelů může změnit zemědělskou krajinu snížením či změnou zbývající vegetační rozmanitosti.

Nutné je, jak uvádějí Albajes et al. (2009) však zvážit tři faktory, které mohly výrazně ovlivnit diverzitu hmyzu odchyceného na žlutých lepových deskách ve

srovnání s diverzitou hmyzu na vlastních rostlinách. Za prvé, žluté lepové desky mohou přilákat pouze dospělé létající jedince. Za druhé, na tyto pasti se mohou nachytat létající jedinci jak z rostliny, tak i z plevele, proto mohou výsledky vést k nadhodnocení hustoty hmyzu na plodině. Za třetí, jak již bylo zmíněno výše, různé druhy hmyzu jsou různě lákány právě na žlutou barvu lepových desek.

Vliv osiva (kultivar tolerantní herbicid) na celý průběh pokusu nemohu posoudit, pravdou však je, že žádný z obávaných škůdců kukuřice – zavíječ kukuřičný či bázlivec kukuřičný nebyl na ploše pokusu zaznamenán.

# 9. ZÁVĚR

Diverzita fytofágního hmyzu v porostu kukuřice tolerantní k herbicidům byla určena pomocí žlutých lepových desek v pěti sběrech za každou sezónu. Výsledky byly uchovány v tabulkách Excel a statisticky zpracovány pomocí analýzy rozptylu ANOVA.

Přestože převaha býložravých druhů hmyzu nad masožravými nelze být vyvrácena, byl zaznamenán vyšší počet jedinců čeledi Coccinellidae.

Vliv chemického ošetření proti plevelům a zpracování půdy na diverzitu hmyzu bych shrnula do následujících bodů:

- Druh zpracování půdy nemá na počet zkoumaných jedinců žádný prokazatelný vliv
- Nejvíce jedinců bylo téměř vždy nalezeno na chemickém ošetření POST_CONT (Maister (150 g/ha) + Mero (1 l/ha))
- Nejméně jedinců bylo téměř vždy nalezeno na chemickém ošetření EPOST_GLY (Post Guardian Safe Max (1,4 l/ha) + Roundup Rapid (2,4 l/ha)), případně na kombinaci postřiků Roundup (2,4 l/ha) při BBCH13 + Roundup (2,4 l/ha) při BBCH 16-18 (GLY_GLY)
- Nejvíce jedinců čeledi Elateridae bylo nalezeno na konvenčním typu zpracování půdy (CT)
- Nejvíce jedinců čeledi Coccinellidae, Elateridae a Nitidulidae bylo zaznamenáno na chemickém ošetření POST_CONT
- Nejméně jedinců čeledi Coccinellidae, Elateridae a Nitidulidae bylo naopak zaznamenáno na kombinaci chemické ochrany EPOST_GLY a GLY_GLY
- Nejvíce taxonů bylo rozpoznáno na kombinaci typu zpracování půdy konvenční orbou (CT) a chemickém ošetření proti plevelům POST_CONT

Z výsledků práce vyplývá, že vhodným způsobem zpracování půdy a zejména vhodnou volbou chemického postřiku lze ovlivnit počet jedinců na porostu. Dá se také říci, že na výsledcích obdobných studií je založena jistota agrárních společností i malých zemědělců, že jim geneticky modifikované plodiny přinesou ekonomickou výhodu. Užitím transgenních 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.

# 10. POUŽITÁ LITERATURA

**Albajes R., Lumbierres B., Pons X., 2009:** Responsiveness of arthropod herbivores and their natural enemies to modified weed management in corn. *Environmental Entomology* 38(3): 944 – 954.

**Albajes R., Lumbierres B., Pons X., 2011:** Two heteropteran predators in relation to weed management in herbicide-tolerant corn**.** *Biological control* 59: 30 – 36.

**Atakan E., Canhilal R., 2004:** Evaluation of yellow sticky traps at various heights for monitoring cotton insect pests. *Journal of Agricultural and Urban Entomology* 21(1): 15 – 24.

**Baldwin F. L., 1999:** The value and exploitation of herbicide-tolerant crops in the US. Brighton Konference: *Weeds* 1-3: 653 – 660.

**Barberi P., Burgio G., Dinelli G., Moonen A. C., Otto S., Vazzana C., Zanin G., 2010:** Funcional biodiversity in the agricultural landscape: relationships between weeds and arthropod fauna. *Weed Research* 50: 388 – 401.

**Barriuso J., Marín S., Hellado R. P., 2010:** Effect of the herbicide glyphosate on glyphosate-tolerant maize rhizobacterial communities: a comparison with pre-emergency applied herbicide consisting of a combination of acetochlor and terbuthylazine. *Environmental Mikrobiology* 12(4): 1021 – 1030.

**Beckie H. J., 2011:** Herbicide-resistant weed management: focus on glyphosate. Pest *Management Science* 67(9): 1037 – 1048.

**Benachour N., Séralini G. E., 2008:** Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells. *Chemical Research in Toxicology* 22(1): 97 – 105.

**Bigler F., Albajes R., 2011:** Indirect effects of genetically modofied herbicide toleranc crops on biodiversity and ecosystem services: the biological kontrol example. *Journal of Consumer Protection and Food Safety* 6(1): 79 – 84.

**Blackburn L. G., Boutin C., 2003:** Sibyle effects of herbicide use in the kontext of genetically modified crops: a case study with glyphosate (Roundup). *Ecotoxicology* 12: 271 – 285.

**Bourassa S., Carcamo H. A., Spence J. R., 2010:** Effects of crop rotation and genetically modified herbicide-tolerant corn on ground beetle diversity, community structure, and activity density. *Canadian Entomologist* 142(2): 143 – 159.

**Brooks D. R., Bohan D. A., Champion G. T., Haughton A. J., Hawes C., Heard M. S., Clark S. J., Dewar A. M., Firbank L. G., Perry J. N., Rothery P., Scott R. J., Woiwod I. P., Birchall C., Skellern M. P., Walker J. H., Baker P., Bell D., Browne E. L., Dewar A. J. G., Faitfax C. M., Haylock L. A., Horne S. L., Hulmes S. E., Mason N. S., Norton L. R., Nuttall P., Randle Z., Rossall M. J., Sands R. J., N., Singer E. J., Walker M. J., 2003:** Invertebrate responses to the management of genetically modified herbicide–tolerant and conventional spring crops. I. Soil-surface-active invertebrates. *Philosophical transaction of Royal Society* 358: 1847 – 1862.

**Custers R., Vlieger De E., Stoops S., Gysel Van A., Verleyen B., 2006:** Průvodce biotechnologiemi – biotechnologie v zemědělství a potravinářství. *Academia*. Praha. 104 s.

**Černý et al., 1982:** Základy intenzivní rostlinné výroby. *Státní zemědělské nakladatelství*. Praha. 192 s.

**Čeřovská M., Štěpánek M., Říha K., 2006:** Geneticky modifikované organismy pod dohledem – sledování GMO po uvedení na trh. In Geneticky modifikované organismy. *Ministerstvo zemědělství, ČZU.* Praha. 30 – 36.

**Čeřovská M., 2007:** Zkušenosti českých pěstitelů s Bt kukuřicí. In Geneticky modifikované organismy v agroekosystému a jeho okolí. *Ministerstvo zemědělství, ČZU*. Praha. 47 – 53.

**Danilova S. A., 2007:** The technologies for genetic transformation of cereals. *Russian Journal of Plant Physiology* 54 (5): 569 – 581.

**Devine M. D., 2005:** Why are there not more herbicide-tolerant crops. *Pest Management Science* 61: 312 – 317.

**Dewar A. M., 2009:** Weed control in glyphosate-tolerant maize in Europe. *Pest Management Science* 65: 1047 – 1058.

**Dill G. M., 2005:** Glyphosate-resistant crops: history, status and future. *Pest Management Science* 61: 219 – 224.

**Dillen K., Mitchell P. D., Looy T. V., Tollens E., 2010:** The western corn rootworm, a new tret to European agriculture: opportunities for biotechnology. *Pest Management Science* 66: 956 – 966.

**Doubková Z., 2003:** Geneticky modifikované organismy – otázky spojené s jejich vznikem a využíváním. *Ministerstvo životního prostředí*. Praha. 39 s.

**Doubková Z., 2006:** Geneticky modifikované organismy pod dohledem – proces schvalování nového GMO. In Geneticky modifikované organismy. *Ministerstvo zemědělství, ČZU*. Praha. 26 – 30.

**Doubková Z., 2008:** Geneticky modifikované organismy používané v ČR. In Možnosti využití GMO pro potravinářské i nepotravinářské účely. *MŽP, VŠCHT* Praha. 5 – 11.

**Esker P. D., Obrycki J., Nutter F. W., 2004:** Trap Height and Orientation of Yellow Sticky Traps Affect Capture of Chaetocnema pulicaria (Coleoptera: Chrysomelidae. *Jurnal of Economic Entomology.* 97(1): 145 – 149.

**Güllü M. , Tatli F., Kanat A. D., Islamoglu M., 2004:** Population development of some predatory insects on Bt and non-Bt maize hybrids in Turkey. *Bulletin OILB/SROP* 27: 85 - 91.

**Habuštová O., Hussein H., Sehnal F., 2003:** Insect communities on maize expressing a Bt-toxin. *Acta et Phytotechnica and Zootechnica.*1: 9 -11.

**Habuštová O., Doležal P., Spitzer L., Svobodová Z., Hussein H., Sehnal F., 2012:** Impact of Cry1Ab toxin expression on the non-target insects dwelling on maize plants**.** *Journal of Applied Entomology* 137(4): 56 – 67.

**Hardell L., Eriksson M., Nordstrom M., 2002:** Exposure to pesticides as risk factor for non-Hodgkin's lymphoma and hairy cell leukemia: pooled analysis of two Swedish case-control studies. *Leukemia and Lymphoma* 43: 1043 - 1049.

**Haughton A. J., Champion G. T., Hawes C., Heard M. S., Brooks D. R., Bohan D. A., Clark S. J., Dewar A. M., Firbank L.G., Osborne J. L., Perry J. N., Rothery P., Roy D. B., Scott R. J., Woiwod I. P., Birchall C., Skellern M. P., Walker J. H., Baker P., Browne E. L., Dewar A. J. G., Garner B. H., Haylock L. A., Horne S. L., Mason N. S., Sands R. J. N., Walker M. J., 2003:** Invertebrate responses to the management of genetically modified herbicide–tolerant and conventional spring crops. II. Within-field epigeal and aerial arthropods. *Philosophical Transaction of Royal Society* 358: 1863 – 1877.

**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., Champion 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 Transaction of Royal Sociology* 358: 1899 -1913.

**Hawes C., Squire G. R., Hallet P. D., Watson P. D., Young M., 2010:** Arable plant communities as indicators of farming praktice. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 138: 17 – 26.

**Head G. P., Duan J. J., Juany Ch., Bhatti M. A., Ward D. P., Levine S. L., Nickson T. E., Nemeth M.A., 2006:** Statistical power analysis of a 2-year field study and design of experiments to evaluace non-target effects of genetically modified Baccillius thuringiensis corn. *Ecological Entomology* 31: 521 – 531.

**Heard M. S., Clark S. J., Rothery P., Perry J. N., Bohan D. A., Brooks D. R., Champion G. T., Dewar C., Haughton A. J., May M. J., Sooty R. J., Start R. S., Squire G. R., Firbank L. G., 2006:** Effects of successive seasons of genetically modified herbicide-tolerant maize cropping on weeds and invertebrates. *Annals of Applied Biology* 149: 249 – 254.

**Heydens W. F., Healy C. E., Hotz K. J., Kier L. D., Martens M. A., Wilson A. G., Farmer D. R., 2008:** Genotoxic potential of glyphosate formulations: mode-of-action investigations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56: 1517 - 1523.

**Holec J., Soukup J., 2006:** Pěstování transgenních odrůd polních plodin – stav a perspektivy. In Geneticky modifikované organismy. *Ministerstvo zemědělství, ČZU*. Praha. 10 – 17.

**Hrdý I., 2002:** Geneticky modifikované organismy. *Vesmír* 81: 636 – 640.

**Hůla J., Abraham Z., Bauer F., 1997:** Zpracování půdy. *Nakladatelství Brázda s. r. o.* Praha. 144 s.

**Christensen S., 1993:** Crop weed competition and herbicide performance in cereal species and varieties. *Weed Research* 34: 29 – 36.

**Kazda J., Mikulka J., Prokainová E., 2010:** Encyklopedie ochrany rostlin – polní plodiny. *Profi press s. r. o.* Praha. 440 s.

**Kocourek F., Stará J., Falta V., Rotrekl J., 2008:** Metody ochrany kukuřice proti zavíječi kukuřičnému – ochrana genetická, chemická, biologická a agrotechnická. *Výzkumný ústav rostlinné výroby.* Praha. 37 s.

**Krattiger, A.F., 1997:** Insect Resistance in Crops: A Case Study of *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) and its Transfer to Developing Countries. *ISAAA Briefs* No. 2. ISAAA: Ithaca, NY. 42 s.

**Křístková M., 2009:** Dosavadní zkušenosti s pěstováním geneticky modifikované Bt kukuřice v ČR. *Ministerstvo zemědělství*. Praha. 44 s.

**Křístková M., 2010:** Změna pravidel pro pěstování Bt kukuřice. *Agromanuál* 5 (3): 16 – 18.

**Kučera L., 2008:** Proč se pěstují geneticky modifikované plodiny – výsledky polních pokusů. In Pěstování geneticky modifikovaných plodin v ČR – koexistence různých forem zemědělství. *Ministerstvo zemědělství*. Praha. 14 – 25.

**Lundgren J. G., Gassmann A. J., Bernal J., Duan J. J., Ruberson J., 2009:** Ecological compatibility of GM crops and biological control. *Crop protection* 28: 1017 – 1030.

**Mueller-Schaerer H., Scheeppens P. C., Greaves M. P., 2000:** Biological control of weeds in European crops: recent achievements and future work. *Weed Research* 40: 83 – 98.

**MZe, 2011:** Zemědělství 2011. *Ministerstvo zemědělství*. Praha. 132 s.

**MŽP, 2011:** Registr povolených geneticky modifikovaných potravin. Online: http://www.mzp.cz/__C1256E7F0041C8C2.nsf/gmo-pub-env?OpenView. Cit. 5. 9. 2012

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1829/2003 o geneticky modifikovaných potravinách krmivech

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1830/2003 o zpětné dohledatelnosti a označování geneticky modifikovaných organismů a zpětné dohledatelnosti potravin a krmiv vyrobených z geneticky modifikovaných organismů

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1946/2003 o pohybech geneticky modifikovaných organismů přes hranice

**Nerad D., Vašák J., 2001:** Biologizace ochrany řepky ozimé. Online: http://www.agris.cz/clanek/116941/biologizace-ochrany-repky-ozime. Cit. 15. 4. 2013

**Owen M. D. K., Zelaya I. A., 2005:** Herbicide-resistant crops and weed resistence to herbicides. *Pest Management Science* 61: 301 – 311.

**Povolný M., Vacek E., 2009:** Přehled odrůd kukuřice. *ÚKZÚZ*. Brno. 83 s.

**Pozděna J., Hervert V., Kochová E., 1963:** Choroby a škůdci obilnin. *Státní zemědělské nakladatelství*. Praha. 154 s.

**Prugar J., 2004:** Transgenní plodiny a bezpečnost potravin. *Výživa a potraviny* 6: 155 – 157.

**Rakouský S., 2008:** Bezpečnost a zdravotní rizika geneticky modifikovaných plodin, potravin a krmiv z nich vyrobených. In Genetické modifikace – možnosti jejich využití a rizika. *Ministerstvo životního prostředí.* Praha. 18 – 23.

**Rauschen S., Eckert J., Schaarschmidt F., Schuphan I., Gathman A., 2008:** An evaluation of methods for assessing the impacts of Bt-maize MON810 cultivation and pyrethroid insekticide use on Auchenorrhyncha (planthoppers and leafhoppers. *Agricultural and Forest Entomology* 10: 331 – 339.

**Roudná M. (Ed), 2008:** Genetické modifikace – možnosti jejich využití a rizika. *Ministerstvo životního prostředí*. Praha. 48 s.

**Rozen K., Ester A., 2010:** Chemical control of Diabrotica virgifera virgifera LeConte. *Journal of Applied Entomology*. 134: 376 – 384.

**Schier A., 2006:** Field study on the occurrence of ground beetles and spiders in genetically modified, herbicide tolerant corn in conventional and conservation tillage systeme. *Journal of Plant Diseases and Protection* 20: 101 – 113.

**Spencer J. L., Hibbard B. E., Moeser J., Onstad D. W., 2009:** Behaviour and ecology of the western corn rootworm ( *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). *Agricultural and Forest Entomology* 11: 9 – 27.

**Squire G. R., Brooks D. R. Bohan D. A., Champion G. T., Daniels R. E., Haughton A. J., Hawes C., Heard M. S., Hill M. O., May M. J., Osborne J. L., Perry J. N., Roy D. B., Woiwod I. P., Firbank L. G., 2003:** On the rationale and interpretation of the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolarent crops. *Phylosophical transaction of the Royal society* 358: 1779 – 1799.

**Sweet J., 2003:** Herbicide tolerant crops and botanical diversity. *IOBC/wprc meeting*. Praha. 120 s.

**Tichá K., 2001:** Biologická ochrana rostlin. *Grada publishing, spol. s. r. o*. Praha. 88 s.

**Thomson L. J., Neville P. J., Hoffmann A. A., 2004:** Effective trapping methods for assessing invertebrates in vineyards. Australan *Journal of Experimental Agriculture* 44(9): 947 – 953.

Vyhláška č. 89/2006 Sb. v platném znění

**Vejl P., 2007:** Geneticky modifikovaný organismus z pohledu genetiky a šlechtění. In Geneticky modifikované organismy v agroekosystému a jeho okolí. *Ministerstvo zemědělství, ČZU*. Praha. 3 – 14.

**Warwick S. I., Beckie H. J., Halic L. M., 2009:** Gene Flow, Invasiveness, and Ecological Impact of Genetically Modified Crops. *The Ydar in Evolutionary Biology* 1168: 72 – 99.

**Weng S. F., Hung D. Z., Hu S. Y., Tsan Y. T., Wang L. M., 2008:** Rhabdomyolysis from an intramuscular injection of glyphosate-surfactant herbicide. *Clinical Toxicology* 46: 890 - 891.

**Williams G. M., Kroes R., Munro I. C., 2000:** Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 31: 117 - 165.

Zákon č. 78/2004 Sb. v platném znění

Zákon č. 110/1997 Sb. v platném znění

Zákon č. 252/1997 Sb. v platném znění

Zákon č. 306/2000 Sb. v platném znění

Zákon č. 346/2005 Sb. v platném znění

# 11. PŘÍLOHY

Tab. č. 1 – výskyt jednotlivých čeledí a počty nalezených jedinců na typu zpracování půdy konvenční orba (CT) za rok 2010

| orba_chemická | rok | 2010 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ochrana | výskyt | 7.6. | | 2.7. | | 29.7. | | 23.8. | | 16.9. | | | |
| CT_EPOST_GLY | na všech deskách | Nitidulidae | 65 | Nitidulidae | 112 | Nitidulidae | 120 | | | | | | |
| | | Cantharidae | 25 | | | Coccinellidae | 8 | | | | | | |
| | | Chrysomelidae | 16 | | | | | | | | | | |
| | | Coccinellidae | 13 | | | | | | | | | | |
| | hojně | | | Coccinellidae | 10 | | | | | | | | |
| | zřídka | Curculionidae | 8 | Cantharidae | 7 | Curculionidae | 8 | Coccinellidae | 2 | Nitidulidae | 2 | | |
| | | | | Alticidae | 2 | Elateridae | 4 | Carabidea | 1 | Coccinellidae | 1 | | |
| | | | | Curculionidae | 2 | Chrysomelidae | 1 | | | | | | |
| | | | | Elateridae | 2 | Carabidae | 1 | | | | | | |
| | | | | Chrysomelidae | 2 | | | | | | | | |
| | | | | Lepidoptera | 2 | | | | | | | | |
| CT_GLY_GLY | na všech deskách | Nitidulidae | 88 | Nitidulidae | 118 | Nitidulidae | 158 | | | | | | |
| | hojně | Chrysomelidae | 23 | Elateridae | 13 | Coccinellidae | 14 | | | | | | |
| | | Cantharidae | 16 | | | | | | | | | | |
| | | Coccinellidae | 12 | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Curculionidae | 5 | Cantharidae | 9 | Elateridae | 8 | Coccinellidae | 2 | Nitidulidae | 1 | | |
| | | Elateridae | 1 | Coccinellidae | 5 | Curculionidae | 5 | Carabidea | 1 | | | | |
| | | Scarabaeidae | 1 | Chrysomelidae | 1 | | | Nitidulidae | 1 | | | | |
| | | Lepidoptera | 1 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| CT_POST_CONT | na všech deskách | Nitidulidae | 60 | Nitidulidae | 214 | Nitidulidae | 153 | | | | | | |
| | | Cantharidae | 23 | | | | | | | | | | |
| | hojně | Chrysomelidae | 25 | Cantharidae | 11 | Coccinellidae | 10 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Coccinellidae | 9 | Curculionidae | 6 | Elateridae | 7 | Coccinellidae | 2 | Nitidulidae | 2 | | |
| | | Curculionidae | 6 | Coccinellidae | 4 | Curculionidae | 5 | Carabidea | 1 | Coccinellidae | 1 | | |
| | | Scarabaeidae | 1 | Elateridae | 4 | Chrysomelidae | 1 | Nitidulidae | 1 | | | | |
| | | | | Chrysomelidae | 2 | | | | | | | | |
| | | | | Scarabaeidae | 2 | | | | | | | | |
| CT_PRE_CONT | na všech deskách | Nitidulidae | 57 | Nitidulidae | 133 | Nitidulidae | 124 | | | | | | |
| | | Chrysomelidae | 24 | | | Coccinellidae | 18 | | | | | | |
| | hojně | Cantharidae | 16 | Elateridae | 11 | Curculionidae | 17 | | | | | | |
| | | Coccinellidae | 13 | Coccinellidae | 10 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Scarabaeidae | 1 | Cantharidae | 4 | Elateridae | 6 | Coccinellidae | 2 | | | | |
| | | | | Chrysomelidae | 2 | Cantharidae | 1 | Carabidea | 1 | | | | |
| | | | | Curculionidae | 1 | | | Nitidulidae | 1 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| CT_PRE_POST | na všech deskách | Nitidulidae | 81 | Nitidulidae | 129 | Nitidulidae | 131 | | | | | | |
| | | Cantharidae | 23 | | | | | | | | | | |
| | hojně | Chrysomelidae | 19 | | | Coccinellidae | 15 | | | | | | |
| | zřídka | Curculionidae | 8 | Cantharidae | 8 | Elateridae | 8 | Coccinellidae | 2 | | | | |
| | | Coccinellidae | 7 | Elateridae | 7 | Curculionidae | 5 | Carabidea | 1 | | | | |
| | | Elateridae | 3 | Curculionidae | 6 | Chrysomelidae | 1 | | | | | | |
| | | Scarabaeidae | 1 | Coccinellidae | 3 | | | | | | | | |
| | | | | Chrysomelidae | 1 | | | | | | | | |
| | | | | Alticidae | 1 | | | | | | | | |

Tab. č. 2 – výskyt jednotlivých čeledí a počty nalezených jedinců na typu zpracování půdy konvenční orba (CT) za rok 2011

| orba_chemická ochrana | rok | 2011 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | výskyt | 9.6. | | 7.7. | | 28.7. | | 8.9. | | 4.10. | |
| CT_EPOST_GLY | na všech deskách | Elateridae | 28 | | | | | | | | |
| | | Coccinellidae | 11 | Nitidulidae | 300 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | hojně | Nitidulidae | 14 | | | Coccinellidae | 11 | | | | |
| | zřídka | Cantharidae | 5 | Elateridae | 9 | Alticidae | 1 | Cantharidae | 1 | Cantharidae | 1 |
| | | Curculionidae | 5 | Chrysomelidae | 9 | | | Coccinellidae | 1 | | |
| | | Chrysomelidae | 3 | Coccinellidae | 7 | | | | | | |
| | | Alticidae | 1 | Curculionidae | 4 | | | | | | |
| | | | | Cantharidae | 2 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| CT_GLY_GLY | na všech deskách | Elateridae | 39 | Nitidulidae | 300 | | | | | | |
| | hojně | Nitidulidae | 20 | | | | | | | | |
| | | Coccinellidae | 10 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Cantharidae | 4 | Elateridae | 6 | Coccinellidae | 6 | Cantharidae | 1 | Cantharidae | 3 |
| | | Carabidae | 1 | Coccinellidae | 5 | Nitidulidae | 4 | | | | |
| | | Curculionidae | 1 | Chrysomelidae | 5 | | | | | | |
| | | | | Cantharidae | 2 | | | | | | |
| | | | | Carabidea | 1 | | | | | | |
| | | | | Lepidoptera | 1 | | | | | | |
| CT_POST_CONT | na všech deskách | Elateridae | 75 | Nitidulidae | 300 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | hojně | Nitidulidae | 26 | Elateridae | 32 | Coccinellidae | 19 | | | | |
| | | Coccinellidae | 21 | | | | | | | | |
| | zřídka | Curculionidae | 9 | Coccinellidae | 5 | Cantharidae | 8 | Cantharidae | 4 | Cantharidae | 3 |
| | | Cantharidae | 5 | Cantharidae | 2 | Elateridae | 1 | Coccinellidae | 1 | | |
| | | | | Curculionidae | 2 | Chrysomelidae | 1 | Nitidulidae | 1 | | |
| | | | | Chrysomelidae | 1 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| CT_PRE_CONT | na všech deskách | | | Nitidulidae | 300 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | hojně | Elateridae | 57 | Elateridae | 25 | | | | | | |
| | | Coccinellidae | 21 | | | | | | | | |
| | | Nitidulidae | 18 | | | | | | | | |
| | zřídka | Cantharidae | 5 | Coccinellidae | 7 | Coccinellidae | 7 | Coccinellidae | 5 | Cantharidae | 2 |
| | | Curculionidae | 3 | Chrysomelidae | 7 | Nitidulidae | 3 | Cantharidae | 4 | | |
| | | Alticidae | 2 | Alticidae | 1 | Cantharidae | 1 | Carabidea | 1 | | |
| | | Chrysomelidae | 2 | Lepidoptera | 1 | Chrysomelidae | 1 | | | | |
| CT_PRE_POST | na všech deskách | Elateridae | 47 | Nitidulidae | 300 | | | | | | |
| | | Coccinellidae | 31 | Coccinellidae | 10 | | | | | | |
| | hojně | | | Elateridae | 14 | | | | | | |
| | zřídka | Nitidulidae | 5 | Chrysomelidae | 4 | Coccinellidae | 6 | Cantharidae | 5 | Cantharidae | 3 |
| | | Curculionidae | 3 | Curculionidae | 3 | Nitidulidae | 5 | Coccinellidae | 1 | | |
| | | Buprestidae | 1 | Cantharidae | 2 | | | | | | |
| | | Cantharidae | 1 | Alticidae | 1 | | | | | | |
| | | Carabidae | 1 | | | | | | | | |
| | | Chrysomelidae | 1 | | | | | | | | |

Tab. č. 3 – výskyt jednotlivých čeledí a počty nalezených jedinců na typu zpracování půdy mulč (MU) za rok 2010

| orba_chemická ochrana | rok | 2010 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | výskyt | 7.6. | | 2.7. | | 29.7. | | 23.8. | | 16.9. | |
| MU_EPOST_GLY | na všech deskách | Nitidulidae | 61 | Nitidulidae | 94 | Nitidulidae | 158 | | | | |
| | | Cantharidae | 41 | | | Coccinellidae | 14 | | | | |
| | hojně | | | Coccinelidae | 10 | | | | | | |
| | zřídka | Chrysomelidae | 9 | Elateridae | 9 | Curculionidae | 6 | | | | |
| | | Curculionidae | 4 | Cantharidae | 8 | Elateridae | 6 | | | | |
| | | Coccinellidae | 3 | Curculionidae | 3 | | | | | | |
| | | Elateridae | 1 | | | | | | | | |
| | | Carabidea | 1 | | | | | | | | |
| MU_GLY_GLY | na všech deskách | Nitidulidae | 68 | Nitidulidae | 122 | Nitidulidae | 149 | | | | |
| | hojně | Cantharidae | 41 | | | Coccinellidae | 11 | | | | |
| | | Chrysomelidae | 16 | | | Curculionidae | 10 | | | | |
| | | | | | | Elateridae | 10 | | | | |
| | zřídka | Coccinellidae | 9 | Coccinelidae | 7 | Chrysomelidae | 1 | Nitidulidae | 2 | Cocconelidae | 1 |
| | | Curculionidae | 3 | Cantharidae | 4 | | | Coccinellidae | 2 | | |
| | | Carabidea | 1 | Elateridae | 3 | | | | | | |
| | | | | Curculionidae | 1 | | | | | | |
| | | | | Chrysomelidae | 1 | | | | | | |
| | | | | Buprestidae | 1 | | | | | | |
| MU_POST_CONT | na všech deskách | Nitidulidae | 51 | Nitidulidae | 190 | Nitidulidae | 141 | | | | |
| | | | | | | Coccinellidae | 14 | | | | |
| | hojně | Cantharidae | 16 | | | Elateridae | 10 | | | | |
| | | Chrysomelidae | 13 | | | | | | | | |
| | | Coccinellidae | 11 | | | | | | | | |
| | zřídka | Carabidea | 1 | Cantharidae | 7 | Curculionidae | 8 | Coccinellidae | 1 | | |
| | | Curculionidae | 1 | Elateridae | 6 | Chrysomelidae | 1 | Nitidulidae | 1 | | |
| | | Elateridae | 1 | Curculionidae | 3 | | | | | | |
| | | Scarabaeidae | 1 | Chrysomelidae | 3 | | | | | | |
| | | | | Coccinelidae | 1 | | | | | | |
| | | | | Scarabaeidae | 1 | | | | | | |
| | | | | Buprestidae | 1 | | | | | | |
| MU_PRE_CONT | na všech deskách | Nitidulidae | 76 | Nitidulidae | 113 | Nitidulidae | 146 | | | | |
| | | Cantharidae | 32 | | | | | | | | |
| | hojně | Chrysomelidae | 14 | | | Curculionidae | 11 | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Coccinellidae | 8 | Coccinelidae | 5 | Coccinellidae | 9 | | | Nitidulidae | 1 |
| | | Curculionidae | 2 | Curculionidae | 4 | Elateridae | 2 | | | | |
| | | Buprestidae | 1 | Cantharidae | 2 | Chrysomelidae | 1 | | | | |
| | | Scarabaeidae | 1 | Elateridae | 2 | | | | | | |
| | | Lepidoptera | 1 | Scarabaeidae | 1 | | | | | | |
| MU_PRE_POST | na všech deskách | Nitidulidae | 85 | Nitidulidae | 135 | Nitidulidae | 98 | | | | |
| | | | | | | Coccinellidae | 10 | | | | |
| | hojně | Cantharidae | 29 | Elateridae | 14 | | | | | | |
| | | Chrysomelidae | 17 | | | | | | | | |
| | | Coccinellidae | 11 | | | | | | | | |
| | zřídka | Elateridae | 1 | Coccinelidae | 8 | Curculionidae | 8 | Carabidea | 1 | Nitidulidae | 1 |
| | | | | Curculionidae | 3 | Elateridae | 3 | Coccinellidae | 1 | | |
| | | | | Cantharidae | 3 | | | Elateridae | 1 | | |
| | | | | Chrysomelidae | 2 | | | | | | |
| | | | | Scarabaeidae | 1 | | | | | | |

Tab. č. 4 – výskyt jednotlivých čeledí a počty nalezených jedinců na typu zpracování půdy mulč (MU) za rok 2011

| orba_chemická ochrana | rok | 2011 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | výskyt | 9.6. | | 7.7. | | 28.7. | | 8.9. | | 4.10. | |
| MU_EPOST_GLY | na všech deskách | | | Nitidulidae | 300 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | hojně | Nitidulidae | 14 | Elateridae | 16 | Coccinellidae | 14 | | | | |
| | | Coccinellidae | 10 | Coccinellidae | 11 | | | | | | |
| | zřídka | Elateridae | 8 | Chrysomelidae | 7 | Carabidea | 1 | Carabidea | 1 | Cantharidae | 4 |
| | | Alticidae | 6 | Curculionidae | 3 | Elateridae | 1 | Elateridae | 1 | | |
| | | Curculionidae | 2 | Staphylinidae | 2 | Lepidoptera | 1 | | | | |
| | | Chrysomelidae | 2 | Cantharidae | 1 | | | | | | |
| | | Cantharidae | 1 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| MU_GLY_GLY | na všech deskách | | | Nitidulidae | 300 | Coccinellidae | 10 | | | | |
| | hojně | Nitidulidae | 22 | Coccinellidae | 14 | | | | | | |
| | | Coccinellidae | 13 | Elateridae | 10 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Elateridae | 9 | Curculionidae | 7 | Nitidulidae | 4 | | | Cantharidae | 3 |
| | | Chrysomelidae | 5 | Chrysomelidae | 6 | Lepidoptera | 1 | | | Coccinellidae | 1 |
| | | Cantharidae | 3 | Alticidae | 1 | | | | | | |
| | | Alticidae | 1 | | | | | | | | |
| | | Curculionidae | 1 | | | | | | | | |
| | | Staphylinidae | 1 | | | | | | | | |
| MU_POST_CONT | na všech deskách | Coccinellidae | 13 | Nitidulidae | 300 | Coccinellidae | 16 | | | | |
| | | | | Elateridae | 23 | | | | | | |
| | hojně | Elateridae | 22 | | | | | | | | |
| | | Nitidulidae | 13 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Cantharidae | 3 | Coccinellidae | 7 | Nitidulidae | 4 | Cantharidae | 3 | Cantharidae | 1 |
| | | Chrysomelidae | 2 | Curculionidae | 6 | Cantharidae | 3 | Coccinellidae | 3 | | |
| | | Curculionidae | 2 | Chrysomelidae | 5 | Elateridae | 2 | | | | |
| | | Alticidae | 1 | Cantharidae | 2 | Alticidae | 1 | | | | |
| | | Staphylinidae | 1 | Scarabaeidae | 2 | | | | | | |
| | | | | Carabidae | 1 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| MU_PRE_CONT | na všech deskách | Coccinellidae | 22 | Nitidulidae | 300 | | | | | | |
| | | | | Elateridae | 33 | | | | | | |
| | hojně | Nitidulidae | 22 | | | Nitidulidae | 26 | | | | |
| | | Elateridae | 10 | | | Coccinellidae | 21 | | | | |
| | zřídka | Cantharidae | 5 | Cantharidae | 5 | Alticidae | 1 | Cantharidae | 5 | Cantharidae | 3 |
| | | Chrysomelidae | 1 | Curculionidae | 5 | Curculionidae | 1 | Carabidea | 1 | Alticidae | 2 |
| | | | | Coccinellidae | 4 | Chrysomelidae | 1 | | | | |
| | | | | Chrysomelidae | 4 | Elateridae | 1 | | | | |
| | | | | Alticidae | 2 | | | | | | |
| MU_PRE_POST | na všech deskách | Coccinellidae | 16 | Nitidulidae | 300 | Coccinellidae | 14 | | | | |
| | | | | Elateridae | 16 | | | | | | |
| | hojně | Elateridae | 22 | | | | | | | | |
| | | Nitidulidae | 20 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Cantharidae | 3 | Cantharidae | 8 | Carabidea | 3 | Coccinellidae | 5 | Cantharidae | 2 |
| | | Curculionidae | 3 | Coccinellidae | 5 | Chrysomelidae | 3 | | | | |
| | | Chrysomelidae | 2 | Curculionidae | 4 | Cantharidae | 2 | | | | |
| | | Staphylinidae | 1 | Chrysomelidae | 4 | | | | | | |
| | | Alticidae | 1 | Alticidae | 2 | | | | | | |
| | | Carabidea | 1 | | | | | | | | |

Tab. č. 5 – výskyt jednotlivých čeledí a počty nalezených jedinců na typu zpracování půdy redukční orba (RT) za rok 2010

| orba_chemická ochrana | rok | 2010 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | výskyt | 7.6. | | 2.7. | | 29.7. | | 23.8. | | 16.9. | | | |
| RT_EPOST_GLY | na všech deskách | Nitidulidae | 86 | Nitidulidae | 107 | Nitidulidae | 113 | | | | | | |
| | | Cantharidae | 23 | Coccinellidae | 19 | Coccinellidae | 12 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | hojně | Chrysomelidae | 14 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Coccinellidae | 9 | Elateridae | 5 | Curculionidae | 9 | Carabidea | 2 | | | | |
| | | Curculionidae | 3 | Alticidae | 1 | Elateridae | 4 | Coccinellidae | 1 | | | | |
| | | | | Cantharidae | 1 | | | | | | | | |
| | | | | Curculionidae | 1 | | | | | | | | |
| | | | | Scarabaeidae | 1 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| RT_GLY_GLY | na všech deskách | Nitidulidae | 76 | Nitidulidae | 74 | Nitidulidae | 123 | | | | | | |
| | | Cantharidae | 37 | | | Coccinellidae | 15 | | | | | | |
| | hojně | Chrysomelidae | 16 | | | Curculionidae | 19 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Coccinellidae | 9 | Coccinellidae | 7 | Elateridae | 2 | Coccinellidae | 3 | Nitidulidae | 3 | | |
| | | Curculionidae | 5 | Elateridae | 7 | Chrysomelidae | 2 | | | | | | |
| | | Carabidea | 1 | Cantharidae | 6 | Carabidae | 1 | | | | | | |
| | | Scarabaeidae | 1 | Scarabaeidae | 1 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| RT_POST_CONT | na všech deskách | Nitidulidae | 109 | Nitidulidae | 242 | Nitidulidae | 158 | | | | | | |
| | | Cantharidae | 26 | | | Coccinellidae | 13 | | | | | | |
| | hojně | Chrysomelidae | 14 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Coccinellidae | 6 | Coccinellidae | 8 | Elateridae | 8 | Coccinellidae | 3 | Alticidae | 1 | | |
| | | Bruchidae | 3 | Chrysomelidae | 5 | Curculionidae | 5 | | | | | | |
| | | Elateridae | 1 | Elateridae | 4 | | | | | | | | |
| | | Scarabaeidae | 1 | Cantharidae | 4 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| RT_PRE_CONT | na všech deskách | Nitidulidae | 53 | Nitidulidae | 103 | Nitidulidae | 94 | | | | | | |
| | | Cantharidae | 34 | | | | | | | | | | |
| | hojně | Chrysomelidae | 15 | Coccinellidae | 12 | Curculionidae | 14 | | | | | | |
| | | | | | | Coccinellidae | 11 | | | | | | |
| | zřídka | Coccinellidae | 3 | Elateridae | 8 | Elateridae | 5 | Coccinellidae | 3 | Coccinellidae | 1 | | |
| | | Bruchidae | 2 | Chrysomelidae | 1 | Chrysomelidae | 1 | | | Nitidulidae | 1 | | |
| | | Carabidea | 1 | Cantharidae | 1 | | | | | | | | |
| | | Curculionidae | 1 | | | | | | | | | | |
| | | Scarabaeidae | 1 | | | | | | | | | | |
| RT_PRE_POST | na všech deskách | Nitidulidae | 61 | Nitidulidae | 111 | Nitidulidae | 92 | | | | | | |
| | | | | Coccinellidae | 14 | Coccinellidae | 10 | | | | | | |
| | hojně | Chrysomelidae | 26 | | | | | | | | | | |
| | | Cantharidae | 19 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Curculionidae | 9 | Elateridae | 8 | Curculionidae | 8 | Coccinellidae | 3 | Nitidulidae | 1 | | |
| | | Coccinellidae | 3 | Cantharidae | 6 | Elateridae | 6 | Carabidea | 1 | | | | |
| | | Elateridae | 1 | Chrysomelidae | 1 | | | Nitidulidae | 1 | | | | |
| | | | | Scarabaeidae | 1 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

Tab. č. 6 – výskyt jednotlivých čeledí a počty nalezených jedinců na typu zpracování půdy redukční orba (RT) za rok 2011

| orba_chemická ochrana | rok | 2011 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | výskyt | 9.6. | | 7.7. | | 28.7. | | 8.9. | | 4.10. | |
| RT_EPOST_GLY | na všech deskách | Elateridae | 10 | Nitidulidae | 300 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | hojně | | | Elateridae | 15 | | | | | | |
| | | | | Curculionidae | 10 | | | | | | |
| | zřídka | Coccinellidae | 9 | Coccinellidae | 8 | Coccinellidae | 9 | Cantharidae | 3 | Cantharidae | 1 |
| | | Cantharidae | 7 | Chrysomelidae | 7 | Elateridae | 1 | | | | |
| | | Nitidulidae | 5 | Cantharidae | 3 | Lepidoptera | 1 | | | | |
| | | Alticidae | 2 | Alticidae | 1 | | | | | | |
| | | Curculionidae | 1 | | | | | | | | |
| | | Chrysomelidae | 1 | | | | | | | | |
| RT_GLY_GLY | na všech deskách | Elateridae | 22 | Nitidulidae | 300 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | hojně | Nitidulidae | 28 | | | | | | | | |
| | | Coccinellidae | 14 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Cantharidae | 4 | Coccinellidae | 5 | Coccinellidae | 5 | Anobiidae | 1 | Cantharidae | 5 |
| | | Chrysomelidae | 3 | Elateridae | 4 | Cantharidae | 2 | | | | |
| | | Buprestidae | 1 | Cantharidae | 2 | Curculionidae | 1 | | | | |
| | | | | Chrysomelidae | 2 | | | | | | |
| | | | | Curculionidae | 1 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| RT_POST_CONT | na všech deskách | Coccinellidae | 23 | Nitidulidae | 300 | Coccinellidae | 15 | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | hojně | Elateridae | 28 | Elateridae | 12 | | | | | | |
| | | Nitidulidae | 10 | Coccinellidae | 12 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Cantharidae | 4 | Curculionidae | 4 | Nitidulidae | 5 | Cantharidae | 2 | Cantharidae | 1 |
| | | Curculionidae | 2 | Chrysomelidae | 3 | Alticidae | 1 | | | Lepidoptera | 1 |
| | | Chrysomelidae | 1 | Cantharidae | 2 | Carabidae | 1 | | | | |
| | | Melyridae | 1 | | | Lepidoptera | 1 | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| RT_PRE_CONT | na všech deskách | Nitidulidae | 18 | Nitidulidae | 300 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | hojně | Coccinellidae | 30 | Elateridae | 13 | | | | | | |
| | | Elateridae | 22 | | | | | | | | |
| | zřídka | Cantharidae | 4 | Chrysomelidae | 6 | Coccinellidae | 5 | Cantharidae | 1 | Cantharidae | 1 |
| | | Alticidae | 2 | Curculionidae | 4 | Alticidae | 4 | Coccinellidae | 1 | | |
| | | Chrysomelidae | 1 | Coccinellidae | 2 | Nitidulidae | 2 | Nitidulidae | 1 | | |
| | | | | Cantharidae | 1 | Curculionidae | 1 | | | | |
| | | | | Alticidae | 1 | Lepidoptera | 1 | | | | |
| RT_PRE_POST | na všech deskách | Coccinellidae | 31 | Nitidulidae | 300 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | hojně | Elateridae | 41 | | | Coccinellidae | 11 | | | | |
| | | Nitidulidae | 12 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | zřídka | Cantharidae | 4 | Coccinellidae | 7 | Nitidulidae | 5 | Coccinellidae | 4 | Cantharidae | 4 |
| | | Curculionidae | 4 | Cantharidae | 6 | Elateridae | 2 | | | | |
| | | | | Elateridae | 3 | Cantharidae | 1 | | | | |
| | | | | Chrysomelidae | 3 | Curculionidae | 1 | | | | |
| | | | | Curculionidae | 2 | | | | | | |
| | | | | Cryptophagidae | 1 | | | | | | |
| | | | | Lepidoptera | 1 | | | | | | |

Foto č. 1 – umístění žlutých lepových pastí v porostu kukuřice (autor fotografie Z. Kořínková)

Foto č. 2 – detail žluté lepové desky (autor fotografie Z. Kořínková)