

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra ochrany rostlin



**Rozšíření a hospodářský význam zavíječe kukuřičného
v západních Čechách**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Porvich Lubomír

Vedoucí práce: Ing. Kazda Jan, CSc.

© 2013 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Rozšíření a hospodářský význam zavíječe kukuřičného v západních Čechách" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Horšovském Týně dne 12. dubna 2013

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Janu Kazdovi, CSc. za odbornou pomoc a vedení při zpracování diplomové práce. Zároveň děkuji všem, se kterými jsem spolupracoval při poloprovozních pokusech, vyhodnocení jejich výsledků a při zpracování diplomové práce.

Rozšíření a hospodářský význam zavíječe kukuřičného v západních Čechách

Occurrence and importance of European corn borer in the West bohemia

Souhrn

Působení škodlivých organismů v agrosystémech ovlivňuje kvalitu produktů a výši jejich hospodářských výnosů a i jejich rentabilitu pěstování. Škůdcem, který dosahuje významného rozšíření a působí významné hospodářské ztráty v porostech kukuřice seté, je zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*).

Cílem diplomové práce bylo prokázat rozšiřování škůdce a sledovat jeho letovou aktivitu. Dílčím cílem bylo posoudit rozšiřování ekologické niky škůdce se změnou klimatických podmínek (teplota a srážky).

Letovou aktivitu škůdce lze monitorovat pomocí světelných lapáků státní rostlinolékařské správy.

Sledování na maloparcelních pokusech bylo dále prováděno:

- a) při počátku snůšky vajíček škůdce v porostu při SET 360°C,
- b) v době líhnutí prvních housenek při SET 520°C,
- c) před sklizní v mléčně voskové zralosti byl sledován počet zlomených rostlin.

S poznáním škodlivého organismu souvisí i posouzení a popsání jednotlivých atributů integrované ochrany rostlin, který jako systém používá všechny ekonomicky, ekologicky a toxikologicky přijatelné metody pro udržení škodlivých organismů pod hladinou škodlivosti.

Přímé a nepřímé škody byly posuzovány sledováním poškození non-Bt-hybridů a jako kontrola byl zvolen hybrid Bt-Kuratus (MON 810), který podle všeho vědeckého poznání zaručuje 100 % metodu ochrany před škůdcem.

V dvouletém sledování v letech 2011 a 2012 jsem zjistil, že v průběhu let byly naměřeny vyšší průměrné měsíční teploty. Srážky za sledované období doznaly změn především v rozložení během roku a i intenzitě srážek (bouřky, přívalové deště) ve vegetačním období.

Bt- hybrid byl statisticky významným rozdílem výsledků potvrzen jako 100 % metoda ochrany před škůdcem zavíječem kukuřičným i přes všechny socioekonomické aspekty spojené s jeho pěstováním.

Šíření a škodlivost škodlivého organismu lze omezit souborem agrotechnických opatření, tzv. tradičním managementem.

Na sledovaných lokalitách byl statisticky významným rozdílem prokázán vliv lokality a používaných agrotechnických opatření na přímé i nepřímé škody v kukuřici způsobované škůdcem zavíječem kukuřičným.

Přímé škody na výnosu je možno vyhodnotit na základě ekonomického prahu škodlivosti Kocourek a Stará (2012c).

Nepřímé škody – snížením napadení rostlin patogeny se vytvoří předpoklad pro nižší obsahy toxických metabolitů (mykotoxinů) v siláži. Současně se zvýší kvalita siláží a kukuřičného zrna.

Hranici jsem stanovil na 15 % napadení rostlin před sklizní. Pěstitel musí v následujícím roce přijmout potřebná opatření vedoucí k snížení nepřímých škod.

Klíčová slova: zavíječ kukuřičný, *Ostrinia nubilalis*, práh škodlivosti

Summary

The influence of pests in agricultural systems affects the quality and amount of the field crop yields as well as profitability of their cultivation.

One example of the insect pest which is significantly distributed in the maize (corn) vegetation is European corn borer (*Ostrinia nubilalis*).

The aim of this thesis was to demonstrate the expansion of the pest and watch its flight activity. The partial objective was to assess the expansion of ecological niche with climatic changes (temperature and precipitation).

The pest flight activity can be monitored through the network of light traps of the State Phytosanitary Administration.

Monitoring on pilot experiments was carried out:

- a) at the beginning of laying eggs of the pest in the crops at 360°C SET,
- b) at the time of the first hatching of caterpillars SET at 520°C,
- c) before harvest in milky wax ripeness was observed a number of broken plants.

With the discovery of the pest is also related the assessment and description of the attributes of integrated pest management, which uses a system of all economically, ecologically and toxicologically acceptable methods for keeping pests below the harmful level.

Direct and indirect damages were assessed by monitoring damage to non-Bt hybrids and as a check was chosen Bt-Kuratus hybrid (MON 810), which seems to scientific knowledge guaranteeing 100% method of pest control.

In the two years of monitoring between 2011 and 2012, I found out that over the years, higher average monthly temperatures were measured.

Bt hybrid was by a statistically significant difference in the results confirmed as 100% method of pest control of ECB despite all socio-economic aspects associated with its cultivation.

The occurrence and harmfulness of the pest can be reduced by agro-technical measures, the so-called traditional management.

On the monitored locations was by a statistically significant difference demonstrated the impact of the location and implemented agro-technical measures on direct and indirect damages to maize which were caused by the pest European corn borer (*Ostrinia nubilalis*).

Direct Damage to the yield can be assessed on the basis of economic injury level set by Kocourek and Stará (2012c).

Indirect damage – by reducing pathogenic attacks on plants we can create conditions for lower levels of toxic metabolites (mycotoxins) and thus improve the quality of silage and maize grain.

I set the level at 15% infestation of plants before harvesting. The grower has to take the necessary measures to reduce indirect damages in the following year.

Key words: European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, damage level

Obsah

1 Úvod	11
2 Vědecká hypotéza a cíl práce.....	12
3 Literární rešerše.....	13
3.1 Změny klimatu v důsledku oteplování planety	13
3.1.1 Změny klimatu v důsledku oteplování planety.....	13
3.1.2 Možné dopady změn klimatu na změny ve výskytu škůdců a chorob a jejich škodlivosti v České republice	15
3.2 Biologická charakteristika kukuřice seté	16
3.2.1 Botanické rozdělení.....	16
3.2.2 Růst a vývoj kukuřice.....	16
3.2.3 Číslo ranosti FAO a SET – suma efektivních teplot.....	16
3.3 Charakteristika zavíječe kukuřičného	17
3.3.1 Systematické zařazení	17
3.3.2 Morfologie zavíječe kukuřičného	18
3.3.3 Bionomie zavíječe kukuřičného.....	18
3.3.4 Ekologie zavíječe kukuřičného	21
3.3.5 Hostitelské rostliny.....	21
3.4 Příznaky poškození rostlin a škodlivost	22
3.4.1 Přímá škodlivost.....	22
3.4.2 Škodlivost nepřímá.....	23
3.5 Integrovaná ochrana rostlin	25
3.5.1 Opatření pro prevenci nebo potlačení škodlivých organismů	26
3.5.2 Monitorování výskytu škodlivých organismů	27
3.5.3 Práh škodlivosti.....	28
3.5.4 Preference všech nechemických prostředků a metod.....	29
3.5.5 Výběr přípravků selektivních k přirozeným nepřítelům s co nejmenšími vedlejšími účinky	32
3.5.6 Používání pesticidů pouze v nezbytném rozsahu.....	32

3.5.7	Uplatňování antirezistentních strategií.....	33
3.6	Hladina škodlivosti	33
3.6.1	Ekonomika pěstování kukuřice.....	33
3.6.2	Ekonomický práh škodlivosti	34
4	Materiál a metody.....	37
4.1	Mapa umístění lokalit.....	37
4.2	Klimatická (teplotně, srážková) charakteristika západních Čech	38
4.3	Popis lokalit	39
4.3.1	Lokalita I.....	39
4.3.2	Lokalita II.	39
4.3.3	Lokalita III.....	40
4.4	Popis zvolených technologií.....	41
4.4.1	Základní zpracování půdy a organické hnojení	41
4.4.2	Osivo a založení porostu	42
4.4.3	Regulace škodlivých činitelů	42
4.5	Použité metody sledování zavíječe kukuřičného	43
4.5.1	Sledování letové aktivity světelným lapačem.....	43
4.5.2	Kontrola kladení vajíček a líhnutí housenek	43
4.5.3	Suma efektivních teplot.....	44
4.5.4	Kontrola zlomených rostlin	44
4.5.5	Statistické vyhodnocení.....	45
5	Výsledky	46
5.1	Změna klimatických podmínek v lokalitě II.....	46
5.2	Monitoring letové aktivity škůdce ve světelných lapačích SRS.....	47
5.2.1	Monitoring letové aktivity škůdce v letech 2011-2012.....	47
5.3	Sledování sumy efektivních teplot teploměry KWS.....	48
5.3.1	Výsledky měření sumy efektivních teplot.....	48
5.4	Výsledky testu analýzy rozptylu - ANOVA dle roku, lokality a hybridu.....	51
5.5	Výsledky Tukey-ho metody	53
5.5.1	Podle roku prováděných sledování	53
5.5.2	Podle sledované lokality.....	54

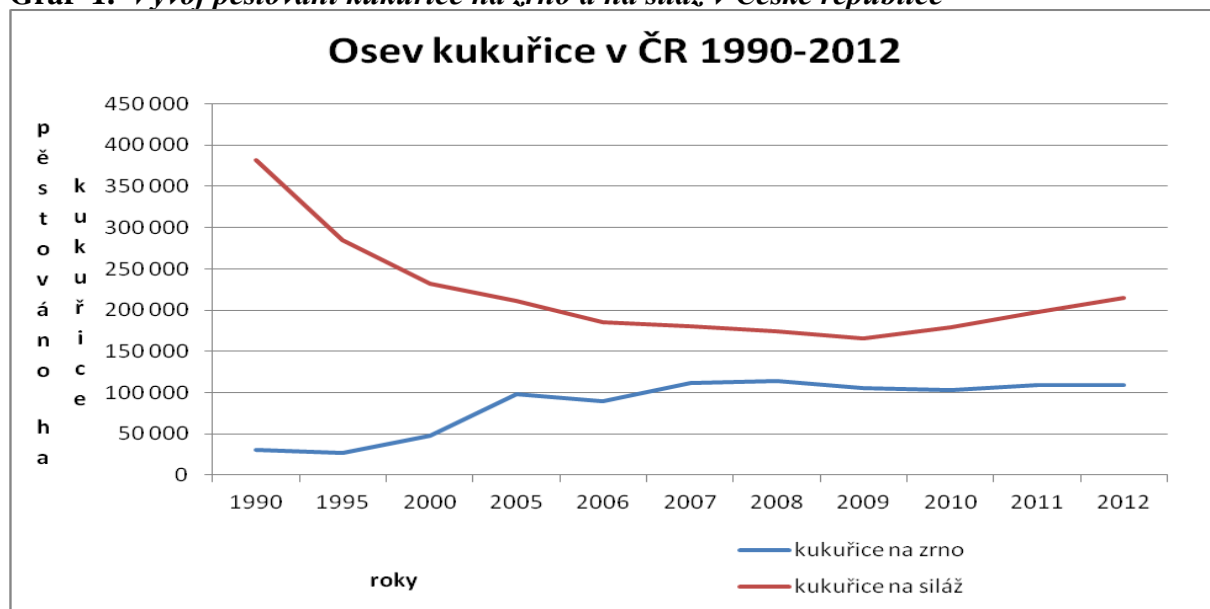
5.5.3	Podle sledovaných hybridů.....	54
5.6	Ekonomika ošetření proti zavíječi kukuřičnému	57
5.6.1	Posouzení přímých škod.....	58
5.6.2	Posouzení nepřímých škod	58
6	Diskuse	61
6.1	Změna klimatických podmínek (teplota a srážky) v lokalitě II.	61
6.2	Posouzení vývoje úlovků ve světelných lapačích SRS	61
6.3	Suma efektivních teplot.....	62
6.4	Bt-hybrid vs. konvenční hybridy v integrované ochraně rostlin	63
6.5	Přímé a nepřímé škody	64
7	Závěr	65
8	Seznam literatury.....	66
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	71
10	Samostatné přílohy	72
10.1	Tabulky	72
10.2	Obrázky	83
10.3	Schémata	86

1 Úvod

Význam kukuřice pro lidstvo je zřejmý z toho, že se dnes pěstuje v pěti světadílech (Zimolka a kol., 2008). Kokeš (2010) k tomu uvádí, že k největším pěstitelům kukuřice v celosvětovém měřítku patří USA, Čína a v poslední době se přidává Argentina. V Evropě je to Francie, Německo, Rumunsko, Maďarsko a Srbsko.

V České republice se výměra kukuřice v posledních pěti letech, podle údajů Českého statistického úřadu pohybuje v rozmezí 271-324 tis. ha. Potravinářské a krmivářské využití kukuřice je zřejmé a tradiční. S výstavbou bioplynových stanic v České republice se zvýší využití kukuřice na siláž jako substrátu při výrobě bioplynu, kde kvalitní kukuřičná siláž je vedle travních siláží nejefektivnějším rostlinným materiálem pro produkci bioplynu.

Graf 1. Vývoj pěstování kukuřice na zrno a na siláž v České republice



Zdroj: <http://www.czso.cz/>

Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*, Hübner, 1796) je ekonomicky nejzávažnějším škůdcem kukuřice v České republice. Kocourek a Stará (2011) uvádějí, že v minulosti se vyskytoval převážně v teplých oblastech a způsoboval škody zejména na kukuřici pěstované na zrno, v posledním období se však významné škody projevují i při pěstování na siláž. Na rozšíření zavíječe do nových regionů a na zvýšení jeho hospodářského významu se podílí komplex faktorů, zejména nárůst podílu plochy kukuřice na zrno, minimalizace zpracování půdy, vysoký podíl kukuřice v osevních postupech, vyšší frekvence roků se zvýšenou teplotou vegetační sezony a nové ranější hybridy kukuřice, často i s nižší polní odolností proti zavíječi.

2 Vědecká hypotéza a cíl práce

Hlavním cílem práce je zhodnotit rozšiřování zavíječe kukuřičného (*Ostrinia nubilalis*) v regionu západních Čech na polních plochách, resp. poloprovozních pokusech. Sledovat jeho letovou aktivitu stanovenými metodami a posoudit škody, které působí na porostech kukuřice seté.

Dílčím cílem je posoudit i jeho rozšiřování z hlediska možných klimatických změn (teploty a srážek) v regionu západních Čech.

Hypotézy:

Nejzávažnější škůdce kukuřice zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*) se rozšířil z teplých oblastí Moravy a Čech do regionu západních Čech. Začíná způsobovat hospodářsky významné přímé i nepřímé škody v kukuřici seté.

Metody sledování jeho populační hustoty formou světelných lapáků státní rostlinolékařské správy a možnosti sledování formou sumy efektivních teplot jsou dostatečným vodítkem pro stanovení účinné ochrany v době vegetace.

Způsobené škody jsou u konvenčních hybridů kukuřice větší než u hybridů Bt-kukuřice.

3 Literární rešerše

3.1 Změny klimatu v důsledku oteplování planety

3.1.1 Změny klimatu v důsledku oteplování planety

Počasí je definováno jako okamžitý stav atmosféry nad daným místem. Mění se z hodiny na hodinu, ze dne na den, sezonu od sezony, rok od roku. Z pohledu několika desítek let však vytváří režim, který je pro dané území charakteristický.

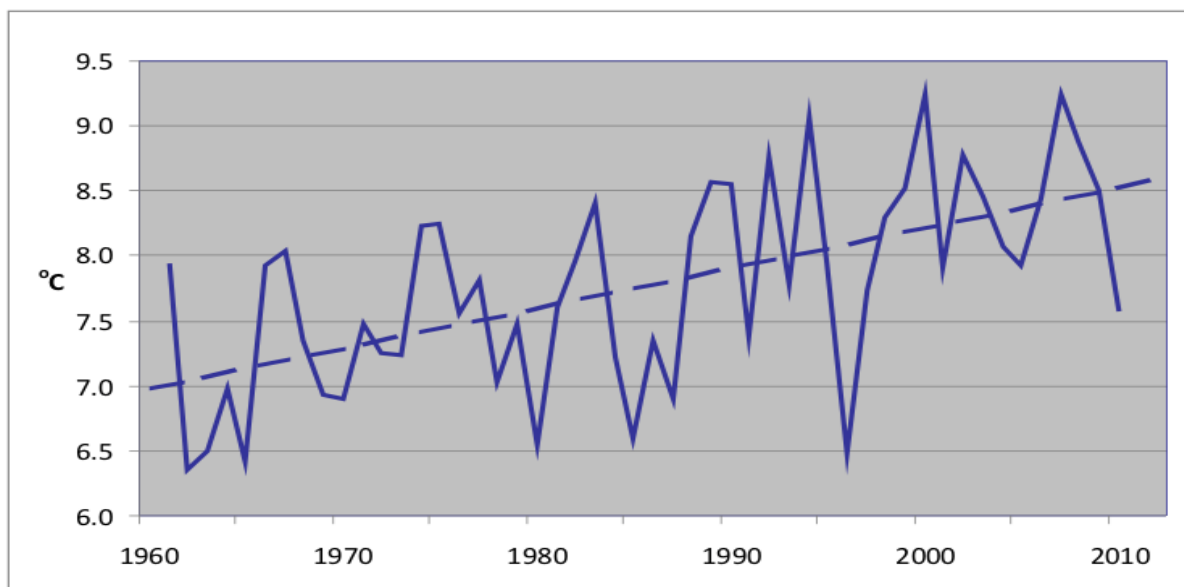
Klima je dlouhodobý charakteristický režim počasí podmíněný bilancí energie, atmosférickou a oceánskou cirkulací, vlastnostmi zemského povrchu a činností člověka. K popisu klimatu jsou používány parametry jako např. průměrná teplota vzduchu, průměrné srážky, délka a intenzita slunečního svitu, rychlost větru, vlhkost vzduchu a další klimatické veličiny za delší období, nejméně 30 let (Lomborg, 2006). Dále uvádí, že vědecké poznatky posledních let ukazují, že zvyšování koncentrací skleníkových plynů v důsledku lidské činnosti klimatický systém Země ovlivňuje. Ten se změně koncentrací přizpůsobuje formou globálního oteplování a následných změn celého systému.

Klima, zvláště teplota a vlhkost jako jedny z nejdůležitějších ekologických faktorů, podmiňují bytí organismů, jejich výskyt, početnost i rozšíření. Působí na jejich metabolismus, aktivitu, délku vývoje, rozmnožování a další životní projevy, stejně jako mezidruhové vztahy (Šefrová a Laštůvka, 2010).

Teplota je zásadní faktor ovlivňující hydrologickou bilanci, neboť s rostoucí teplotou roste potencionální evapotranspirace. Pozorovaný růst teploty vede k růstu evapotranspirace přibližně o 5-10%, stejný růst lze konstatovat pro jaro i léto. K nejvýraznějšímu růstu evapotranspirace dochází v zimě o více než 20 %, což je způsobeno větším počtem dní s kladnými teplotami vzduchu. Naopak na podzim k zásadním změnám nedochází. Nárůst teplot vzduchu za období 1960-2010 je znázorněno v grafu 2.

V dlouhodobém pohledu v oblasti rostlinné produkce lze v důsledku těchto změn uvažovat i o změnách ve struktuře pěstovaných plodin, popř. mohou tyto změny přinést i změny spektra škodlivých organismů. V rámci výzkumných projektů, které se zabývají dopady měnících se klimatických podmínek na zemědělské škůdce v České republice, byl pro kukuřici vybrán zavíječ kukuřičný jako modelový organismus, u kterého je hodnocena závislost vývoje a populační dynamiky na meteorologických charakteristikách (Muška a kol., 2007).

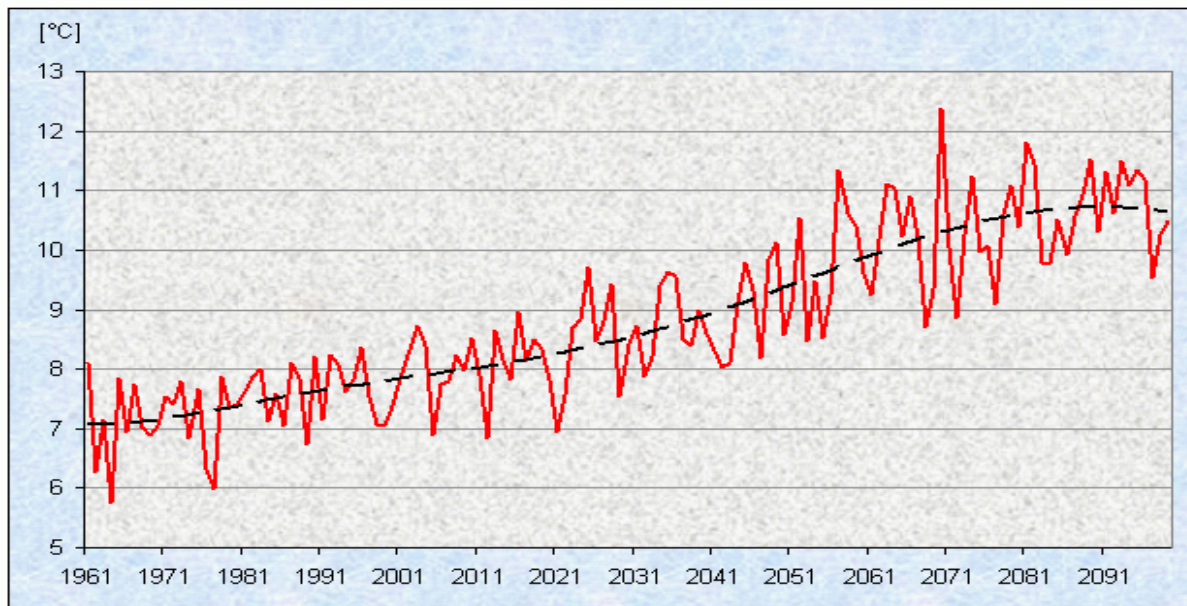
Graf 2. Průměrné roční územní teploty vzduchu v období 1961–2010



Zdroj: <http://www.chmi.cz/>

V grafu 3 je znázorněn scénář růstu teplot vzduchu až do roku 2099.

Graf 3. Průměrné roční hodnoty teploty vzduchu (°C) včetně polynomického trendu vývoje 1961–2099



Zdroj: <http://www.chmi.cz/>

Kocmánková a kol.(2009) uvádí, že po téměř čtyřicetiletém období (od roku 1961) přítomnosti zavíječe kukuřičného v oblasti jižní Moravy byla nejvýraznější změna zaznamenána v období 1990 - 2000, kdy se škůdce rozšířil z původních nejvýše deseti okresů v regionu jižní a střední Moravy asi do třiceti okresů ve všech produkčních oblastech Moravy

a Čech. Bylo prokázáno, že rozšíření zavřejče v období let 1990 - 2000 pozitivně ovlivnily nadprůměrné teplotní podmínky této dekády.

Spolu s vhodnějšími klimatickými podmínkami pro vývoj škůdce se bude pravděpodobně rozšiřovat i vhodná oblast pro pěstování kukuřice na zrna jako pro něj nejatraktivnější hostitelské rostliny. Lze předpokládat, že vlivem klimatických změn budou plochy pro pěstování tradičních obilnin, jako jsou např. pšenice ozimá a žito seté, částečně nahrazeny plochami kukuřice na zrna (Muška a kol., 2007).

3.1.2 Možné dopady změn klimatu na změny ve výskytu škůdců a chorob a jejich škodlivosti v České republice

V posledních padesáti letech dochází k podstatným změnám klimatu. Lze to prokázat mimo jiné i náhlým rozšířením některých teplomilných škůdců a chorob různých plodin do oblastí, kde se o nich pěstitelům ještě v osmdesátých letech minulého století ani nezdálo. Svým dílem přispěla také agrotechnika. U většiny plodin se projevuje ohniskové nouzové dozrávání způsobené zhoršenými fyzikálními vlastnostmi půdy (nedostatek kyslíku). Mimo tyto fyziologické škody se na kukuřici projevují s narůstající intenzitou a plochou pěstování i choroby způsobené různými patogeny a roste i poškození kukuřice, zčásti vlivem změn klimatických podmínek, ale také v důsledku zpracování (spíše zanedbání) půdy (Zimolka a kol., 2008).

Přímé důsledky vlivu vyšších teplot na rozmnožování, vývoj a přezimování škodlivých organismů mohou být následující:

- urychlení vývoje v důsledku rychlejšího dosažení sumy teplot
- zvýšení počtu generací a rychlejší nárůst početnosti (populační hustoty) v důsledku prodloužení období pro rozmnožování a prodloužení vegetačního období
- roční nebo i dlouhodobější změny v populační dynamice nebo vývojových cyklech hub v důsledku snazšího přezimování, u hub popř. u hmyzu možné rozmnožování a vývoj během teplejších zim

(Muška a kol., 2007).

3.2 Biologická charakteristika kukuřice seté

3.2.1 Botanické rozdělení

V botanickém systému je kukuřice (*Zea mays* L.) zařazena jako jednoletá rostlina, jednodomá, různopohlavní, typu rostlin diklinických s prašníkovými (samčími) a pestíkovými (samičími) květy, uspořádaných do oddělených květenství (Zimolka a kol., 2008). Je cizosprašná. Patří do podtřídy jednoděložných (*Monokotyledonae*), řádu lunicovitých (*Poales*), čeledi lunicovitých (*Poaceae*), skupiny kukuřicovitých (*Maydae*).

Zimolka a kol. (2008) dále uvádí, že kukuřice se dále dělí na nižší botanické jednotky podle barvy nebo tvaru zrna a podle barvy pluch na větenech palice:

- kukuřice obecná tvrdá
- kukuřice koňský zub
- kukuřice polozubovitá
- kukuřice pukancová – praskavá
- kukuřice cukrová
- kukuřice vosková
- kukuřice škrobnatá
- kukuřice pluchatá

3.2.2 Růst a vývoj kukuřice

Z hlediska praktického využití výsledků sledování růstových a vývojových změn během ontogeneze kukuřice rozlišujeme dvě základní období:

- vegetativní (klíčení, vzházení, příp. odnožování)
- generativní (sloupkování, metání, kvetení, tvorba zrna a zrání)

3.2.3 Číslo ranosti FAO a SET – suma efektivních teplot

3.2.3.1 Číslo ranosti FAO

Dle Zimolka a kol. (2008) je ranost hybridu určena číslem FAO, které je vypočítáno na základě středního obsahu sušiny v palici v době zralosti kukuřice na siláž ve srovnání s kontrolními hybridy.

Od roku 1999 UKZUZ vyjadřuje ranost odrůd kukuřice dle metodiky vypracované a ověřené německým Spolkovým odrůdovým úřadem (Bundessortenamt). U zrnové kukuřice číslo ranosti odpovídá klasickému „FAO číslu“, u kukuřice na siláž se však na místo sušiny

zrna odvozuje číslo ranosti od sušiny celé rostliny. Tím je ranost silážních odrůd vyjádřena objektivněji, neboť rychlost dozrávání (sesychání) palice a ostatních částí rostliny může být u různých typů hybridů rozdílná (např. stay-green hybridy). Hybridy pro kombinované využití (siláž a zrno) mají uvedena dvě čísla ranosti (např. 220 S, 230 Z) (Povolný a Vacek, 2008) (Přílohy: Tabulka 1 a Tabulka 2).

3.2.3.2 Suma efektivních teplot kukuřice seté

Počítá se z průměru denních teplot, který je dán jako střed maxima a minima denní teploty. Dny, jejichž polední teplota leží pod hranicí 6 °C budou brány jako 0, a dny, jejichž denní teplota je přes 30 °C, budou brány ve výpočtu jako 30. Hraniční hodnota je základem myšlenky, že s teplotou pod 6°C není pro růst kukuřice možný, a že teploty přesahující 30°C již také nejsou efektivně využívány k asimilaci. Využívání SET pro hodnocení ranosti jednotlivých hybridů se jeví jako podstatně přesnější než používání čísla FAO (Zimolka a kol., 2008).

3.3 Charakteristika zavíječe kukuřičného

3.3.1 Systematické zařazení

Zavíječ kukuřičný – *Ostrinia nubilalis* (Hübner, 1796)

= *Botys silacealis* Hübner

= *Pyrausta nubilalis* Hübner

Bayerův kód	PYRUNU
Akronym	ECB (Europa Corn Borer)
Říše	Animalia Linnaeus, 1758 – živočichové
Kmen	Arthropoda – členovci
Třída	Insecta – hmyz
Řád	Lepidoptera – motýli
Čeleď	Crambidae – trávaříkovití
Podčeleď	Pyraustane – zavíječi
Rod	<i>Ostrinia</i> Hübner, 1825 – zavíječ
Druh	<i>Ostrinia nubilalis</i> (Hübner 1796) – zavíječ kukuřičný

Podčeleď Pyraustinae zahrnuje 62 druhů vyskytujících se v České republice.

3.3.2 Morfologie zavíječe kukuřičného

Dospělec (imago): Zavíječ kukuřičný je druh s výrazným pohlavním dimorfismem.

Samci jsou menší, štíhlejší a tmavěji zbarvení než samičky. Jejich přední křídla jsou skořicově hnědá nebo hnědošedá a jsou zdobena v poslední třetině příčnou žlutou páskou, která se směrem dozadu rozšiřuje. V bazální třetině leží nezřetelně ohraničená světlejší skvrna a při vnějším okraji 5 – 6 drobných světle žlutých teček. Zadní křídla jsou šedá se žlutou páskou souběžně s lemem (Miller, 1956). Od podobně zbarvených druhů zavíječů se odlišuje délkou zadečku, jenž výrazně vystupuje zpod složených křídel (Cagáň et al., 2004) (Přílohy: Obrázek 1).

Samičky mají přední křídla bledě žlutá, při lemu tmavší, zdobená dvěma příčnými ostře zubatými tmavými čarami. Zadní křídla jsou slámově žlutá s tmavším kořenem, střední linkou a širší páskou před lemem (Miller, 1956). Zadeček, který je tupě zakončený, je světle šedavě hnědý a nepřesahuje křídla (Cagáň et al., 2004) (Přílohy: Obrázek 2).

Makadla jsou u obou pohlaví namířena dopředu, trojhranně šupinatá. Délka imaga 12 – 15 mm, rozpětí 27 – 32 mm (Miller, 1956).

Vajíčka jsou oválná, vyrovnaná a krémově bílé barvy, většinou s duhovým vzhledem (Cagáň et al., 2004) (Přílohy: Obrázek 3 a 4).

Housenky dorůstají délky až 25 mm. Larvy prvního instaru jsou dlouhé přibližně 2,0 mm. Druhý instar dosahuje délku 2,0 – 3,2 mm, třetí 3,2 – 4,6 mm a čtvrtý 4,6 – 17,00 mm (Cagáň, 2010). Jsou šedožluté, někdy s červenavým odstínem a na hřbetě probíhá podélný proužek, všechny tergity článků zadečku mají příčnou řadu čtyř velkých šedočerných terčků, opatřených dlouhou štětinkou a za nimi po stranách článků pak leží další dva menší terčíky (Přílohy: Schéma 1). Velká hlava je hnědá, štítek předohrudí i anální štítek jsou hnědožluté (Miller, 1956) (Přílohy: Obrázek 5).

Kukla je mahagonově hnědá s dlouhým kremasterem zakončeným čtyřmi háčky (výrůstek na posledním článku kukly), velikost 13 – 17 mm (Miller, 1956) (Přílohy: Obrázek 6). Kukla je obvykle ale ne vždy zabalena v tenký kokon (Cagáň et al., 2004).

3.3.3 Bionomie zavíječe kukuřičného

Počet generací se liší od jedné do čtyř. V USA ukončí zavíječ kukuřičný v závislosti na teplotních podmínkách oblasti jednu až čtyři generace za rok (Hudon and LeRoux, 1986a). Ve velmi teplých oblastech jižní Moravy se předpokládá vývoj až dvou generací což signalizuje

i zvýšený nálet imág v měsíci srpnu. V oblasti západních Čech jde o jednu generaci. Od jižního Slovenska na jih se vyskytuje částečně druhá generace, dále na jih Evropy generace dvě. V některých oblastech severní Itálie je v teplotně nadprůměrných letech možný výskyt i třetí generace (Falta a kol., 2009).

Biologický cyklus škůdce je však silně ovlivněn i délkou dne, resp. délkou noci a zeměpisnou šířkou (Onstad a Brewer, 1996). Procentický podíl larev, které vstupují do diapauzy během léta, ovlivňuje nejen počet generací, ale určuje i velikost následující populace a celkovou velikost škod. V současnosti na území ČR prakticky celá larvální populace vstupuje do diapauzy pravděpodobně z důvodu fotoperiodismu, který limituje výskyt druhé generace, jak je možné odvodit z řady prací z území USA, např. Onstad, Brewer (1996). V podmínkách ČR se jako klíčové jeví práce slovenských kolegů Bírové (1984) a především Cagáně (1998). Podle Cagáně (1998) existuje řada nepřímých důkazů, že fotoperiodismus limituje výskyt druhé generace i v podmínkách střední Evropy obdobně jako v USA – výskyt alespoň několika jedinců druhé generace je podle tohoto autora vysoce pravděpodobný, pokud je délka dne mezi východem a západem slunce alespoň 15 h 30 min v době, kdy probíhá vývoj 4. larválního stádia. Očekávané zvýšení teploty umožní dřívější začátek vegetační sezóny a vývoje škůdce a významně tím ovlivní délku dne během prvního až pátého larválního stádia. V podzimním období se larvy nacházejí ve stéble přiměřeně ve výšce 32 -35 cm (Cagáň, 2010).

U zavíječe kukuřičného přezimují dorostlé housenky ukryté ve spodních částech stébel a lodyh, různých kulturních rostlin i plevelů, v dutinkách, jež před příchodem zimy izolují od ostatní chodbičky zátkou z jemné drtě. Bylo zjištěno, že v půdě bez rostlinných zbytků přezimovat nemohou a hynou. Na jaře, když průměrná teplota dostoupí 15-16 °C, se počinají kuklit. Bývá to zpravidla koncem května a je-li jaro chladnější, i později. Před zakuklením vyhryže housenka ve vnitřní straně stébla okrouhlé okénko překlenuté jen vnější tenkou blankou, kterým později vylétá vylíhlý motýlek. K zakuklení je nutná vysoká relativní vlhkost vzduchu nebo déšť, který smočí stéblo. Vývoj kukly trvá průměrně 14 dní, ale za příznivých podmínek je ukončen již po 10 dnech a naopak za nepříznivých se prodlouží až na 25 dní (Miller, 1956). Falta a kol. (2009) dodávají, že po vylíhnutí převládají na počátku letu samci, před maximem letu dojde zpravidla k vyrovnání pohlaví, případně začíná mírná převaha samic.

Výlet motýlů je závislý na průběhu povětrnostních podmínek. Bývá rozvlklý a postupný a na jižní Moravě trvá od června do září (Lokaj, 1990). Rotrekl (2007) uvádí, že první motýli se líhnou v posledních dnech května a začátkem června. Hromadný let nastává od poslední

dekády června do začátku srpna s jedním maximem v první polovině a s druhým maximem ve druhé polovině července. Čerstvě vylíhlí jedinci jsou pohlavně nedospělí a teprve po 4-5 dnech jsou samičky schopné klást vajíčka.

Období snůšky trvá 15 – 25 dnů, avšak jeho délka, a tím i množství nakladených vajíček, velmi závisí na teplotě a vzdušné vlhkosti. Motýlkům svědčí vlhčí a chladnější počasí. Bylo zjištěno, že za suchého a teplého počasí žily samičky jen čtyři dny a nakladly průměrně 41 vajíček, za vlhkého a teplého počasí se žily osm dní a průměrná snůška stoupla na 142 kusů, za vlhkého a chladného počasí se dožily 12 dní a nakladly průměrně 563 vajíček (Miller, 1956). Obdobné závěry potvrzuje i Zimolka a kol. (2008), který uvádí, že za vlhkého počasí samička klade až 4krát více vajíček (asi 560 kusů oproti 140 kusům v teplém a suchém počasí) to je důvod, proč po suchém květnu a červnu 2007 bylo jen slabé napadení zavíječem.

Oplodněné samice migrují za soumraku a v noci do kukuřičných polí. Samci zůstávají pozadu, ale následně je láká za samičkami sexuální feromon. Migrace do porostů kukuřice je za účelem kladení vajíček a i za pitím rosy z kukuřice, která obsahuje cukry. Vrchol náletu do porostu je nejvyšší v prvních třech hodinách noci. Múry létají nízko ne více než metr nad porostem (Falta a kol., 2009). Oplodněné samice kladou vajíčka převážně na spodní stranu listů kukuřice ve shlucích. Snůšky jsou tvořeny průměrně 15 – 30 vajíčky (Kocourek a kol., 2008). Hudon and LeRoux. (1986b) k tomu uvádí, že vajíčka se překrývají jako šindele na střeše nebo rybí šupiny. Reh (1985) uvádí, že až na jeden shluk, který byl nalezen na stvolu, byly všechny shluky naklady na spodní stranu listu u středního žebra. Velmi málo vaječných shluků se nachází blízko okraje listů. Pouze 3 % vajíček byly nalezeny na horní straně listu. Převážná část se vyskytuje na třetím, čtvrtém, pátém, šestém a sedmém listu rostliny.

Housenky se líhnou za 10 – 15 dní. V polních podmínkách přežije na kukuřici jen asi 20 % vylíhlých housenek. Vyšší tendence mortality je během několika prvních dnů života (Hudon a LeRoux, 1986b).

Jsou malé, světle žlutobílé až průhledné s tmavou lesklou hlavou (Přílohy: Obrázek 7). První dva instary housenek žerou výhradně listy nebo ožirají lody a pestíky v palicích. Žír na listech je patrný zprvu jako pergamenové skvrny, později jako okrouhlé, okénkovité perforace, protahující se s růstem listů. Housenky 3. instaru se začínají zavrtávat do stonků (v období metání kukuřice), kde zprvu preferují horní polovinu, ale později svůj žír směřují dolů, k patě stébla. U vzrostlé kukuřice mohou vyžírat báze větven palic nebo lody. Při cestě stonkem se vyhýbají, tj. vylezou nad kolénkem vyžraným kruhovým otvorem a zavrtávají se do stébla pod kolénkem. Žír se projevuje jako drť žlutohnědé až rezavé barvy, vytlačované

z kruhových otvorů na stéblech a zpravidla uchycována v úžlabí listů (Přílohy: Obrázek 8). Housenky 5. instaru se stahují k bázi stonků, kde se u polyvoltinních populací (tj. více generací za rok) kuklí nebo u monovoltinních (tj. s jednou generací za rok), popř. poslední generace polyvoltinních na strništích přezimují. Přezimující (diapauzující) housenky se kuklí na jaře (Pultar, 2002). Šefrová (2006) uvádí, že pokud housenka nedokončí vývoj do 10. července, vstupuje v posledním instaru do diapauzy, přezimuje a kuklí se až v květnu (Přílohy: Schéma 2).

V polních podmínkách přežije na kukuřici jen asi 20 % vylíhlých housenek. Vyšší tendence mortality je během několika prvních dnů života (Hudon a LeRoux, 1986b, Kocourek a Stará, 2011).

3.3.4 Ekologie zavíječe kukuřičného

Původně se vyskytoval zavíječ kukuřičný v Evropě na nejrůznějších rostlinných druzích (rdesnech, kopřivách, konopí) a jeho výskyt byl regulován řadou přirozených nepřátel, jako jsou hmyzožraví ptáci, některé parazitické druhy blanokřídlých a dravý hmyz (Häni a kol., 1993).

Situace se změnila poté, co se v Evropě začala pěstovat kukuřice a hlavně po zavlečení zavíječe kukuřičného do Severní Ameriky (Miller, 1956).

Na začátku 20. století byl zavlečen do Severní Ameriky, kde byl prvně nalezen nedaleko Bostonu roku 1916, ve státě Massachusetts v roce 1917, odkud se rozšířil na západ ke Skalnatým horám a na jih k pobřeží Mexického zálivu (Capinera, 2001). V současné době je nejvýznamnějším škůdcem kukuřice v USA i v Kanadě (Hudon and Leroux., 1986a). V Rusku je rozšířen především ve stepní oblasti, v lesostepích a jižních oblastech tajgy. Jedna generace se vyvíjí ve většině oblastí Ruska, dvě generace se vyskytují na Severním Kavkaze, a až tři generace se mohou vyskytovat ve Střední Asii a na Zakavkazsku (Frolov, 1998). Jeho výskyt je zaznamenán také na severu Afriky (Mutuura and Munroe, 1970).

3.3.5 Hostitelské rostliny

Zavíječ kukuřičný má velmi široký rozsah hostitelských rostlin. Kocourek a Stará (2011) uvádějí, že hlavní hostitelskou rostlinou je kukuřice. Ve střední Evropě se škůdce může vyvíjet na více než 300 druzích hostitelských rostlin. Z kulturních rostlin jde o konopí, proso, chmel, slunečnici, papriky a jabloně, ze širokolistých plevelů o lebedy, merlíky, pelyňky,

rdesna, kopřivy a další druhy. Hudon and Le Roux (1986b) k tomu dodávají, že škůdce upřednostňuje vyšší širokolisté byliny se silnějším stonkem nezbytným pro vývoj housenek, např. laskavec (*Amaranthus*), lebedu (*Atriplex*), merlík (*Chenopodium*), pelyněk (*Artemisia*), řepa (*Xanthium*). Zavíječ je schopný přežít na mnoha druzích zemědělských plodin i plevelů. Preference hostitele je do značné míry ovlivněna jeho vzrůstem. Ostatní plodiny bývají napadány v době, kdy ještě není kukuřice dostupná v takovém množství a nebo později, kdy se stará kukuřice stává neatraktivní pro kladení vajíček (Kocmánková a kol., 2009).

3.3.5.1 Dva biotopy

Na základě skladby pohlavních feromonů se rozlišují dva typy zavíječe kukuřičného Z a E druh, rozdíl spočívá v procentu zastoupení izomerů Z a E ve výsledném feromonu (Z-11-tetradecenylacetát, E-11-tetradecenylacetát). Vnitrodruhová různost feromonů u zavíječe kukuřičného byla prvně doložena v Severní Americe a Evropě (Klun, 1975). Běžně se vyskytuje druh Z, druh E je přítomný především ve východní Evropě (Showers, 1993). Kocourek a Stará (2011) uvádějí, že vedle odlišné chemické struktury se liší také spektrem hostitelských rostlin. Odlišné spektrum hostitelských rostlin a odlišný typ feromonu jsou významnou reprodukční bariérou mezi oběma biotopy.

3.4 Příznaky poškození rostlin a škodlivost

Základem rentabilního pěstování kukuřice pro všechny účely je vysoký výnos zrna či siláže a jejich vysoká kvalita, kterou lze definovat jako velmi široký soubor kvalitativních parametrů výživářsky či bioenergeticky využitelných (Nedělník, 2010).

3.4.1 Přímá škodlivost

Kocourek a Stará (2011) uvádějí, že příznaky se projevují po žíru housenek. Ve stéblech a v listenech palic jsou kruhové otvory po jejich žíru, obvykle se shluky drti a trusu.

Housenky zavíječe vyžirají pletiva uvnitř stonku nad palicí, pod palicí ale také v palici. Palice bývají napadeny zpravidla housenkami vyšších instarů, které migrují mezi různými částmi rostlin (Ackerman a kol., 2009). Na jedné rostlině může škodit několik housenek. Poškozené rostliny poznáme dle kruhovitých otvorů a chodeb o průměru 3 - 4 mm v místech žíru. Při vyšším napadení dochází k lámání rostlin především pod latou v první fázi a později

pod palicí. Ke konci vegetace se housenky dostávají do spodní části rostlin, kde housenky pátého instaru přezimují (Falta a kol., 2009).

Hlavní ztráty na výnosu zrna vznikají v důsledku přímého poškození cévních svazků, omezení příjmu živin a zvýšenou transpirací z poškozených míst. V letech s vlhkým srpnem a zářím bývají ztráty nižší vlivem vyšší schopnosti kompenzace než v letech suchých. V oblastech, kde je kukuřice zavlažována, jsou tak ztráty způsobené zavíječem nižší než v oblastech bez závlahy. Porosty silně poškozené urychleně dozrávají a mají obvykle nižší vlhkost sklizeného zrna než porosty bez napadení. Výše ztrát na výnosech nejvíce závisí na stupni poškození rostlin zavíječem, ale mění se v závislosti na průběhu povětrnostních podmínek v konkrétním roce a lokalitě (Kocourek a Stará, 2011).

3.4.2 Škodlivost nepřímá

Nepřímá škodlivost spočívá ve snížení kvality produktů a snížení jejich zdravotní bezpečnosti (Kocourek a Stará, 2011).

Často jde o přirozené kontaminanty, jako jsou například plísně a jejich toxiny (Kocourek a Stará, 2011). S rozšiřováním sklizně kukuřice na siláž s vyšším strništěm je u tohoto produktu částečně omezen i výskyt plísní, pokud ovšem nedojde k většímu napadení kukuřičného klasu zavíječem kukuřičným a následnému rozšíření plísní v této části rostliny (Nedělník a kol., 2010b).

3.4.2.1 Houbové choroby - plísně

Vláknité houby, nebo-li plísně, ovlivňují lidské zdraví přímo nebo nepřímo cestou mykoz, alergií a mykotoxikoz. Jejich biosyntetický potenciál a toxicita jejich produktů jsou však různé, protože ne všechny mikromycety produkují mykotoxiny. To závisí na teplotě, vlhkosti a typu substrátu (Hrdina a kol., 2004).

Plísně ničí všechny části rostlin (Zimolka a kol., 2008). Řada houbových mikroorganismů produkuje sekundární metabolity, chemické sloučeniny – mykotoxiny. Pro kukuřici jsou v půdně-klimatických podmínkách České republiky primární houby rodu *Fusarium*, někdy označované jako polní plísně (Nedělník, 2010).

Zimolka a kol. (2008) hovoří o dvou názvech pro bělorůžovou hnilobu obilek kukuřice.

- a) maize red ear rot, která je převážně způsobena *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. cerealis* nebo *F. avenaceum*
- b) maize pink ear rot je převážně způsobeno druhy *F. moniliforme*, *F. subglutinans* a *F. proliferatum*

Nejvýznamnější zástupci vyskytující se na palicích kukuřice je kmen *F. graminearum*, který nejčastěji produkuje mykotoxiny deoxynivalenol a zearalenon, a kmen *F. moniliforme* nejčastěji produkující fumonisin B₁.

F. graminearum je růžově-červená plíseň, která se po palici obvykle rozšiřuje z vrchní části listenů kukuřice nebo kolem požerků zavíječe kukuřičného, zatímco bíle zbarvená plíseň *F. moniliforme* má tendenci se šířit po bliznách. Při společném výskytu na jedné palici, tak jak to může být i mezi jinými kmeny, může jeden kmen převažovat nad druhým. To však záleží na průběhu teplot v daném roce lokalitě. *F. moniliforme* může mít větší rozšíření v teplejším období a suchých letech. Zvláště pak, když během optimálního období pro růst *F. graminearum*, tj. červencem a zářím bude nižší vlhkost (Reidl et al., 1999). Kocourek a Stará (2011) a taktéž Zimolka a kol. (2008) uvádějí i závislost výskytu fuzárií i na použitém hybridu.

V souvislosti s houbami rodu *Fusarium* je nutné zdůraznit, že napadení hostitelských rostlin se děje většinou jako důsledek předchozího poškození rostlinných pletiv různými vlivy, z nichž dominantní je v současné době škodlivý výskyt zavíječe kukuřičného (Nedělník, 2010). Kocourek a Stará (2011) konkretizují, že existují tři způsoby jak se mohou toxigenní houby dostávat do rostliny: 1) v místech poškození housenkami zavíječe, 2) housenky mohou být přímo vektorem přenosu těchto organismů a 3) kvůli oslabení rostliny napadením zavíječem kukuřičným dochází k snadnějšímu rozvoji houbového onemocnění. Nedělník (2010) dále uvádí, že při diskusi nad touto problematikou je nutné se zaměřit především na pěstitelské zásahy, které mohou snížit napadení rostlin těmito patogeny a vytvořit tak předpoklad pro nižší obsahy toxických metabolitů.

3.4.2.2 Účinky mykotoxinů

Mykotoxiny jsou kontaminanty přírodního původu, které produkují některé mikroskopické houby jako své sekundární metabolity (Zimolka a kol., 2008).

Mykotoxiny vykazují široké spektrum dalších biologických účinků, některé jsou toxické a při zvýšeném výskytu v potravě se snižují přírůstky hmotnosti u prasat a drůbeže, jiné jsou potencionálně karcinogenní a mutagenní, další vykazují estrogení a anabolické účinky (Kocourek a Stará, 2011). Nedělník et al., (2010b) z hlediska zkrmování siláže a kukuřičí pěstované na siláž, která je též obsahem sledování v rámci diplomové práce, uvádí, že důsledky působení mykotoxinů na živočišný organismus jsou velmi různorodé v závislosti na

typu toxinu, dávce a délce doby jeho působení, druhu, stáří, pohlaví a aktuálním zdravotním stavu jedince. V současné době již existuje řada odborných publikací a studií, které popisují vliv toxinů na produkci a zdraví hospodářských zvířat. Je prokázáno šíření toxinů přes maso a mléko dále do potravního řetězce. Zanedlouho může být skutečnost, že daná partie kukuřičné siláže v zemědělském podniku se nebude moci zkrmovat zvířatům pro nadměrný obsah toxinů (Nedělník, 2010; König et al., 2004).

3.5 Integrovaná ochrana rostlin

Integrovaná ochrana rostlin je systém ochrany, používající všechny ekonomicky, ekologicky a toxikologicky přijatelné metody pro udržení škodlivých organismů pod hladinou škodlivosti, s přednostním využitím přirozených omezujících faktorů (Kocourek, 2012). Kazda a kol., (2003) k tomu dodává, že v rámci tohoto systému se používá různých metod ochrany rostlin nejlépe ve vzájemné kombinaci.

Uplatňování zásad IOR nebylo dosud v České republice ani v ostatních zemích EU legislativně ošetřeno. Tento stav se mění postupným nabytím platnosti směrnice 2009/128/ES a to jejího článku č. 14 a přílohy č. III., která je v současné době již součástí národní legislativy, resp. v novele rostlinolékařského zákona č. 199/2012 Sb. § 5, kde je IOR definována jako: „Opatření integrované ochrany rostlin udržují používání přípravků a ostatních metod ochrany rostlin na úrovních, které lze z hospodářského a ekologického hlediska odůvodnit, přičemž je kladen důraz na růst zdravých plodin při co nejmenším narušení zemědělských a lesních ekosystémů.“ V této části novely jsou také definovány povinnosti profesionálních uživatelů přípravků na ochranu rostlin a povinnosti Státní rostlinolékařské správy. Odstavec 3 je věnován problematice zásad IOR rostlin a odkazu na prováděcí předpis, kterým je vyhláška č. 205/2012 o obecných zásadách IOR. Dodržování zásad bude od 1.1.2014 pro všechny profesionální uživatele povinné.

Škůdci působí ztráty na porostu, výnosu i kvalitě kukuřice po celou dobu vegetace. Zároveň jsou jimi způsobená poškození vstupním místem pro choroby, někteří škůdci jsou i jejich přímými přenašeči (Zimolka a kol., 2008).

Kapitola se stane souhrnem opatření v IOR s důrazem na ochranu kukuřice seté před škůdcem zavíječem kukuřičným. Zásady musí být ovšem uplatňovány v souhrnu s působením

na všechny potencionální choroby a škůdce, s cílem kvalitní produkce v rentabilně dosažitelném množství s ohledem na vložené ekonomické prostředky.

3.5.1 Opatření pro prevenci nebo potlačení škodlivých organismů

Huber (1941) vymezuje historicky a kulturně tradiční metody ochrany rostlin před škůdci jako vhodný termín setí, ničení zbytků plodin a střídání plodin jako základní doporučení k prevenci. Hudon et al. (1989) dodává, že jsou vhodné, ale nepostačující, nákladné a nezaručující plnou ochranu před škůdcem.

Dle Kocourek a Stará (2012a) jsou nezbytnou součástí souboru preventivních nebo podpůrných opatření a zahrnují:

- využívání vhodných osevních postupů – k tomu ovšem Šreiber (2012) rozporuje, že díky nastaveným ekonomicko-politickým mantinelům českým zemědělcům došlo k regulaci chovu skotu, snížení zastoupení jetelovin v osevním postupu a tím vznikl velký podíl řepky a obilnin (kukuřice na zrno).

Není doporučeno pěstování kukuřice po kukuřici, ale i pěstování v bezprostřední blízkosti, kde rostla v minulém roce, vede k uchování stejné nebo vyšší populační hustoty zavíječe na dané lokalitě Kocourek a Stará (2012a).

- používání vhodných pěstebních postupů (agrotechnických opatření). K tomu Kocourek a Stará (2012a) uvádějí že, nejvýznamnější redukce populace zavíječe se dosáhne kombinací orby s dokonalým rozdrčením posklizňových zbytků na jemné štěpky kratší než 2 cm. Drcení je nutno provést ihned po sklizni. Dle mých zkušeností do 24 hodin. Rotrekl (2006) uvádí, že v pokusech bylo dosaženo o 16,7 % menšího napadení rostlin ve variantě orba oproti minimalizaci (zpracování radličkovým kypřičem do hloubky 18 cm). Kocourek a Stará (2012) uvádějí jako agrotechnické opatření co nejnižší výšku strniště, což je v kontrastu s krmivářskými požadavky dle Nedělník (2010), kde vyšší strniště (cca 50 cm) přináší vyšší kvalitu kukuřičné siláže
- používání vhodných hybridů kukuřice podle klimatických, agroekologických, půdních a dalších podmínek, podpora a využívání přirozených mechanismů ochrany (přirozených nepřátel a přirozeného odporu prostředí).

Na regulaci vajíček a housenek zavíječe kukuřičného se z polyfágních predátorů podílejí zejména slunéčka, zlatoočky a dravé plošnice. Ze specifických parazitoidů jsou nejvýznamnější přirozeně se vyskytující parazitické vosičky rodu *Trichogramma* a zejména kuklice z řádu dvoukřídlých z rodu *Lidella* (čeleď Tachinidae). Porosty

kukuřice jsou v letním a podzimním období v našich podmínkách největším rezervoárem a refugiem užitečných a indiferentních druhů členovců. Na kukuřici jsou zejména početné populace mšic, které na kukuřici neškodí a na nichž se namnožují jejich přirození nepřátelé (Kocourek a kol., 2008). K tomu Falta a kol. (2009) dodávají, že většina insekticidů používaných v ochraně kukuřic proti zavíječi kukuřičnému vykazuje více či méně negativní vliv na výskyt přirozených nepřátel škůdců v agroekosystémech.

3.5.2 Monitorování výskytu škodlivých organismů

Účinnost chemické i biologické ochrany proti zavíječi kukuřičnému je závislá na přesné signalizaci termínů výskytu prvních dospělců, počátku kladení vajíček a líhnutí housenek v porostu kukuřice (Kocourek a Stará, 2012a).

3.5.2.1 Světelné lapáky

Monitoring letové aktivity zavíječe kukuřičného je v současné době prováděn výhradně pomocí světelných lapáků. Výsledky jsou uveřejňovány na webových stránkách SRS - (<http://eagri.cz/public/web/srs/portal/skodlive-organismy/nalety-skudcu-do-svetelnych-lapacu.html>). Výlet motýlů je závislý na průběhu povětrnostních podmínek. Bývá rozvleklý a postupný (Falta a kol., 2009). Odchyt motýlů zavíječe kukuřičného do světelného lapače typu Minnesota je pro monitorování výskytu (sledování populační dynamiky) nejvhodnější metoda. Snadno lze stanovit začátek náletu, průběh letu, stanovit vrcholy, případně výkyvy v populaci i konec náletu. Pro posouzení výskytu zavíječe kukuřičného na lokalitě jsou velmi hodnotné několikaleté výsledky ze světelných lapáků s pevným stanovištěm (Lokaj, 1990).

3.5.2.2 Suma efektivních teplot vývoje zavíječe kukuřičného

Teplotní sumy, ať již vypočítané z průměrných denních anebo hodinových teplot, jsou poměrně často používanou charakteristikou v nejrůznějších modelech, sloužících k simulaci vývoje hmyzích škůdců, vývoje rostlin, prognózy výnosů, aplikace pesticidů a růstových regulátorů apod. (DeGaetano and Knapp, 1996).

Na celém světě se používá několik způsobů výpočtu průměrné denní teploty vzduchu, přičemž pravděpodobně nejrozšířenější je způsob založený na zprůměrování maximální a

minimální teploty vzduchu za příslušný den z jednoho, popř. ze dvou pozorovacích termínů. Tento způsob je rozšířen zejména na americkém kontinentě, přičemž v USA jsou pozorovací termíny stanoveny poměrně benevolentně (u dobrovolných pozorovatelů), takže pozorovatel může měřit buď v době od 6 do 9 hodin ráno místního času, anebo odpoledne v době od 16 do 19 hodin. Kanadský pozorovatel naproti tomu odečítá extrémní teploměry 2krát denně, a to jednou ráno a podruhé v pozdním odpoledni anebo časném večeru (bez přesnější časové specifikace), přičemž po každém odečtu znovu nastavuje teploměry. Je proto zřejmé, a potvrzují to ve své práci i DeGaetano a Knapp (1996), že průměrné denní teploty vypočítané z takto naměřených hodnot mohou být značně různorodé, což se odráží i ve výsledné hodnotě teplotní sumy za delší období, kde se systematické vlivy kumulují.

Kocmánková a kol. (2009) k tomu uvádí, že za klíčové parametry pro odhad populační dynamiky a rozšíření zavíječe lze považovat dolní (10 °C – průměrná denní teplota) a horní (38 °C – průměrná denní teplota) teplotní prahové hodnoty a optimální rozmezí teplot pro vývoj zavíječe (18 – 28 °C). Dolní teplotní hranice 10 °C je použita také jako práh pro výpočet sumy denních stupňů nutných pro dokončení jedné generace

Sčítáním teplot nad tuto prahovou hodnotu můžeme získat tzv. sumu efektivních teplot, jejíž dosažení signalizuje určité fenologické fáze druhu (např. výlet imág přezimujících druhů, začátek a vrchol kladení vajíček, líhnutí larev z vajíček atd.).

Hodnoty jsou pro jednotlivé regiony opět sledovány a dostupné na webových stránkách SRS a případně i firmy zabývající se poradenskou činností a prodejem osiv mají svoje teploměry v blízkosti poloprovozních pokusů, např. firma KWS nebo Pionnerr.

3.5.2.3 Vizuální kontrola výskytu vajíček a housenek

Pro přesné stanovení termínu ochrany je nutné sledovat kladení vajíček a líhnutí housenek, aby kukuřice byla ošetřena ještě před proniknutím housenek do pletiva. Při kontrole nakladených vajíček zjišťujeme po několika dnech určitou změnu. Bílá vajíčka se mění, zvětšují objem a černají. Bílá vajíčka se mění, zvětšují objem a černají. Housenky 1. instaru nejdříve sežerou obal vajíček a potom provádějí žír na povrchu listů kukuřice (Rotrekl, 2007).

3.5.3 Práh škodlivosti

Práh škodlivosti je takový stupeň poškození, který již rostliny nedokážou vyrovnat svoji regenerační schopností (Kazda a kol., 2003). Dále uvádí, že ekonomický práh škodlivosti je

takový stupeň poškození rostlin, kdy ztráty na výnosech začínají převyšovat náklady na ošetření. K tomu Kocourek a Stará (2012) zpřesňují, že EPŠ vyjadřuje populační hustotu škodlivého organismu nebo stupeň napadení rostlin, při kterém se doporučuje provést ochranná opatření, aby se zabránilo ekonomicky výrazné škodě. EPŠ odpovídá takovému stupni výskytu škodlivého organismu, který by způsobil takové ztráty, kdy zisk ze zachráněné části výnosu uhradí náklady na ochranná opatření. Rotrekl (2010) k tomu prakticky uvádí u škůdce zavíječe kukuřičného (*Ostrinia nubilalis*), že za práh škodlivosti se považuje 5 vylíhlých nebo 7 nevyvíhlých snůšek na 10 rostlin.

3.5.4 Preference všech nechemických prostředků a metod

3.5.4.1 Biologické přípravky

Biologické prostředky proti zavíječi kukuřičnému lze používat v ekologickém zemědělství nebo jako součást integrované ochrany pro ošetřování refugií při pěstování Bt-kukuřice (Kocourek a Stará, 2012b) a dodávají, že rozsah této ochrany se pohybuje do 4 000 ha ošetřené plochy. Z biologických přípravků na bázi mikroorganismů jsou zaregistrovány přípravky Biobit XL a Biobit WP (*Bacillus thuringiensis, ssp. Kurstaki*) se aplikují postřikem v termínu líhnutí housenek z vajíček (Šefrová, 2006).

Naopak bioagens na bázi parazitických vosiček se aplikují na počátku kladení vajíček. Přípravek Trichoplus, který obsahuje kukly vosiček (chalcidek) druhů *Trichogramma evanescens* a *Trichogramma pintoia* Trichocap s kuklami vosiček *Trichogramma evanescens* se aplikují bezprostředně před kladením nebo na počátku kladení vajíček (Rotrekl, 2007). Aplikace se provádí ručně a je značně časově náročná. Larvy vosiček se ve vajíčku kuklí, po vyžrání jeho obsahu dospělé vosičky opouštějí vaječný obal. Samičky další generace aktivně vyhledávají další snůšky vajíček zavíječe kukuřičného, takže v jednom roce může být až několik generací vosiček, dodává Kocourek a Stará (2012a).

Rozsah této metody ochrany se pohybuje v ČR do 4 tis. ha s maximem ošetřené plochy v roce 2005 7 tis. ha. Je to metoda využitelná zejména při pěstování kukuřice v režimu ekologického zemědělství. Relativně nízká biologická účinnost této metody ochrany vůči zavíječi je předmětem dohadů o účelnosti použití této metody v praxi (Kocourek a Stará, 2012b).

3.5.4.2 Genetická ochrana

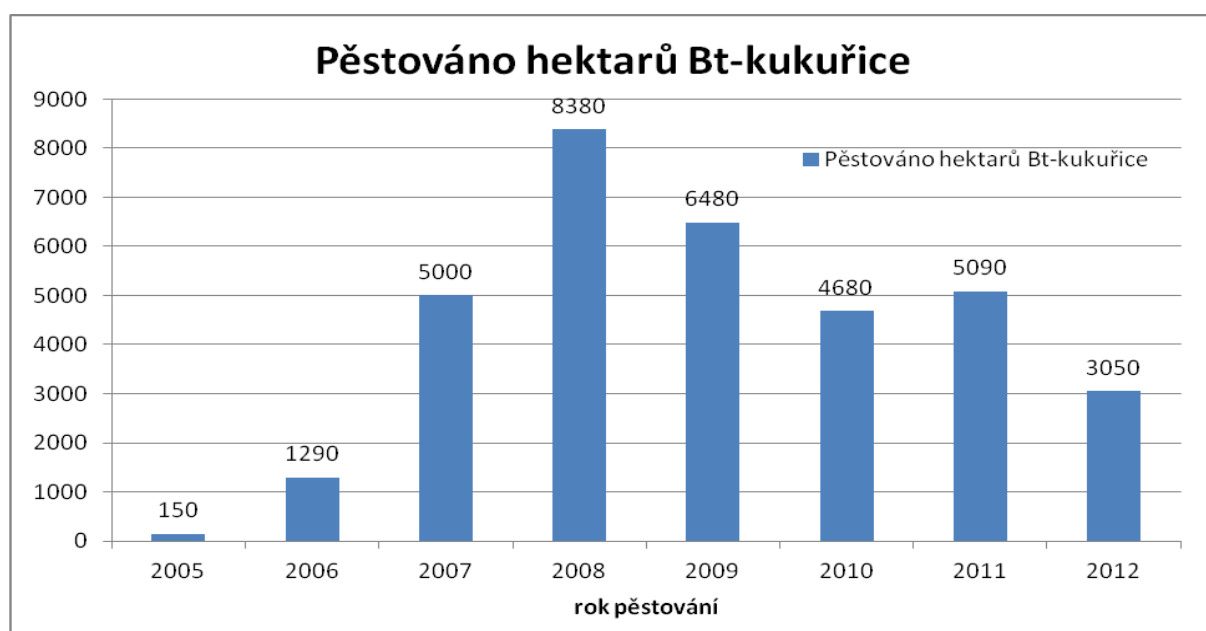
Problematika GMO rostlinného původu je omezena na relativně malý počet zemědělských komodit majících vztah k potravinářství, a to sója, kukuřice, brambory, rýže, pšenice, slunečnice, cukrová řepa, rajčata, melouny, papája, tykev, čekanka, květák, hořčice, ananas, banány a jahody (Káš, 2005).

V roce 2011 vystoupaly ve světě plochy s geneticky modifikovanými plodinami na 160 mil hektarů (8% nárůst oproti roku 2010). Pokračuje tedy ve světě rostoucí trend využívání této technologie, a to kontinuálně od roku 1996.

3.5.4.2.1 Tolerance k hmyzím škůdcům

Populace hmyzu může zničit celé pole v několika minutách. Vysoký stupeň odolnosti proti hmyzím škůdcům mají geneticky modifikované plodiny označované jako „Bt“, což znamená vlastní produkci Bt toxinu, tj. látky produkované půdní bakterií *Bacillus thuringiensis*, která působí jako bioinsekticid. Do dědičné informace těchto plodin byl metodami genového inženýrství vnesen gen pro Bt toxin. Produktem genu, který je z bakterie přenesen do rostliny, je bílkovina s insekticidními účinky, tzv. delta toxin. Buňky transgenní rostliny trvale syntetizují tento protein. Škůdce požírající pletiva těchto plodin přijímá s potravou zároveň i Bt toxin, který je v jeho střevě aktivován a škůdce je zahuben (Custer et al., 2006). V České republice a také v EU je od roku 2005 povolena k pěstování Bt-kukuřice MON 810.

Graf 4 Přehled o pěstování Bt-kukuřice v České republice 2005-2012



Zdroj: <http://www.czso.cz/>

Zkušenosti s pěstováním GM plodin jsou prozatím časově i rozsahově omezeny, a to zejména v porovnání s pěstováním v celosvětovém měřítku. V roce 2010 byla ČR dokonce jedinou zemí EU, kde se produkčně pěstovaly jak Bt odrůdy kukuřice, tak i GM brambory (Roudná et. al., 2011).

Dosavadní zkušenosti českých pěstitelů s Bt kukuřicí lze ohodnotit jako převážně pozitivní, ovlivněné lokálními podmínkami přírodního, ale i socioekonomického charakteru (Doubková, 2003). Čeští pěstitelé spatřují výhody zejména v samotné technologii pěstování Bt hybridů – od jednoduchosti a spolehlivosti ochrany proti zavíječi (Bt hybridy vykazují 100% účinnost proti škůdci), přes snížení vstupu do porostů (méně chemie a mechanizačních pojezdů po poli), až po příznivou situaci při sklizni (nepolámané, nepolehlé rostliny) (Roudná et. al., 2011).

3.5.4.2.2 Koncept koexistence

Koncept koexistence se týká GM plodin, které byly schváleny na úrovni EU pro pěstování. Je zaměřen na souběžnou existenci zemědělských pěstebních systémů, které používají GM plodiny s ostatními pěstebními systémy a jeho cílem je oddělit produkty GM plodin od ostatních produktů (Roudná et. al., 2011)

Od roku 2006 jsou pravidla pro pěstování geneticky modifikovaných plodin součástí zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství, a to díky novelám č. 44/2005 Sb. a č. 291/2009 Sb. Zákon o zemědělství stanoví pravidla koexistence v obecné formě, pro vybrané plodiny (brambory, kukuřici a sóju) jsou pravidla konkretizována vyhláškou, kterou lze dle aktuálních odborných poznatků operativně novelizovat. V současné době platí vyhláška č. 58/2010 Sb., která novelizovala vyhlášku č. 89/2006 Sb., o bližších podmínkách při pěstování geneticky modifikované odrůdy (Roudná et al., 2011).

3.5.4.2.3 Antirezistentní strategie při pěstování Bt-kukuřice

Zahrnuje soubor opatření k zabránění vzniku nebo oddálení rezistence zavíječe kukuřičného vůči delta toxinu Bt-kukuřice. Základem pro oddálení vzniku rezistence je povinnost pěstitelů dodržovat zásady řízení vzniku rezistence (tzv. IRM – Insect Resistant Management).

Kocourek a Stará (2011) k tomu uvádějí, že antirezistentní strategie při pěstování Bt-kukuřice zahrnují soubor opatření k zabránění vzniku nebo oddálení rezistence zavíječe

kukuřičného vůči delta toxinu Bt. Zásady zahrnují povinnost zasetí refugia, to je porostu ne-Bt-kukuřice citlivé na napadení zavíječem kukuřičným.

Refugium je povinné :

- pokud celková plocha Bt-kukuřice zasetá pěstitelům překročí 5 ha
- velikost plochy refugia musí být minimálně 20 % celkové plochy zaseté kukuřice
- na zasetí porostu refugia je nutno použít osivo ne-Bt-kukuřice
- pěstitel má za povinnost založit porost refugia na jím obhospodařovaných pozemcích
- agrotechnika refugia musí být shodná s agrotechnikou pro sousední Bt-kukuřici
- refugium musí být zaseto v blízkosti porostu Bt-kukuřice, max. však do vzdálenosti 750 m od porostu Bt-kukuřice, za refugium lze považovat porost sousední ne-Bt-kukuřice, jehož majitelem je též pěstitel Bt-kukuřice
- vhodně umístěné refugium může zároveň plnit i funkci ochranného obsevu v rámci koexistence s ostatními porosty kukuřice

3.5.5 Výběr přípravků selektivních k přirozeným nepřátelům s co nejmenšími vedlejšími účinky

Pěstitel vybírá co nejvíce specifických přípravků k danému škodlivému organismu, preferuje přípravky s minimálními riziky na lidské zdraví, necílové organismy a na životní prostředí.

3.5.6 Používání pesticidů pouze v nezbytném rozsahu

Přes prudký nárůst ploch kukuřice ošetřovaných insekticidy v ČR od roku 2005 se do současnosti škodlivost zavíječe významně nesnížila. Od roku 2008 se plocha kukuřice ošetřovaná insekticidy pohybuje od 50 do 80 tis. ha, což představuje 50 až 80 % z plochy kukuřice pěstované na zrno. Přestože v současnosti již v ochraně proti zavíječi převažují selektivní insekticidy, jejichž účinnost proti zavíječi je velmi dobrá (okolo 80 až 90 %), škodlivost zavíječe neklesá. Po aplikaci insekticidů je většinou významným škodám na výnosu zrna zabráněno, ale populace zavíječe v podniku nebo regionu se tím nesnižuje (Kocourek a Stará, 2012c).

Optimální termín chemického larvicidního ošetření lze určit na základě sledování výskytu snůšek vajíček v konkrétním porostu. Zahájení chemického ošetření se signalizuje, když ve

vajíčkách z prvních snůšek prosvítá tvar housenky s tmavě pigmentovou hlavou. Ošetření je cílené na čerstvě vylíhlé housenky.

Jednostranné, opakované používání jednoho z uvedených typů přípravků (účinné látky) je rizikové pro selekci rezistentních jedinců zavíječe. Proto je nezbytné střídat insekticidy s různým mechanismem účinku. Ošetření kukuřice širokospektrálními insekticidy (pyretroidy) má negativní vliv na necílové organismy, zejména přirozené nepřátele zavíječe a škůdců jiných plodin, jako jsou mšice (Kocourek a Stará, 2012a).

3.5.7 Uplatňování antirezistentních strategií

Rezistence je součástí přírodních mechanismů, se kterou se v zemědělství setkáváme například v podobě vzniku rezistentních populací škůdců k určitým skupinám účinných látek. Kazda a kol (2010) uvádí, že rezistence je přirozeně se vyskytující dědičně podmíněná schopnost jedinců v populaci škůdců přežít ošetření pesticidem, který by měl za normálních podmínek poskytnout účinnou ochranu zemědělské plodiny.

Vzhledem k nebezpečí vzniku rezistence i u dalších škůdců polních plodin je nutné zachovávat zásady antirezistentní strategie:

- využívat všechny další metody v rámci integrované ochrany rostlin, využívat metody prognózy a signalizace
- ošetřovat pouze plochy, kde se dosáhlo prahu ekonomické škodlivosti, ošetřovat pouze části plochy se zvýšeným výskytem škůdců (okraje)
- omezit používání pesticidů se stejnou nebo podobnou látkou opakovaně na jedné ploše
- nesnižovat doporučené dávky přípravků, dbát na správnou a rovnoměrnou aplikaci
- nepoužívat přípravky s dlouhou dobou účinnosti
- vymezit plochy refugií, kde se nebude vůbec ošetřovat, zde se vyvíjí citliví jedinci, kteří zpomalují rozvoj rezistence i na ošetřovaných plochách (Kazda a kol, 2010).

3.6 Hladina škodlivosti

3.6.1 Ekonomika pěstování kukuřice

Dosažení zisku je primárním cílem každého podniku (Janotová, 2012). Dále uvádí, že celkové ekonomické náklady na produkci kukuřice na zrno vykazují velké rozpětí (53-197 eur/t). Náklady na pěstování kukuřice na zrno a na siláž v České republice jsou uvedeny v následující tabulce 1.

Tabulka 1. Náklady na výrobu kukuřice na zrno a na siláž v České republice

Ukazatel	Měrná jednotka	Kukuřice na siláž	Kukuřice na zrno
Osivo – nakupované	Kč/ha	2823	3517
Osivo – vlastní	Kč/ha	211	4
Hnojiva-nakupovaná	Kč/ha	2130	2708
Hnojiva – vlastní	Kč/ha	842	370
Prostředky ochrany rostlin	Kč/ha	1687	1871
Ostatní přímý materiál	Kč/ha	1028	265
Přímé materiálové náklady celkem	Kč/ha	8722	8735
Ostatní přímé náklady	Kč/ha	1411	4370
Mzdové a osobní náklady	Kč/ha	427	557
- přímé			
- pomocných činností a režijní	Kč/ha	3043	3388
Mzdové a osobní náklady celkem	Kč/ha	3469	3944
Odpisy DNHM – přímé	Kč/ha	39	141
Náklady pomocných činností	Kč/ha	3296	3712
Výrobní režie	Kč/ha	3030	2266
Správní režie	Kč/ha	945	1292
Vlastní náklady celkem	Kč/ha	20912	24459

Podíl hlavního výrobku	%	100	85
Vlastní náklady výrobku	Kč/ha	20912	20791
Hektarový výnos	t/ha	32,61	7,83
Vlastní náklady výrobku	Kč/t	641	2655

Zdroj: www.uzei.cz

3.6.2 Ekonomický práh škodlivosti

Několik studií ekonomického práhu škodlivosti předložili i vědci v USA. Koncept EPŠ zkoumali a popsali Calvin (1985), Bode a Calvin (1990), Mason et al. (1996), Myers and Wedberg (1999) a Tiwari (2007). Studie odráží snížení výnosu podle délky a počtu

vyvrtaných chodeb ve stéble kukuřice. Jiné studie se zabývaly počtem snůšek vajíček a nebo počtem larev na rostlině Calvin (1985).

Rovnice předložená Calvin (1985) a Bode and Calvin (1990) zkoumá výpočet ekonomického prahu škodlivosti na základě různých managementů kontroly jeho rozšíření a hodnoty konečného výrobku. EPŠ byl vypočítán pomocí Bode and Calvin (1990) s úpravami Tiwari (2007) a to následovně:

$$NL = TC / CV \times PL \times PC$$

přičemž :

TC = celkové náklady na pěstování kukuřice

CV = MV x EY CV hodnota výrobku; MV = očekávaná tržní hodnota výrobku; EY = očekávaný výnos

PL = snížení výnosu z činnosti škůdce na larvu podle regresních rovnic

PC = účinnost použitého managementu kontroly řízení škůdce (Bt=1)

Kocourek a Stará (2012c) uvádějí, že je obtížné a značně nespolehlivé stanovit hodnotu EPŠ, ale lze stanovit hodnoty ekonomické hladiny škodlivosti. Mnohorozměrný model EPŠ, analogicky EHŠ jsou funkcemi jednotlivých komponent.

Model lze vyjádřit ve tvaru :

$$EHŠ = 100 \cdot N \cdot u \cdot e(r) / R(H) \cdot V \cdot C$$

Přičemž :

N = náklady na ochranný zásah (Kč/ha)

e = parametr biologické účinnosti

(1=Bt-kukuřice;1,176=chemická ochrana;2=Trichogramma)

R(H) = analytické vyjádření křivky škodlivosti pro daný druh škodlivého organismu

R = škoda vyjádřená jako % snížení výnosu ve srovnání s porostem bez poškození

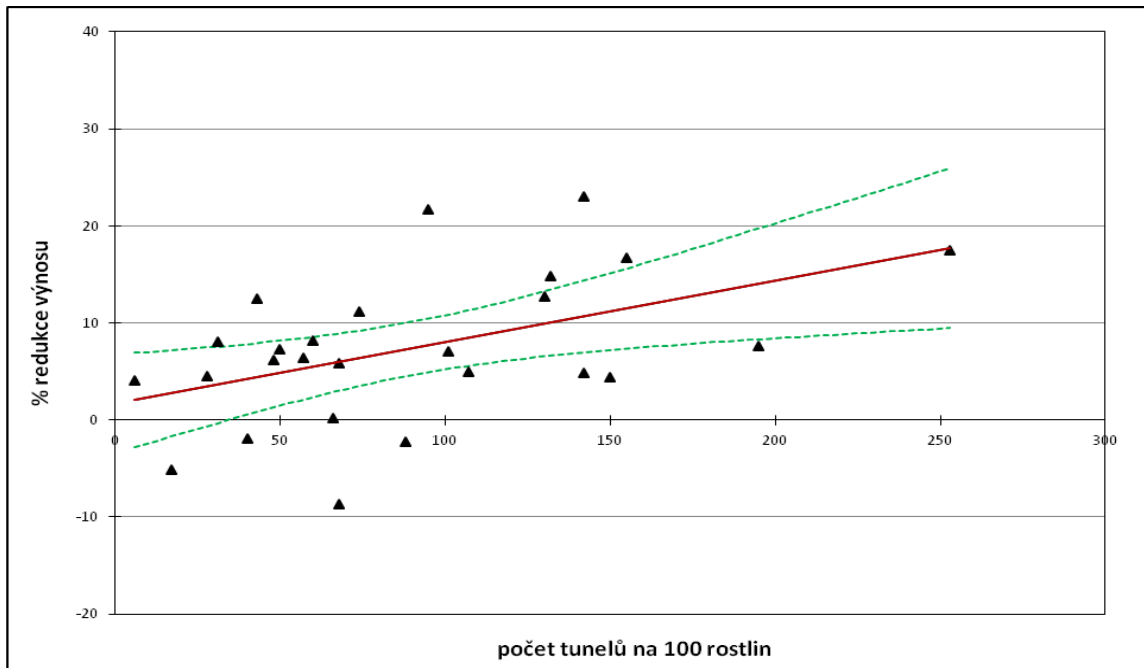
H = populační hustota organismu

V = očekávaná výše výnosu porostu bez poškození (t/ha)

C = výkupní cena produktu

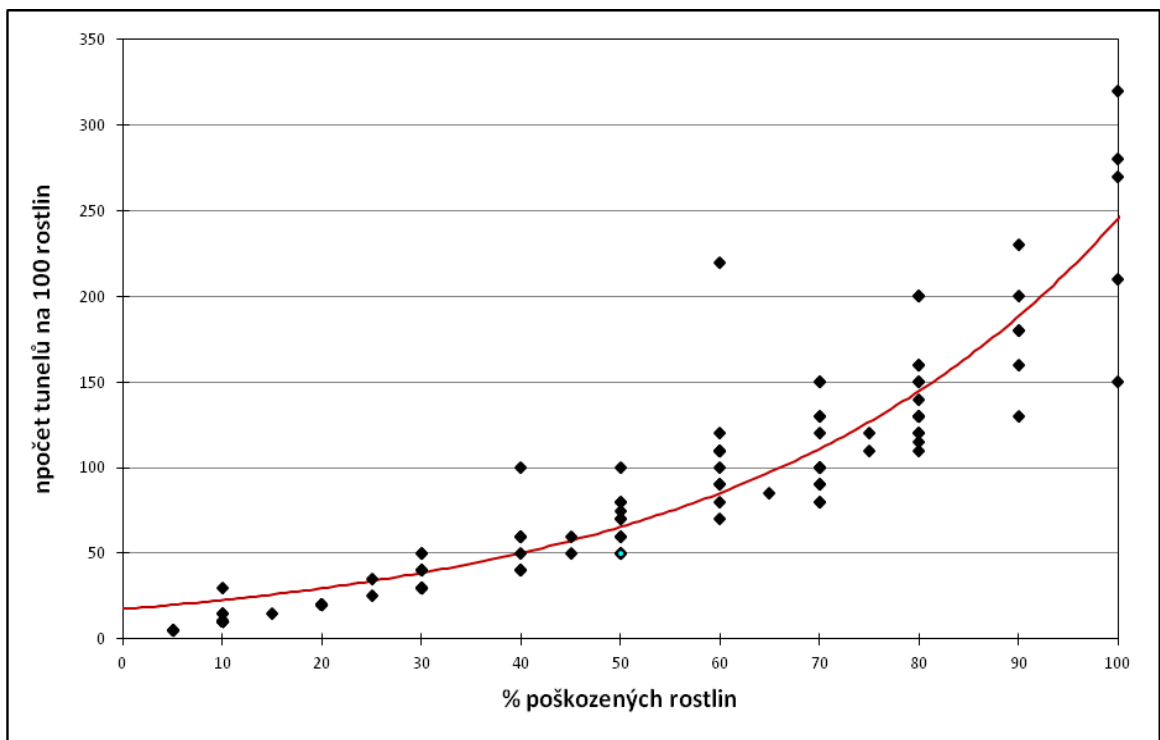
Pro zjednodušení lze v zemědělské praxi použít následující grafy 5 a 6.

Graf 5. Závislost mezi počtem chodeb po žíru housenek zavíječe na 100 rostlin a % snížení výnosu



Zdroj: Kocourek a Stará (2012c)

Graf 6. Závislost mezi % poškozených rostlin housenkami zavíječe kukuřičného před sklizni a počtem chodem na 100 rostlin



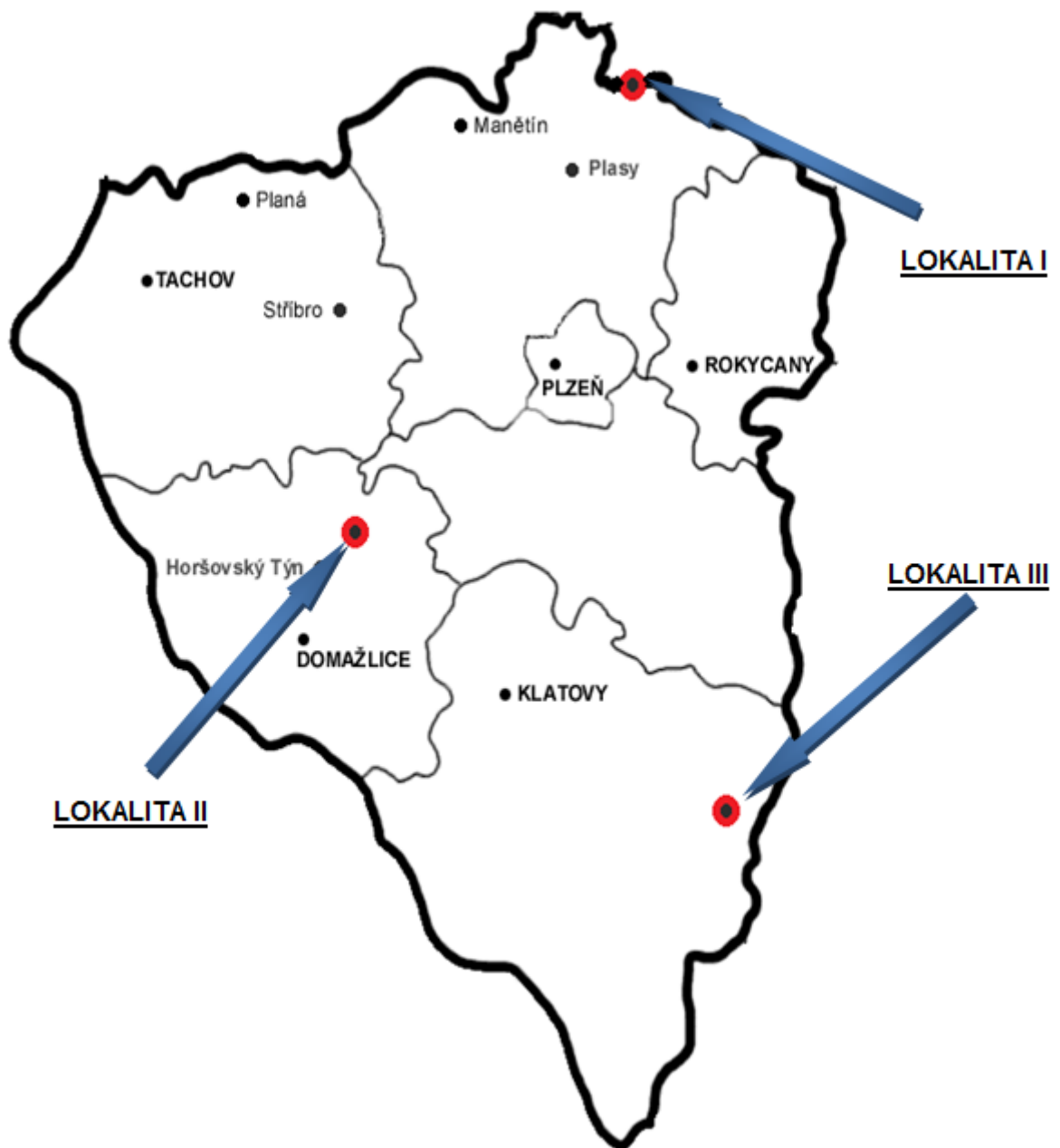
Zdroj: Kocourek a Stará (2012c)

4 Materiál a metody

Pokusy byly zakládány v letech 2011-2012 formou poloprovozních polních experimentů na lokalitách západních Čech.

4.1 Mapa umístění lokalit

Schéma 3. *Mapa umístění lokalit s pokusnými poloprovozními parcelami*



4.2 Klimatická (teplotně, srážková) charakteristika západních Čech

Růst a vývoj kukuřice a podmínky pro rozšíření škůdce zavíječe kukuřičného do oblasti západních Čech jsou závislé na klimatických podmínkách daného regionu, které zásadním způsobem mohou mít jeden z rozhodujících vlivů v jednotlivých ročnících. Data průměrných teplot a srážek na území západních Čech jsou uvedena v tabulkách 2 a 3.

Tabulka 2. Průměrné měsíční teploty v letech 2011 a 2012

Údaj	Měsíční průměr teplot roku 2012 (°C)	Měsíční průměr teplot roku 2011 (°C)
leden	0,4	-1,1
únor	-4,9	-1,8
březen	5,5	3,8
duben	8	10,2
květen	14,1	13
červen	16,5	16,4
červenec	17,2	15,5
srpen	17,9	17,4
září	12,7	14,3
říjen	6,9	7,6
listopad	3,8	2,4
prosinec	-0,6	2,2
průměr	8,3	8,1

Zdroj: www.chmi.cz

Z tabulky 2 je zřejmé, že mezi sledovanými ročníky je rozdíl 0,2 °C.

Tabulka 3. Průměrné měsíční srážky v letech 2011 a 2012

Údaj	Měsíční průměr srážek roku 2012 (mm/m ²)	Měsíční průměr srážek roku 2011 (mm/m ²)
leden	85	51
únor	22	15
březen	13	20
duben	57	27
květen	43	73
červen	79	85
červenec	124	156
srpen	82	78
září	44	41
říjen	49	54
listopad	54	2
prosinec	79	78
Celkem	731	680

Zdroj: www.chmi.cz

V tabulce 3 je přehled o srážkách ve sledované lokalitě západních Čech. Zde jde již o rozdíl 51 mm/m², což je o 7 % méně srážek v roce 2011. Ovšem vliv mají především srážky v květnu až srpnu. A zde naopak chybí srážky v roce 2012, jejichž deficit měl značný vliv na vývoj kukuřice a její i mnohdy předčasné dozrávání (zasychání).

4.3 Popis lokalit

4.3.1 Lokalita I.

Lokalita I byla umístěna v severním výběžku okresu Plzeň- sever v obilnářské zemědělské výrobní oblasti, podoblast O3, v nadmořské výšce 428 m nad mořem. Z důvodu uvedení bioplynové stanice do provozu došlo k navýšení kukuřice seté na siláž v osevním postupu z 350 ha na 420 ha, což je 24,8% zastoupení v osevním postupu (viz graf 7). V lokalitě je využívána minimalizační technologie zpracování půdy v rámci celého osevního postupu a základní zpracování půdy je prováděno radličkovým podmítačem Farmet a na jaře radličkovým podmítačem Teranno. Pravidelné hnojení chlévským hnojem v množství 30 t/ha vždy pod kukuřici a řepku ozimou.

V lokalitě je uplatňován 5 - honný osevní postup s převahou obilnin a ozimé řepky a v následujících letech se významnou plodinou stane kukuřice setá.

4.3.2 Lokalita II.

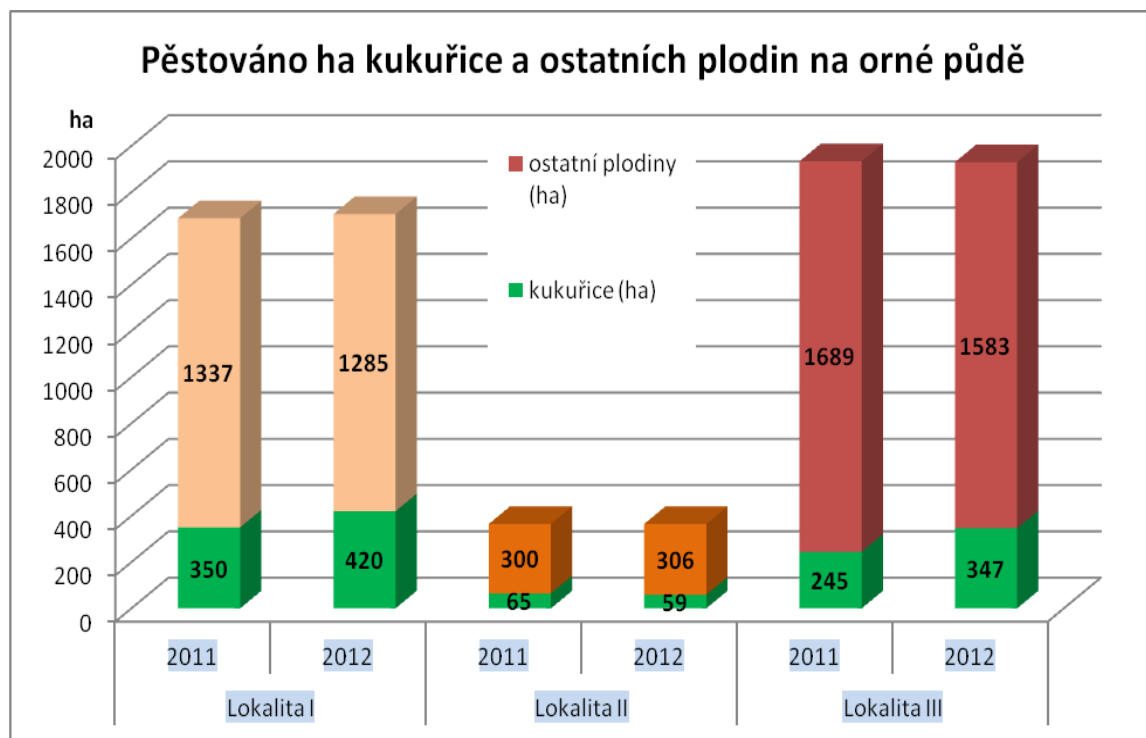
Lokalita II je umístěna nedaleko města Domažlice v obilnářské zemědělské výrobní oblasti, podoblast O3, v nadmořské výšce 404 m nad mořem.

Lokalita II byla vybrána z důvodu stálého osevního postupu na 8 let s odstupem pěstování kukuřice seté po 4 nebo 8 letech na pozemku. Výměra orné půdy a výměra pěstování kukuřice seté je uvedena v grafu 7. Podnik na dané lokalitě uplatňuje klasickou orebnou technologii s pravidelným organickým hnojením 1krát za 4 roky v množství 45 t/ha chlévského hnoje na podzim a její zaorání střední až hlubokou orbou. Před setím je pozemek urovnán smykem a setěvé lůžko připraveno kompaktořem.

4.3.3 Lokalita III.

Lokalita III je umístěna na hranici západních a jižních Čech v obilnářské oblasti, podoblast O3 v nadmořské výšce 530 metrů nad mořem. V uvedené lokalitě se používá tradiční orebný způsob zpracování půdy, hnojení hnojem pod kukuřicí 30 t/ha a jarní příprava kompaktozem. Z grafu 7 je zřejmé, že v roce 2012 došlo k nárůstu ploch kukuřice z důvodu výstavby bioplynové stanice z 12,7% na 18%. Jde o výrazný nárůst ve výši 33 %.

Graf 7. Podíl kukuřice a ostatních plodin na orné půdě v lokalitách



Zdroj: vlastní šetření

Z údajů v grafu 7 vyplývá nárůst pěstování kukuřice seté u dvou lokalit a to z důvodu výstavby bioplynové stanice. Větším zastoupení kukuřice v osevním postupu se zvýší možnost většího tlaku škůdců a chorob.

4.4 Popis zvolených technologií

4.4.1 Základní zpracování půdy a organické hnojení

Tabulka 4. Přehled agrotechnických zásahů a hnojení organickými hnojivy dle lokalit

Agrotechnický údaj	Lokalita					
	Lokalita I.		Lokalita II.		Lokalita III.	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Název honu	Proužiny	Proužiny	Na stráni	Polžický kus	Spálenec	U sil. Jámy
Elpis	6701/1	6701/1	8703	0701	8605/1	8601/1
Výměra (ha)	12,60	12,60	16,84	15,00	6,55	15,52
Předplodina	kukuřice	kukuřice	pšenice oz.	pšenice oz.	pšenice oz.	pšenice oz.
Podmítka	ano – 8 cm	ano – 8 cm	ne	ne	ne	ne
Organické hnojení – t/ha	chlévký hnůj – 30t/ha	chlévký hnůj- 28t/ha	chlévký hnůj- 30t/ha	chlévký hnůj- 35t/ha	chlévký hnůj- 25t/ha	chlévký hnůj- 25t/ha
Orba – hloubka	ne	ne	ano–25 cm	ano–25 cm	ano–22 cm	ano–22 cm
Zpravení radličkovým kypřičem	ano –23 cm	ano –23 cm	ne	ne	ne	ne
Jarní zpracování půdy	radl.kypřič Terano – 10 cm	radl.kypřič Terano – 10 cm	kompaktor 8 cm	kompaktor 8 cm	BTZ 6 kompaktor 8 cm	BTZ 6 kompaktor 8 cm

V lokalitě I je pozorovatelné vyšší zastoupení minimalizačních technologií a pěstování kukuřice na pozemcích s minimálním nebo žádným rozstupem v osevním postupu.

4.4.2 Osivo a založení porostu

Tabulka 5. Přehled o použitém osivu a množství výsevu

Agrotechnický údaj	Lokalita					
	Lokalita I.		Lokalita II.		Lokalita III.	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Kategorie osiva	Hybrid KWS	Hybrid KWS	Hybrid KWS	Hybrid KWS	Hybrid KWS	Hybrid KWS
Ošetření osiva	mořeno	mořeno	mořeno	mořeno	mořeno	mořeno
Čistota	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Klíčivost	98 - 99 %	98 – 99 %	98 – 99%	98 – 99 %	98 - 99 %	98 – 99 %
Počet klíčivých semen na ha	88 900	88 900	95 200	95 200	88 900	88 900
Hloubka setí	6 – 8 cm	6 – 8 cm	6 – 8 cm	6 – 8 cm	6 – 8 cm	6 – 8 cm
Datum setí	23. dubna	28. dubna	26. dubna	26. dubna	22. dubna	24. dubna

4.4.3 Regulace škodlivých činitelů

Tabulka 6. Přehled o regulaci škodlivých činitelů- plevelů

Agrotechnický údaj	Lokalita					
	Lokalita I.		Lokalita II.		Lokalita III.	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Plevelé						
datum	25. dubna	2. května			26. ubna	30. dubna
činitel	Jedno a dvouděložné plevelé	Jedno a dvouděložné plevelé	Jedno a dvouděložné plevelé	Jedno a dvouděložné plevelé	Jedno a dvouděložné plevelé	Jedno a dvouděložné plevelé
přípravek	Gardoprim Plus gold 500 sc	Gardoprim Plus gold 500 sc	Guardian extra	Guardian extra	Trophy	Gardoprim Plus gold 500 sc
dávka	4 l/ha	4 l/ha	3,5 l/ha	3,5 l/ha	2,3 l/ha	4 l/ha
postřiková kapalina	200 l DAM	200 l DAM	300 l DAM	300 l DAM	300 l DAM	200 l DAM
datum	24.5.				25.5.	
činitel	Pýr plazivý				Pýr plazivý	
přípravek	Milagro				Milagro	
dávka	1,5 l/ha				1,5 l/ha	
postřiková kapalina	150 l vody				150 l vody	

Tabulka 7. Přehled o regulaci škodlivých činitelů- škůdců

Agrotechnický údaj	Lokalita					
	Lokalita I.		Lokalita II.		Lokalita III.	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Škůdci						
datum					16.července	9. července
činitel					Zavíječ kukuřičný	Zavíječ kukuřičný
přípravek					INTEGRO	INTEGRO
dávka					0,6 l/ha	0,6 l/ha
postřiková kapalina					300 l vody	300 l vody

Z výše uvedených údajů od jednotlivých agronomů lokalit vyplývá, že pouze v lokalitě III dochází k ošetření proti škůdci zavíječi kukuřičnému.

Zdroje údajů tabulek 4,5,6,7 jsou na základě vlastního šetření v průběhu maloparcelních pokusů.

4.5 Použité metody sledování zavíječe kukuřičného

V každé lokalitě bylo sledováno v každém roce 15 hybridů, které byly zasety v 15 maloparcelkách (4 řádky 130 metrů dlouhých).

4.5.1 Sledování letové aktivity světelným lapačem

Základem je použití stacionárního světelného lapače kovové konstrukce (modifikace lapače typu „Minnesota“) ovládaného časovým relém. Médiem bylo zvoleno ultrafialové záření výbojky 125 W, smrtícím médiem čistý chloroform.

4.5.2 Kontrola kladení vajíček a líhnutí housenek

Kontrola kladení vajíček zavíječe kukuřičného na rostliny byla provedena v jednom termínu na třech vybraných lokalitách v průběhu měsíce června a července. K určení termínu kontroly kladení vajíček bylo použito on-line sledování náletu zavíječe na stanovištích SRS ve Staňkově, Volduchách a Horažďovicích a stanovení sumy efektivních teplot 360 °C.

Kontrolu líhnutí housenek jsem provedl při dosažení SET 520 °C opět na všech vybraných lokalitách.

Způsob provedení kontroly:

Vždy vybráno 30 rostlin ke kontrole v porostu od každého hybridu. Odstup rostlin minimálně 1 m. Vždy jiný řádek a jiný směr pohybu kontroly.

4.5.3 Suma efektivních teplot

Metoda byla použita na všech stanovištích. K získání dat o teplotách v jednotlivých ročnících pro účely této práce byla využita měření teplot automatickými teploměry ESCORT DATALOGING, které zaznamenávají a ukládají do paměti měřenou hodnotu každou celou hodinu.

Z hodnot naměřených automatickým teploměrem jsem kontingenční tabulkou stanovil sumu efektivních hodnot.

Suma efektivních teplot:

Vzorec pro výpočet průměrné denní teploty:

$$T_{\text{prům}} = T_7 + T_{14} + (2 \times T_{21})/4$$

Dále z hodnoty průměrné denní teploty vypočteme denní efektivní teplotu ET_{spv} s odečtením spodní prahové hodnoty vývoje organismu, což je v případě zavíječe kukuřičného 10 °C.

$$ET_{\text{spv}} = T_{\text{prům}} - 10$$

Sumu efektivních teplot SET_{spv} za období získáme sčítáním denních hodnot ET_{spv} dosažených v jednotlivých dnech.

$$SET_{\text{SPV}} = \sum ET_{\text{SPV}}$$

Pro zavíječe kukuřičného jsou rozhodující dvě SET_{spv} 360 °C, kdy by mělo dojít k počátku kladení vajíček a 550 °C, kdy by mělo dojít k rozhodující hranici líhnutí housenek. V příložené tabulce 8 jsou i další sumy efektivních teplot fyziologie vývinu jedince zavíječe kukuřičného.

4.5.4 Kontrola zlomených rostlin

Před sklizní, v mléčně voskové zralosti kukuřice, jsem sledoval na všech hybridech v maloparcelních pokusech vždy 30 rostlin.

Sledovanými parametry byly:

- a) zlomení rostlin – z toho: zlomení pod palicí
napadení palice fuzarií

Tabulka 8. Vývojová stadia zavíječe kukuřičného

Fenologie (vývojové stadium)	Délka housenky (mm)	Šířka štítku (mm)	SET 10(d)	BSET 10(d)
První úlovky(BIOFIX1)				0
Začátek kladení			360	
50% imag vylíhlých			520	
Indikace ošetření			550	
75% imag vylíhlých			600	
1. instar housenek	1 – 2	0,3		118
2. instar housenek	3 – 4	0,4		177
3. instar housenek	5 – 10	0,7		242
4. instar housenek	12 – 16	1		315
5. instar housenek	19 – 25	1,7		440

Zdroj: Pultar (2002)

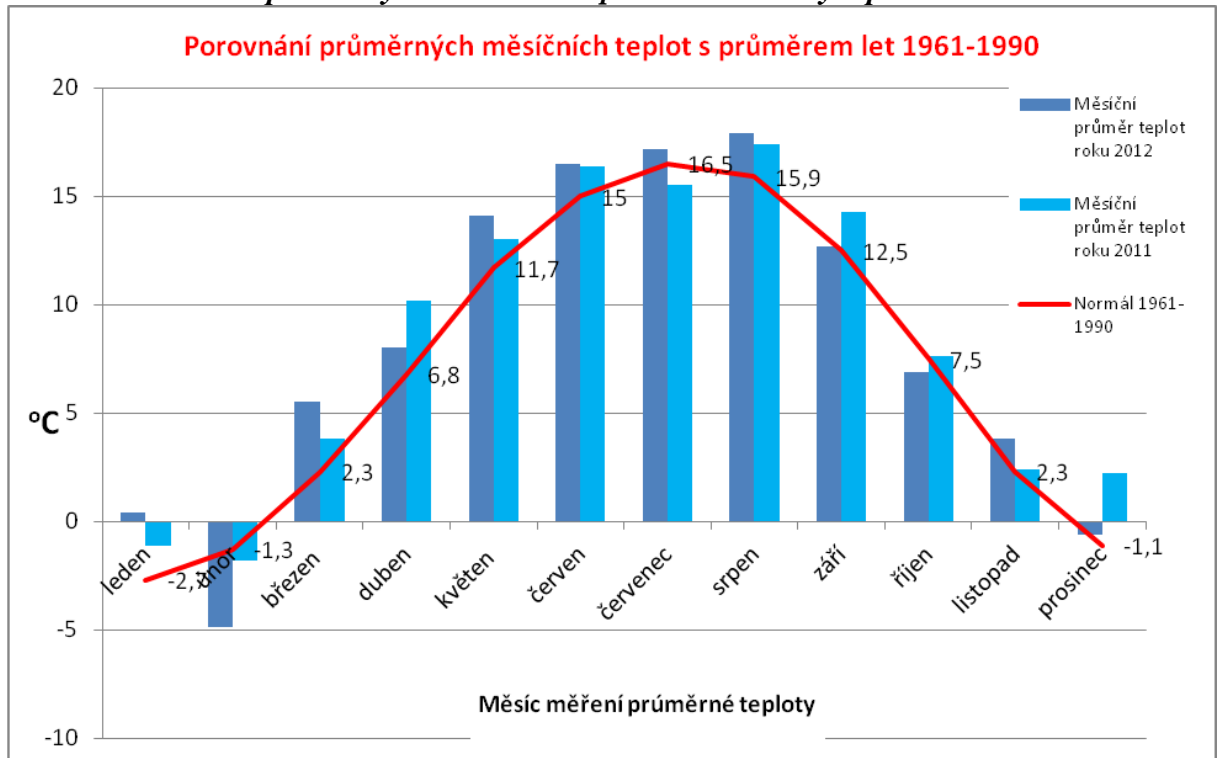
4.5.5 Statistické vyhodnocení

Pro statistické vyhodnocení výsledků byl použit balík statistických programů SAS, verze 9.1. (SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA). Nejdříve byl proveden rozbor naměřených dat a analýza vlivných bodů. Vlastní hodnocení bylo provedeno analýzou rozptylu – ANOVA (GLM metoda – General Linear Model). Pro podrobnější vyhodnocení a porovnání rozdílů mezi průměry byla využita Tukey-ho metoda (HSD).

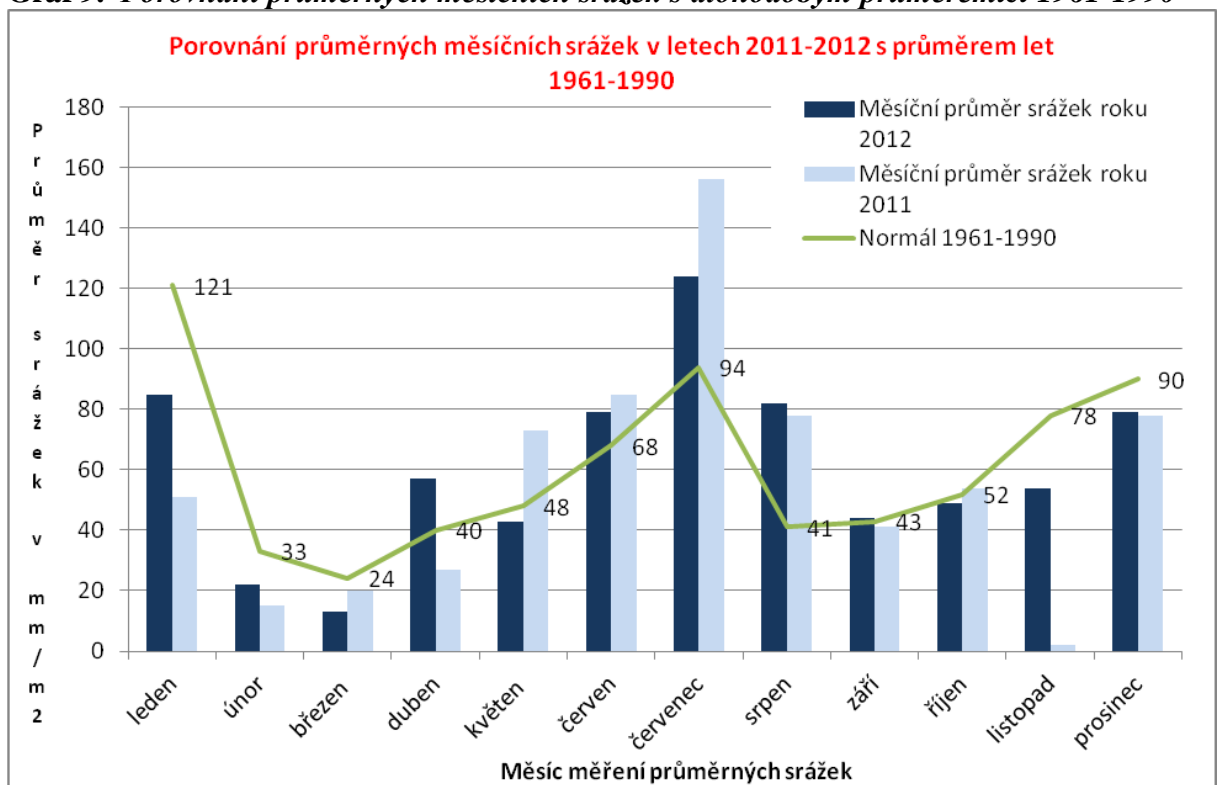
5 Výsledky

5.1 Změna klimatických podmínek v lokalitě II

Graf 8. Porovnání průměrných měsíčních teplot s dlouhodobým průměrem let 1961-1990



Graf 9. Porovnání průměrných měsíčních srážek s dlouhodobým průměrem let 1961-1990

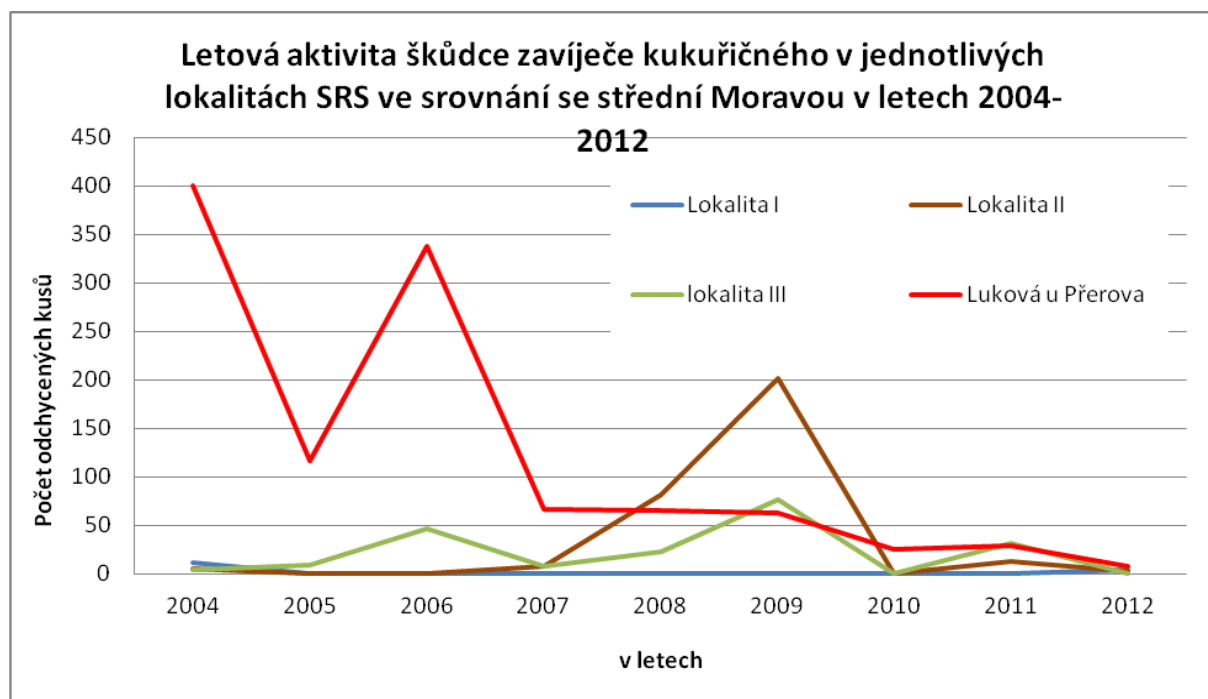


V grafech 8 a 9 je zpracováno porovnání průměrných měsíčních teplot, resp. průměrných měsíčních srážek s dlouhodobými průměry let 1961-1990 v dané oblasti, které byly vlastním pozorováním zjištěny na lokalitě II.

5.2 Monitoring letové aktivity škůdce ve světelných lapačích SRS

V grafu 10 je uvedena letová aktivita škůdce zavíječe kukuřičného (*Ostrinia nubilalis*) v celkovém vývoji let 2004-2012, kdy je jeho výskyt sledován ve světelných lapačích státní rostlinolékařské správy.

Graf 10. Letová aktivita škůdce – srovnání lokalit I, II a III s teplou lokalitou Moravy

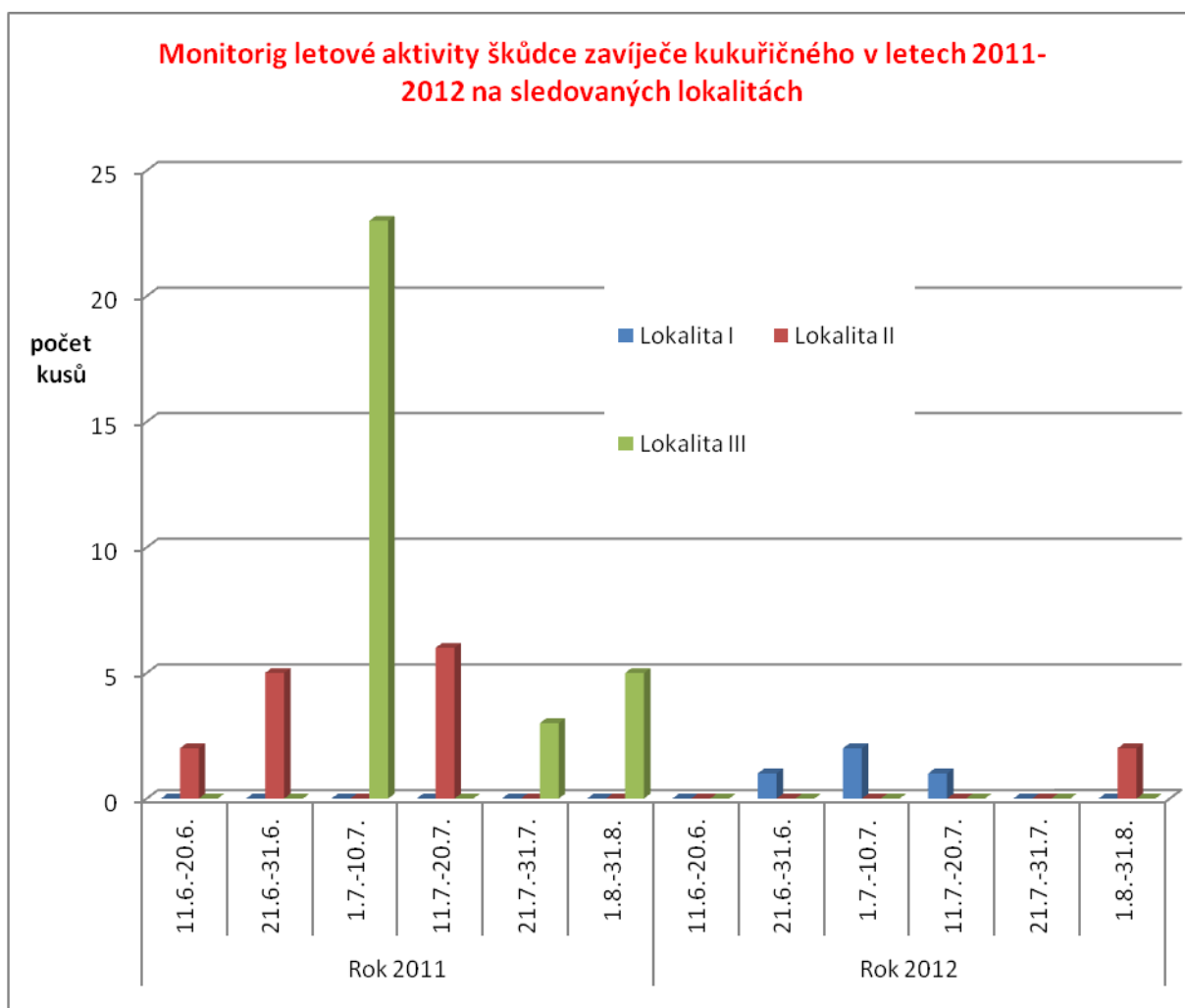


Zdroj: <http://eagri.cz/public/web/srs/portal/skodlive-organismy/nalety-skudcu-do-svetelných-lapacu.html>

5.2.1 Monitoring letové aktivity škůdce v letech 2011-2012

V letech 2011 – 2012 jsem sledoval letovou aktivitu škůdce v měsíci červnu až červenci formou odečtu jeho úlovků ve světelných lapačích SRS denně. Výsledky jsou zohledněny v grafu 11 v součtu jednotlivých dekád.

Graf 11. Monitoring letové aktivity škůdce zavíječe kukuřičného v letech 2011-2012 na sledovaných lokalitách



Zdroj: <http://eagri.cz/public/web/srs/portal/skodlive-organismy/nalety-skudcu-do-svetelných-lapacu.html>

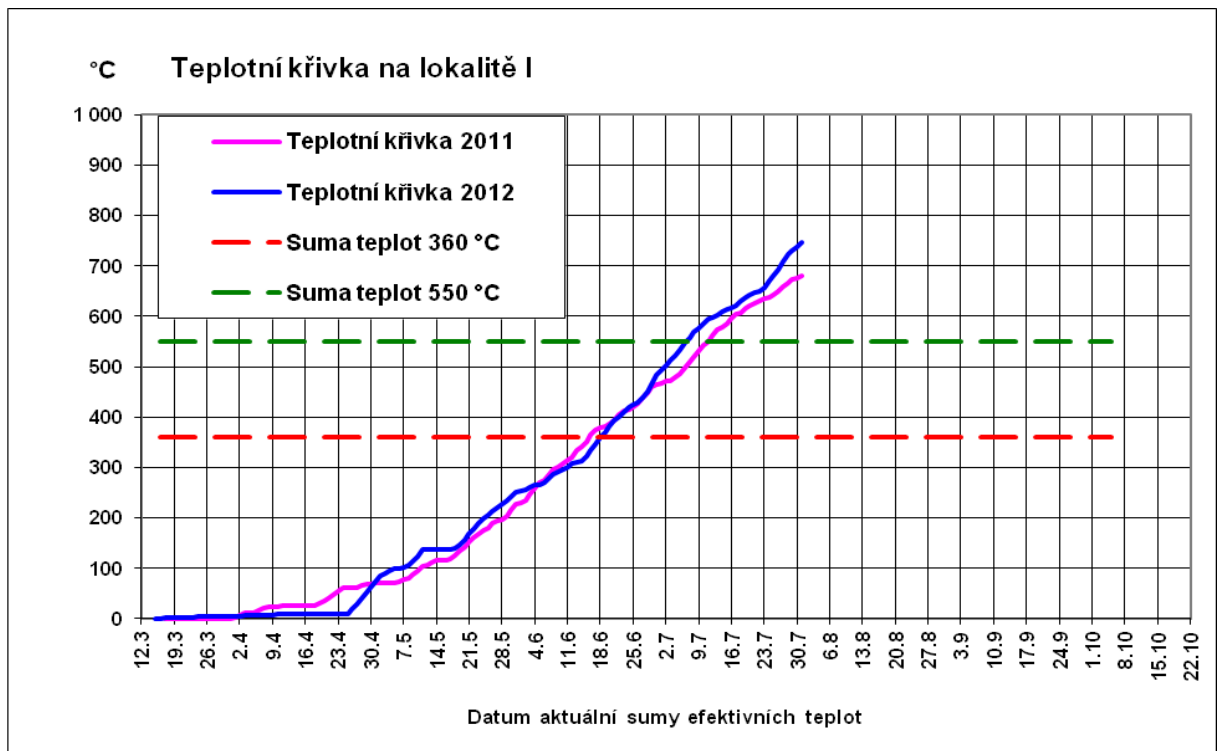
5.3 Sledování sumy efektivních teplot teploměry KWS

5.3.1 Výsledky měření sumy efektivních teplot

Metoda byla použita na všech lokalitách. K získání dat o teplotách v jednotlivých ročnících pro účely diplomové práce jsem použil měření teplot automatickými teploměry ESCORT DATALOGING.

Automatické teploměry byly umístěny nedaleko ploch s pokusnými parcelami a odrážejí reálnou sumu teplot pro vývoj škůdce na dané lokalitě.

Graf 12. Křivka sumy efektivních teplot na lokalitě I – škůdce zavíječe kukuřičného

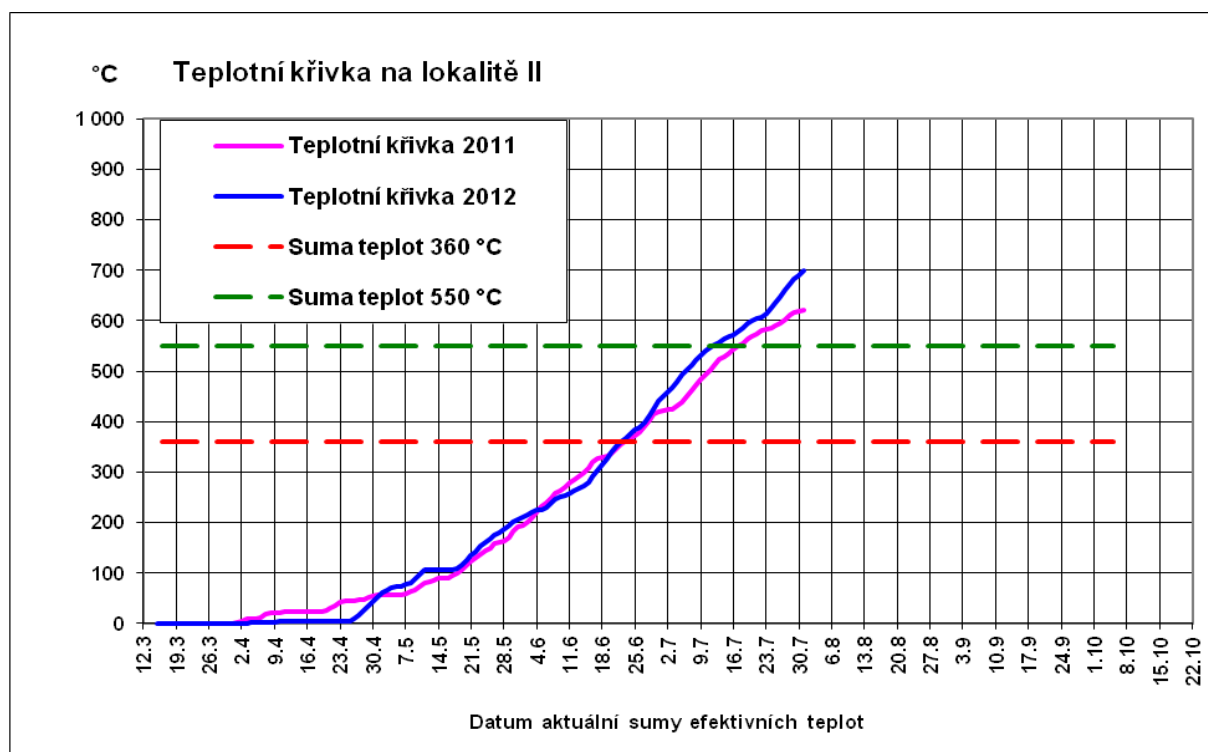


Zdroj: vlastní měření

Na stanovišti I. byla SET 360°C dosažena v roce 2011 dne 16.6.2011 a v roce 2012 dne 18.6.2012.

SET 550 °C byla dosažena v roce 2011 dne 7.7.2011 a v roce 2012 dne 1.7.2012.

Graf 13. Křivka sumy efektivních teplot na lokalitě II – škůdce zavíječe kukuřičného

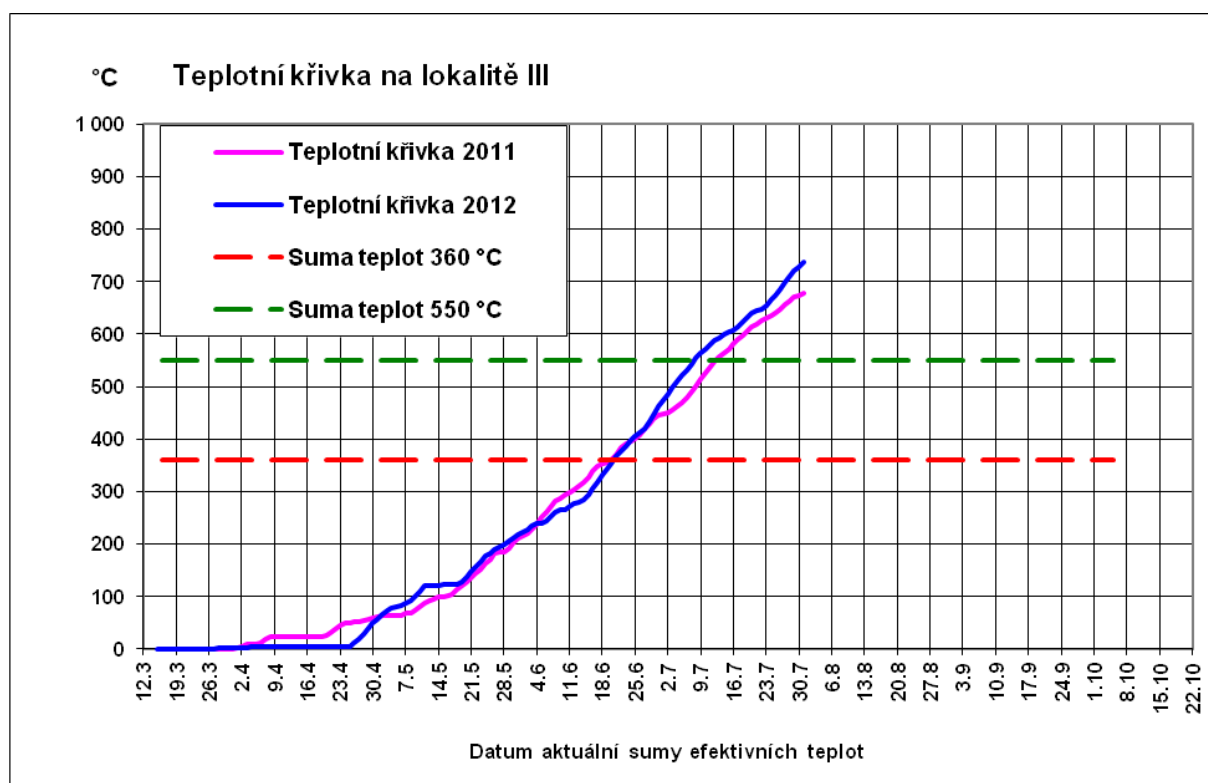


Zdroj: vlastní měření

Na stanovišti II. byla SET 360°C dosažena v roce 2011 dne 23.6.2011 a v roce 2012 dne 22.6.2012.

SET 550 °C byla dosažena v roce 2011 dne 17.7.2011 a v roce 2012 dne 12.7.2012.

Graf 14. Křivka sumy efektivních teplot na lokalitě III – škůdce zavíječe kukuřičného



Zdroj: vlastní měření

Na stanovišti III. byla SET 360°C dosažena v roce 2011 dne 20.6.2011 a v roce 2012 dne 20.6.2012.

SET 550 °C byla dosažena v roce 2011 dne 12.7.2011 a v roce 2012 dne 8.7.2012.

5.4 Výsledky testu analýzy rozptylu - ANOVA dle roku, lokality a hybridu

V tabulkách jsou uváděny hodnoty z obou ročníků sledování rozšiřování škůdce zavíječe kukuřičného.

Hodnocené parametry jsou :

hodnocení snůšek vajíček

hodnocení nalezených housenek na rostlinách

hodnocení napadených rostlin před sklizní v mléčně-voskové zralosti

z napadených rostlin dále vyhodnoceno procento:

- zlomených rostlin pod palicí
- procento, u nichž bylo napadení fuzarií na palici

Tabulka 9. Hodnocení snůšek vajíček na rostlinách

<i>Faktor</i>	<i>F.test</i>	<i>Průkaznost</i>
<i>Rok</i>	0,750	NS
<i>Lokalita</i>	1,028	NS
<i>Hybrid</i>	0,550	NS

Podle výsledku v tabulce 9 je vliv ročníku sledování, vliv lokality a vliv hybridu při hodnocení snůšky vajíček na sledovaných parcelách statisticky neprůkazný.

Tabulka 10. Hodnocení nalezených housenek na rostlinách

<i>Faktor</i>	<i>F.test</i>	<i>Průkaznost</i>
<i>Rok</i>	3,343	< 0,01
<i>Lokalita</i>	2,620	< 0,01
<i>Hybrid</i>	1,720	< 0,01

Podle výsledku v tabulce 10 je počet rostlin, na kterých byly nalezeny housenky škůdce zavíječe kukuřičného, statisticky průkazný na hladině $\alpha = 0,01$ ve sledovaném parametru:

- rok pěstování
- lokalita pěstování
- vliv hybridu.

Tabulka 11. Hodnocení zlomených rostlin před sklizní

<i>Faktor</i>	<i>F.test</i>	<i>Průkaznost</i>
<i>Rok</i>	2,083	< 0,01
<i>Lokalita</i>	1,676	< 0,01
<i>Hybrid</i>	2,520	NS

Podle výsledku v tabulce 11 je hodnocení počtu rostlin zlomených v porostu před sklizní v mléčně voskové zralosti statisticky průkazný na hladině $\alpha = 0,01$ v roce pěstování a podle lokality. Pokud by mělo dojít ke statistické průkaznosti i u hybridu, je zapotřebí zvolit pravděpodobně více opakování. Zvolil jsem počet opakování 3x10 hodnocených rostlin u každého hybridu a na každé lokalitě. Navrhovaný počet opakování je 5 a více.

5.5 Výsledky Tukey-ho metody

5.5.1 Podle roku prováděných sledování

V tabulce 12 jsou uvedeny výsledky sledování podle roku napadení a jednotlivých postupných prvků sledování.

Tabulka 12. Statistický rozdíl jednotlivých parametrů sledování podle roku

rok sledování	počet snůšek vajíček	počet rostlin s housenkami	zlomených rostlin před sklizní	z napadených rostlin před sklizní	
				zlomeno pod palicí	napadena palice fuzarií
2011	0,833 a	0,722 a	0,796 a	0,426 a	0,204 a
2012	0,667 a	0,370 b	0,519 b	0,296 a	0,167 a
HSD ($\alpha = 0,05$)	0,261	0,239	0,184	0,157	0,148

(HSD=minimální průkazná diference, průměry označené stejnými písmeny jsou neprůkazně rozdílné)

Statisticky průkazné rozdíly v letech 2011 a 2012 jsou pouze ve sledovaných ukazatelích počet rostlin s nalezenými housenkami a počet rostlin zlomených před sklizní. K hodnocení jsem přistoupil u 6 hybridů, které byly použity v obou letech a na všech třech lokalitách.

Statisticky neprůkazné byly zjištěny výsledky u sledovaných ukazatelů počet snůšek vajíček, zlomeno rostlin pod palicí před sklizní a napadení palice fuzarií před sklizní.

5.5.2 Podle sledované lokality

Tabulka 13. *Statistický rozdíl jednotlivých parametrů sledování podle lokality*

Lokalita sledovaná	počet snůšek vajíček	počet rostlin s housenkami	zlomených rostlin před sklizní	z napadených rostlin před sklizní	
				zlomeno pod palicí	napadena palice fuzarií
Lokalita I	0,861 a	0,778 a	0,833 a	0,444 a	0,306 a
Lokalita II	0,833 a	0,611 a	0,722 a	0,389 a	0,139 a
Lokalita III	0,556 a	0,250 b	0,417 b	0,250 a	0,111 a
HSD ($\alpha = 0,05$)	0,384	0,352	0,271	0,230	0,217

(HSD=minimální průkazná diference, průměry označené stejnými písmeny jsou neprůkazně rozdílné)

V porovnání sledovaných ukazatelů podle lokalit byly zjištěny statistické významné rozdíly mezi lokalitou III a lokalitami I a II v počtu rostlin zjištěných s housenkami zavíječe kukuřičného. Statisticky významný rozdíl byl taktéž zjištěn u rostlin zlomených před sklizní, kdy v lokalitě III bylo prokazatelně nižší napadení než v lokalitách I a II.

5.5.3 Podle sledovaných hybridů

5.5.3.1 Posouzení nalezených snůšek vajíček

Tabulka 14. *Statistický rozdíl vyhodnocených hybridů z hlediska snůšky vajíček*

Hybrid	počet snůšek vajíček
Zidane	1,000 a
Bt-Kuratus	0,833 a
Koherens	0,778 a
Ricardinio	0,778 a
Ronaldinio	0,611 a
Ambrosini	0,500 a
HSD ($\alpha = 0,05$)	0,664

(HSD=minimální průkazná diference, průměry označené stejnými písmeny jsou neprůkazně rozdílné)

Ve sledovaném ukazateli počet snůšek vajíček nebyl zjištěn průkazný statistický rozdíl mezi jednotlivými hybridy, které byly sledovány v letech 2011-2012 na všech lokalitách a ve všech opakováních.

5.5.3.2 Posouzení jednotlivých hybridů podle rostlin s nalezenými housenkami a podle počtu zlomených rostlin

Tabulka 15. *Statistický rozdíl vyhodnocených hybridů z hlediska počtu rostlin s housenkami*

Hybrid	počet rostlin s housenkami
Ricardinio	0,944 a
Zidane	0,667 a
Ambrosini	0,611 a
Ronaldinio	0,556 ab
Koherens	0,500 ab
Bt-Kuratus	0,000 b
HSD ($\alpha = 0,05$)	0,609

(HSD=minimální průkazná diference, průměry označené stejnými písmeny jsou neprůkazně rozdílné)

Tabulka 16. *Statistický rozdíl vyhodnocených hybridů z hlediska počtu rostlin zlomených před sklizní*

Hybrid	zlomených rostlin před sklizní
Zidane	0,944 a
Ricardinio	0,944 a
Koherens	0,889 ab
Ambrosini	0,722 ab
Ronaldinio	0,444 bc
Bt-Kuratus	0,000 c
HSD ($\alpha = 0,05$)	0,469

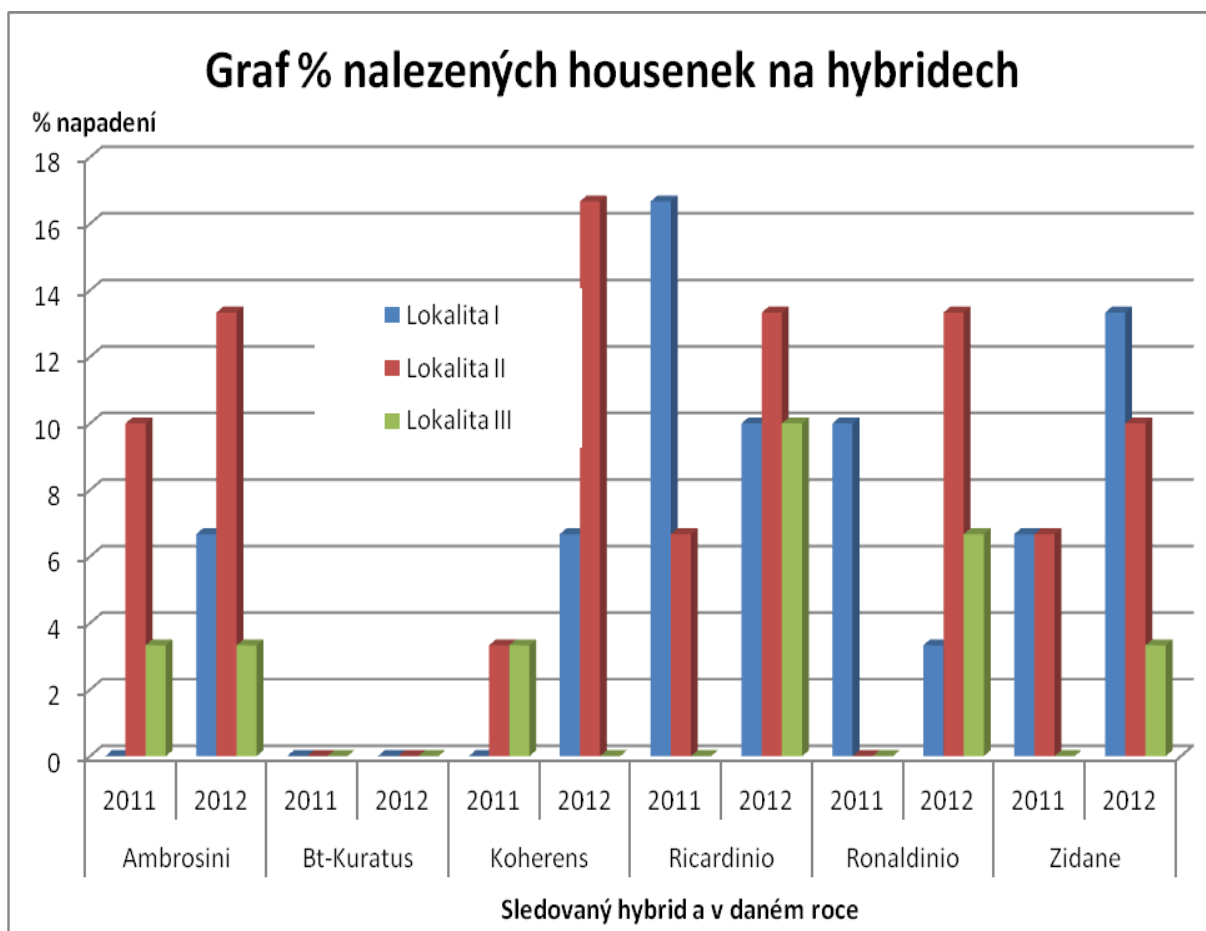
(HSD=minimální průkazná diference, průměry označené stejnými písmeny jsou neprůkazně rozdílné)

Statisticky významné rozdíly ve sledovaném parametru počet rostlin s housenkami (tabulka 15), resp. počet zlomených rostlin před sklizní (tabulka 16) podle hybridů bylo jednoznačně prokázáno mezi hybridem Bt-Kuratus oproti konvenčním hybridům. Do statistického srovnání bylo zařazeno pouze šest hybridů, protože byly opakovány v obou letech a na všech poloprovozních pokusech.

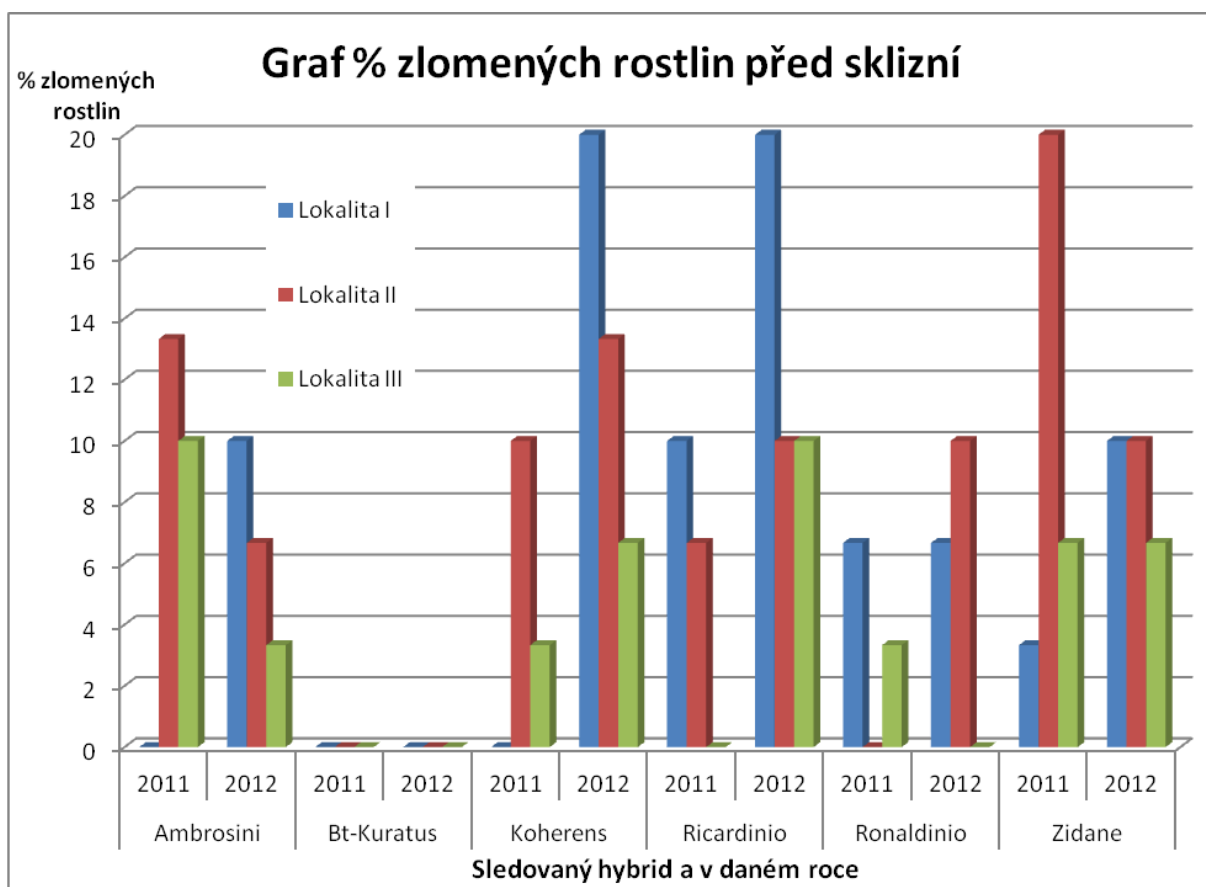
V grafu 15 jsem znázornil % rostlin, na kterých byly nalezeny housenky dle jednotlivých hybridů. Napadení hybridů housenkami škůdce mělo statistickou průkaznost.

V grafu 15 je názorně vidět rozdíl mezi napadením v lokalitě I a II, kde se zatím neošetřuje pravidelně proti škůdci insekticidy. Nejmenší napadení je na lokalitě III, kde se pravidelně ošetřuje porost kukuřice insekticidy. Z grafu 15 je dále patrná 100 % účinnost Bt-kukuřice proti škůdci zavíječi kukuřičnému. Nebyla nalezena ani jedna rostlina Bt-kukuřice s housenkami tohoto škůdce, i když na rostlinách byly nalezeny snůšky vajíček.

Graf 15. Procento rostlin, na kterých byly nalezeny housenky podle let a hybridů ve statistickém sledování



Graf 16. Procento zlomených rostlin před sklizní



V grafu 16 je znázorněno % zlomených rostlin před sklizní. Výsledky znázorněné v grafu 16 dokumentují skutečnost 100 % ochrany Bt-kukuřice před zavíječem kukuřičným. U ostatních konvenčních hybridů nebyl průkazný statistický rozdíl, i když proběhly pokusy s posouzení jednotlivých konvenčních hybridů a probíhá i šlechtění hybridů na odolnost proti zavíječi kukuřičnému.

5.6 Ekonomika ošetření proti zavíječi kukuřičnému

Při použití „Metodiky“ Kocourek a Stará (2012b) můžeme odvodit.

Výnos kukuřice na zrno : 7,83 t/ha

Cena zrna kukuřice: 3 658 Kč/t

(Údaje převzaty z tabulky 1)

5.6.1 Posouzení přímých škod

Při průměrných výnosech (5 až 8 t/ha) a průměrných výkupních cenách zrna kukuřice (100-150 eur/t) je ekonomicky efektivní:

a) varianta

Pěstovat Bt-kukuřici při výskytu 21 – 65 % poškozených rostlin před sklizní v předchozím roce pěstování. (Kocourek a Stará, 2012b).

Ve sledovaných lokalitách a sledovaných letech nedosáhlo celkové poškození zlomených rostlin před sklizní 21 %.

Tabulka 17. Hybridy na všech lokalitách blížící se 21 % poškození před sklizní

Lokalita	Rok	Hybrid	% poškození
II	2011	Zidane	20
I	2012	Koherens	20
I	2012	Ricardinio	20
II	2012	Severo	20

Pěstování Bt-kukuřice považují za ekonomicky přínosné v lokalitách I a II, kde se neprovádí insekticidní ošetření.

b) varianta

Provádět chemickou ochranu proti škůdci zavíječi kukuřičnému při výskytech 38 – 78 % poškozených rostlin před sklizní (Kocourek a Stará (2012b)).

Ve sledovaných lokalitách a sledovaných letech nedosáhlo celkové poškození zlomených rostlin před sklizní 20 %.

5.6.2 Posouzení nepřímých škod

Nedělník a kol. (2010a) uvádí v následující tabulce 18 obsah mykotoxinu DON v závislosti na počtu chodbiček v kukuřici, způsobených činností škůdce zavíječem kukuřičným.

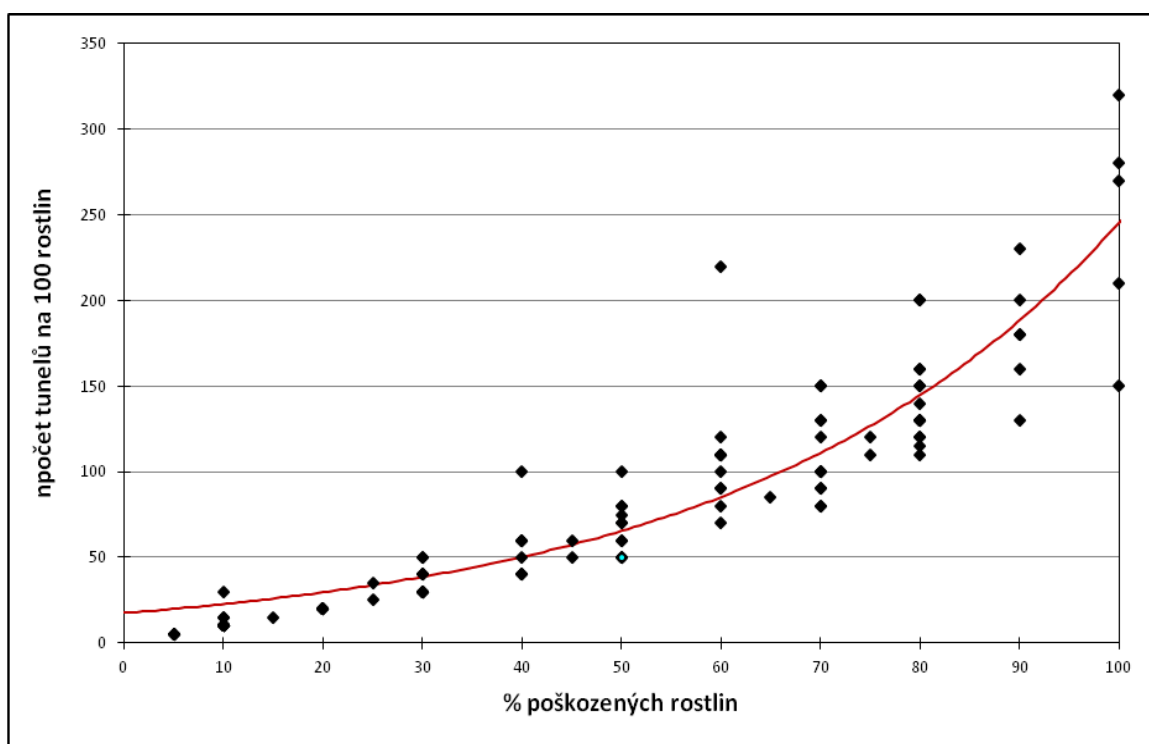
Pokud využijeme údajů z grafu a tabulky a dvou článků odborné literatury, můžeme predikovat možné nepřímé škody z hlediska obsahu mykotoxinu DON v silážní kukuřici a v kukuřici na zrno.

Tabulka 18. Počet chodbiček a obsah deoxynivalenolu (DON) v rostlinách kukuřice pěstované na siláž a zrno

Varianta	Silážní zralost	Zrnová zralost	Obsah DON (ppb)
Kontrola (non-Bthybrid)	100 % (43 ks)	100 % (60 ks)	100 (540 ppb)
Insekticid	4 %	8 %	0 %
Biologická ochrana	50 %	50 %	60%
Bt- hybrid	0 %	0 %	0 %

Zdroj: Nedělník a kol (2010a)

Graf 17. Závislost mezi % poškozených rostlin housenkami zavijče kukuřičného před sklizní a počtem chodem na 100 rostlin



Zdroj: Kocourek a Stará (2012c)

Ve spojení údajů grafu 17 a tabulky 18 lze odvodit, že nepřímé hospodářské škody mohou vznikat na kukuřici na siláž u neošetřených porostů už při 15 % napadení před sklizní. Dle údajů v tabulce měl non-Bt hybrid pěstovaný na siláž 43 ks chodeb, což odpovídá cca 15 % poškození dle grafu 17.

Tabulka 19. Seznam hybridů dle lokalit a roku pěstování s poškozením zlomením rostliny před sklizní vyšším jak 15 %

Lokalita	Rok	Hybrid	% poškození
II	2011	Zidane	20,00
I	2012	Baros	16,67
I	2012	Koherens	20,00
I	2012	Silvinio	16,67
I	2012	Ricardinio	20,00
II	2012	Severo	20,00
II	2012	Podium	16,67
II	2012	Santuro	16,67

Z výše uvedené tabulky 19 vyplývá, že narostl počet hybridů v maloparcelních pokusech, které je nutno ošetřit nebo zvolit management kontroly, aby došlo ke snížení napadení v následujícím roce pěstování. Na lokalitách I a II je nutno v budoucnu přijmout opatření k ošetření kukuřice seté proti zavíječi kukuřičnému, aby nedošlo k následné kontaminaci siláže či kukuřice na zrno mykotoxiny.

6 Diskuse

6.1 Změna klimatických podmínek (teplota a srážky) v lokalitě II.

Na základě vlastního sledování a provedených denních měření na lokalitě II, které jsem vyjádřil v grafech 8 a 9 a lze doložit, že ve sledované lokalitě II:

- a) v průběhu let 2011 a 2012 došlo k nárůstu průměrných měsíčních teplot oproti dlouhodobému sledování ČHMI z let 1961-1990
- b) dochází k větším výkyvům teplot v rámci jednotlivých ročních období (jaro, léto, podzim, zima)
- c) v době populačního vývoje jedince dochází k značným výkyvům ve srážkách (bouřky, přivalové deště)

Kocmánková a kol. (2009) k tomu udává, že klima je významný faktor ovlivňující vývoj a přežití zavíječe kukuřičného. Podle odhadů modelů se oblast rozšíření jednogeneračního zavíječe během příštích 20 – 30 let významně rozšíří a do roku 2050 pokryje významnou část ploch vhodných pro zemědělství. Hrozba rozvoje dvougenerační populace zavíječe v příští dekádě není tak bezprostřední, ale je pravděpodobné, že se tak stane během periody 2025 – 2050 minimálně v nejteplejších místech ČR. Spolu s vhodnějšími klimatickými podmínkami pro vývoj škůdce se bude pravděpodobně rozšiřovat i oblast vhodná pro pěstování kukuřice jako nejatraktivnější hostitelské rostliny, což představuje další možnost pro zvětšení ekologické niky zavíječe kukuřičného.

6.2 Posouzení vývoje úlovků ve světelných lapačích SRS

Z výsledků oficiálních údajů světelných lapačů rostlin vyplývá, že k rozšíření škůdce zavíječe kukuřičného (*Ostrinia nubilalis*) docházelo pozvolně do roku 2009. Z grafu 10 je zřejmé, že došlo oproti roku 2009 k výraznému úbytku odchycených škůdců ve sledovaném období 2011 - 2012 a ve sledovaných lokalitách západních Čech.

Ze získaných praktických zkušeností je nutné zdůraznit umístění světelných lapačů. Lapače by měly být umístěny v blízkosti ploch s pěstovanou kukuřicí. V současné době je umístění stacionární, většinou nedaleko meteorologických stanic anebo pokusných pozemků ústředního kontrolního a zkušebního ústavu. Vzhledem k tomu, že mnohdy zde nejsou

v blízkosti plochy kukuřice seté, která tvoří životní prostor škůdce, mohou být výsledky odchytu zkráceny.

Na základě získaných údajů z vlastního měření je nutno světelný lapač umístit v lokalitě už v termínu začátkem června z důvodu dřívějšího dosažení sumy efektivních teplot pro počátek kladení vajíček, který dokládám tabulkou 20.

Tabulka 20. Přehled o datech dosažení jednotlivých SET

Údaj	Suma efektivních teplot	2011	2012
Lokalita I.	360 °C	16.6.	18.6.
	550 °C	7.7.	1.7.
Lokalita II.	360 °C	23.6.	22.6.
	550 °C	17.7.	12.7.
Lokalita III.	360 °C	20.6.	20.6.
	550 °C	12.7.	8.7.

Zdroj: vlastní výsledky měření

Rotrekl (2010) k tomu uvádí, že nálet motýlů a termín ochrany určujeme buď pomocí sumy efektivní teplot, nebo od konce června instalujeme světelný lapač, ale také lze sledovat od první poloviny července nakladená vajíčka, vylíhlé housenky a jejich požerky na listech kukuřice.

6.3 Suma efektivních teplot

Pro vlastní měření jsem použil model běžný v našich krajinách, kde je teplota vzduchu měřena v tzv. "Mannheimských hodinách", čímž se rozumí pozorovací termíny 7, 14, a 21 hodin středního místního času. Průměrná denní teplota vzduchu se potom vypočítá pomocí známého vzorce : $T_d = (T_7 + T_{14} + 2T_{21})/4$.

DeGaetano a Knapp (1996) poukazují na některé možné problémy spojené s různými způsoby výpočtu průměrné denní a hodinové teploty vzduchu a s různými způsoby měření.

Výsledky lze shrnout do následujících bodů:

- Při stanovení průměrné hodinové teploty lze za prakticky vyhovující považovat interval měření 15 min, při kratších intervalech rostou nároky na napájení stanice, popř. kapacitu její paměti.
- Při stanovení průměrné denní teploty a z ní odvozených teplotních sum se významně neprojevují rozdíly způsobené různými metodami výpočtu, pokud počítají s alespoň třemi a více bodovými měřeními během dne.

c) Při výpočtu průměrné denní teploty pouze ze dvou extrémních hodnot se lze v konečném součtu dopustit významné odchylky, která může v některých případech zcela znehodnotit praktický efekt, dosažitelný použitým simulačním modelem, zejména při delším časovém úseku simulace.

d) Z praktického hlediska lze předpokládat, že v nížinných oblastech s nepřiliš velkým výškovým členěním lze používat údaje z jedné meteorologické stanice do okruhu přibližně 10 km (Klabzuba, 1994).

SRS na svých stránkách zveřejňuje denní hodnotu nárůstem číselné hodnoty SET v °C. V České republice zatím chybí, aby se modely a způsoby měření přeměnily v křivku, ze které si může odborná veřejnost vysledovat trendy a případně dopředu uvažovat o možném termínu chemického ošetření. Je nutno dodat, že SRS má v tomto případě více měřících bodů v rámci České republiky než v případě odečtu světelných lapáků a při pravidelném sledování jde o závazné a zpřesňující hledisko stanovení ošetření porostu proti škůdci zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*).

K pozvolnému a rozvláklému náletu motýlů a snůšky vajíček do porostu kukuřice přispíval ve sledovaném období i průběh počasí, který mohu komentovat následovně z vlastního pozorování.

V roce 2011 došlo po teplém počasí v první polovině června k ochlazení s množstvím dešťových přeháněk především na lokalitách I. a II. Dle údajů teploměrů nedosáhly teploty ani 15 °C přes den. Na začátku července panovalo proměnlivé počasí s častými srážkami. Bouřky byly lokálně velmi intenzivní.

V roce 2012 byl konec června teplejší, což se projevilo na všech lokalitách dřívějším dosažením SET 550 °C. Na počátku července bouřky a dešťové přehánky snížily denní teploty. Na více místech byly zaznamenány i lokální vylití potoků z koryt, například Radbuza před Horšovským Týnem dne 8.7. 2012. Došlo ovšem k rychlému poklesu hladiny.

Ochrana se dělá dle metody sledování: chemická ochrana při sumě efektivních teplot od 550 °C nebo týden po vrcholu náletu do světelného lapače (pyretroidy), ale také při zjištění prvních housenek a jejich požerků na listech (Rotrekl, 2010).

6.4 Bt-hybrid vs. konvenční hybridy v integrované ochraně rostlin

Ze statisticky průkazných rozdílů a z procenta rostlin napadených škůdцем ve fázi vývoje housenek, resp. procenta zlomených rostlin před sklizní, vyplývá a potvrzují se závěry Kocourek a Stará (2012c), že průměrná biologická účinnost, hodnocená jako procento snížení

počtu poškozených rostlin na dané variantě oproti počtu poškozených rostlin na neošetřované izolinii, byla za sledované období pro Bt-kukuřici 100%. Pěstování Bt-kukuřice má při hospodářsky významném výskytu zavíječe kukuřičného nejvyšší ekonomickou účinnost. Tabashnik (2010) poukazuje na tzv. „halo efekt“, ke kterému dochází při plošném rozšíření pěstování Bt-kukuřice v podniku nebo daném regionu. Princip spočívá ve 100% mortalitě housenek zavíječe na Bt-rostlinách, které neumí samičky rozeznat a kladou na ně taktéž vajíčka, čímž dochází ke snižování lokální populace. Zároveň se snižují i škody na konvenčních hybridech díky nižší populační hustotě škůdce.

Bt-kukuřice není hrozbou, ale poskytuje příležitost pro efektivnější zemědělství, které vedle výroby potravin ve stále větší míře zajišťuje i energetické potřeby (např. bioplynové stanice) společnosti. Užitím geneticky modifikovaných organismů (plodin) lze snížit náklady na pesticidy a omezují se rizika výskytu reziduí.

6.5 Přímé a nepřímé škody

Hlavní přímé škody jsou ztráty na výnosu zrna. Vznikají v důsledku poškození cévních svazků. Porosty urychleně dozrávají a mají obvykle nižší vlhkost zrna (Kocourek a Stará, 2012c).

Na lokalitách I a II je nutno v budoucnu přijmout opatření k ošetření kukuřice seté proti zavíječi kukuřičnému, aby nedošlo k následné kontaminaci siláže či kukuřice na zrno mykotoxiny. Nedělník a kol. (2010) k tomu uvádí, že při sklizni silně napadených rostlin kukuřice s vysokou sušinou je hmota obvykle kontaminována fuzarií, jejichž toxiny v siláži zůstávají a snižují její stravitelnost, produkční účinnost a negativně ovlivňují některé funkce organismu zvířat.

7 Závěr

Na základě vyhodnocení výše uvedených údajů a zjištění v diplomové práci jsem došel k následujícím závěrům:

- Integrovaná ochrana rostlin je důležitým prvkem ochrany rostlin před škodlivými organismy v celém svém komplexu
- Ve sledovaných obdobích let 2011 a 2012 byly zjištěny vyšší průměrné měsíční teploty, čímž může docházet k rozšiřování ekologické nicky škůdce zavíječe kukuřičného (*Ostrinia nubilalis*). I nadále bude významný vliv ročníku na šíření škůdce a jeho populační hustotě.
- Byl zjištěn mírný nárůst průměrných měsíčních srážek. Závažnější je zjištění, že srážky chybí v zimních měsících a srážky ve vegetačním období jsou mnohdy bouřkového až přívalového charakteru.
- Sledování letové aktivity zavíječe kukuřičného pouze světelnými lapáky státní rostlinolékařské správy je pro zemědělskou praxi nedostačující.
- Sledování letové aktivity škůdce je nutno posouzením snůšek vajíček a sledováním líhnutí housenek v konkrétním porostu a na konkrétní lokalitě. Velmi dobrým vodítkem pro sledování je uveřejňování sum efektivních teplot v rámci agronomické činnosti státní rostlinolékařské správy a firem KWS, Pionner a Vp Agro.
- Pěstování Bt-kukuřice má při hospodářsky významném výskytu zavíječe kukuřičného nejvyšší ekonomickou účinnost v biologické ochraně porostu před poškozením
- Prahy škodlivosti by měly být základem pro uplatňování integrované ochrany rostlin, neboť jejich využíváním by mělo dojít k úspoře nákladů.
- K nepřímým škodám na pěstované kukuřici na siláž, z hlediska zplísnění a pozdější kontaminace siláže mykotoxiny, může docházet už při 15 % napadení rostlin před sklizní, tj. zlomených rostlin v porostu.
- Z přímého sdělení mnoha vedoucích zemědělských podniků a agronomů existuje v české společnosti mnoho socioekonomických názorů, které rozdělují společnost v pohledu na pěstování geneticky modifikovaných organismů (v konkrétním případě Bt-kukuřice)
- Na lokalitách I a II je nutno v budoucnu přijmout opatření k ošetření kukuřice seté proti zavíječi kukuřičnému, aby nedošlo k následné kontaminaci siláže či kukuřice na zrno mykotoxiny. Do managementu pěstování zařadit mulčování strniště po sklizni na siláž i na zrno.

8 Seznam literatury

- Ackermann, P., Ráčil, K., Bartoška, J. a kol. 2009 Metodická příručka ochrany rostlin proti chorobám, škůdcům a plevelům. Polní plodiny. ČSR. Praha. ISBN 978-80-02-02087-5
- Bírová, H. 1984. Výskyt dvou generací vijačky kukuričnej u nás. Úroda. 32(3). 109-110. ISSN 0139-6013
- Bode, W. M., and D. D. Calvin. 1990. Yield-loss relationships and economic injury levels for European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) populations infesting Pennsylvania field corn. J. Econ. Entomol. 83: 1595-1603.
- Cagáň, L. 1998. Voltinism of the ECB *Ostrinia nubilalis*, Hbn, In Slovakia. Plant protection Science. 34. 81-84
- Cagáň, L. 2010. Choroby a škodcovia poľných plodín, SPU Nitra. S. 391 401 ISBN 948-80-552-0354-6
- Cagáň, L., Praslička, J., Gallo, J., Toth, P. 2004. Poľnohospodárska entomológia. Nitra. Vydavateľstvo SPU v Nitre. 157 s. ISBN: 80-8069-408-7
- Calvin, D. D. 1985. Evaluation and revision of a European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, decision model. PhD. Kansas State University, Manhattan, KS.
- Capinera, J.L. Handbook of Vegetable Pests, Academic Press. New York. 2001. 729 pp. ISBN 0 -12-158861-0.
- Custers, R., Vlieger, DE E., Stoops, S., Gysel, VAN A., Verleyen, B. Průvodce biotechnologiemi. Biotechnologie v zemědělství a potravinářství. Praha: Academia. 2006. 104 s. ISBN 80-200-1350-4
- DeGaetano, A.T., Knapp, W.W. Standardization of weekly growing degree day accumulations based on differences in temperature observation time and method. Agricultural and forest meteorology. 1996. 1-9.
- Doubková, Z. Geneticky modifikované organismy. Otázky spojené s jejich vznikem a využíváním. Praha. Ministerstvo životního prostředí. 2003. 39 s. ISBN 80-7212-259-2
- Falta, Vl., Stará, J., Kocourek, F. Možnosti ochrany proti zavíječi kukuřičnému. Rostlinolékař, č. 4/2009, 10 – 13
- Frolov, A.N. 1998. Variation in the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, and allit (Lepidoptera, Pyralidae). Mem. Soc.r. belge Ent. 38: 71-105
- Häni, F., Popow, G., Reinhard, H., Schwarz, A., Tanner, K., Vorlet, M. 1993. Obrazový atlas chorob a škůdců polních plodin. Scientia. Praha. 335 s.

- Hrdina, V., Jahodáč, L., Martinec, Z., a kol. Přírodní toxiny a jedy. Praha. Karolinum. 2004. s. 302. ISBN 80-246-0823-5.
- Huber, L.L. 1941. Learning to live with the European corn Borer. Ohio Agr. Exp. Sta. Bull. 26(210). 87-104
- Hudon, M., LeRoux, E.J. 1986a, Biology and population Dynamics of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) with special reference to sweet corn in Quebec I. Systematics, morphology, geographical distribution, host range, economic, importance. Phytoprotection 67, 39-54
- Hudon, M., LeRoux, E.J. 1986b. Biology and population Dynamics of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) with special reference to sweet corn in Quebec II. Bionomics. Phytoprotection 67. 81-92
- Hudon, M., E. J. LeRoux, and Harcourt, D.G. 1989. Seventy years of European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) research in North America. Pp1-44 In Russell G.E: (Ed.) Biology and population dynamics of invertebrate crop pest. Intercept Ltd. Andover.
- Janotová, B. 2012. Mezinárodní srovnání ekonomiky kukuřice. Úroda 60(8). 12-15. ISSN 0139-6013
- Káš, J. 2005. Geneticky modifikované potravinářské suroviny a potraviny – 10 let na světovém trhu. Potravinářská revue, 2005, 2, 1. s. 27–34
- Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E. Encyklopedie ochrany rostlin. Praha. 2010. 1.vydání. s. 398. ISBN 978-80-86726-34-2
- Kazda, J., Jindra, Zd., Kabíček, J., Prokinová, E., Ryšánek, P., Stejskal, V. Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny. Praha. 2003. 3. Doplněné vydání. s. 158. ISBN 80-86726-03-7
- Klabzuba, J. 1994. O měření teploty v agrometeorologii a bioklimatologii, Praha. 131 s.
- Klun, J. A. Insect sex pheromones: intraspecific pheromonal variability of *Ostrinia nubilalis* in North America and Europe, Environmental Entomology. 1975. 4(6):891-894.
- Kocmánková, E., Trnka, M., Žalud, ZD., Semerádová, D., Dubrovský M., Juroch, J., Možný M. 2009. Výskyt zavíječe v očekávaných klimatických podmínkách ČR. Úroda. 57(4). 22-26. ISSN 0139-6013
- Kocourek, F. 2012. Zásady integrované ochrany rostlin – Povinnosti a přínosy pro pěstitelé. Úroda. 60(4). 68-69. ISSN 0139-6013
- Kocourek, F., Stará J. 2011. Metody ochrany kukuřice proti zavíječi kukuřičnému – 1. část biologie a škodlivost. Úroda 59(12). 51-54. ISSN 0139-6013
- Kocourek, F., Stará, J. 2012a. Metody ochrany kukuřice proti zavíječi – 2. část – ochrana agrotechnická, chemická, biologická a genetická. Úroda 60(1). 10-15. ISSN 0139-6013

- Kocourek, F., Stará, J. 2012b. Zavíječ a ekonomika ochrany rostlin. *Zemědělec*. 47/2012. 10-15. ISSN 1211-3816
- Kocourek F., Stará J. 2012c. Efficacy of Bt maize against European corn borer in Central Europe, *Plant Protection Science* 48, special issue S25-S35
- Kocourek, F., Stará, J., Falta, V., Rotrekl, J. 2008. Metody ochrany kukuřice proti zavíječi kukuřičnému – ochrana genetická, chemická, biologická a agrotechnická. *Metodika pro praxi VÚRV, v.v.i.*, ISBN : 978-80-87011-90-4
- Kokeš, K. 2010. Kukuřice – záruka prosperity. *Úroda*. 58(12). 38-39. ISSN 0139-6013
- König, A., et al. Assesment of the safety of fous derived from genetically modified (GM) crops. *Food and Chemical Toxicology*. 2004. 42(7). 1047-1088
- Lokaj, Z. 1990. Jak monitorovat výskyt zavíječe kukuřičného. *Zemědělec*. 1990. 1-4
- Lomborg, B. 2006. Skeptický ekolog – Jaký je skutečný stav světa. Praha. Liberární institut. s. 845. ISBN 80-86389-42-4.
- Mason, C. E., M. E. Rice, D. D. Calvin, J. W. Van Duyn, W. B. Showers, W. D. Hutchison, J. F. Witkowski, R. A. Higgins, D. W. Onstad, and G. P. Dively. 1996. European corn borer ecology and management. North Central Regional Extension Publication 327. Iowa State University, Ames, IA.
- Myers, S. W., and J. L. Wedberg. 1999. Development of an economic injury level for European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) on corn grown for silage. *J. Econ. Entomol.* 92: 624-630.
- Miller, F. 1956. *Zemědělská entomologie*. ČAV Praha. 1057 s.
- Mutuura, A., Munroe, E. 1970. Taxonomy and distribution of the European corn borer and allied species: genus *Ostrinia* (Lepidoptera: Pyralidae). *Entomol. Soc. Canada Mem.*, 71: 112.
- Muška, F., Dubrovský, M., Trnka, M., a kol. European Corn borer life stage model: Regional estimates of pest development and spatial distribution under present nad future climate. *Ecological modellin*. 2007. s. 61-84. ISSN 0304 – 3800
- Nedělník, J. 2010. Geneticky modifikovanou kukuřicí ke kvalitnější siláži. *Úroda*. 58(12). 40-42. ISSN 0139-6013
- Nedělník, J., Mora, H., Rotrekl, J. 2010a Mykotoxiny a geneticky modifikovaná kukuřice., *Úroda*, 58(2), 8 – 10. ISSN 0139-6013
- Nedělník, J., Moravcová, H., Vymyslický, T. 2010b. Mycotoxins, GMO and bulk feed. *Biotechnology in Animal Husbandry*. vol 26. spec. Issue. 519–523. ISSN 1450–9156
- Onstad, D., Brewer, E.F., 1996. Modeling induction of diapauze in North American *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera, Pyralidae) populations. *Population Ekology*. 25(5). 1140-1146

- Povolný, M., Vacek, E. 2008. Přehled odrůd 2008 – kukuřice. ÚKZUZ. Brno. s. 13. ISBN 978-81-7401-007-1
- Pultar, O. 2002. Zavíječ kukuřičný a feromonové lapáky. Kukuřičné listy, 4. s. 3 – 4
- Reidl, L.M., Nicol R. W., Ouellet, T. et al. Interaction of *Fusarium gramineum* a *F. moniliforme* in Maize Ears: Disease progress, Fungal Biomass, and Mycotoxin Accumulation, The American Phytopatology Society. Publication no. P-1999-0913-02R.
- Reh, P. 1985. Untersuchungen zur populationsdynamik des Mais-zunslers *Ostrinia nubilalis* Hbn. Dissertation, Hohenheim, 131 s.
- Rotrekl, J. 2006 Vliv redukováného zpracování půdy na výskyt drátovců a zavíječe kukuřičného. Effect of reduced soil tillage on wireworms occurrence and corn borer. NAZV 1G46055 – zpráva za rok 2006 Sborník odborných příspěvků „MZLU Pěstitelům“ Žabčice 2006, s. 101-105 /CD ROM/ ISBN 80-7157-958-0
- Rotrekl, J. 2007. Jak omezit vzrůstající škodlivost zavíječe kukuřičného. In. „Návratná intenzita pěstování obilnin v zemích Evropské unie“. Sympozium Praha, 15.1.2007; 48 – 51
- Rotrekl, J. 2010. Monitoring a prahy škodlivosti hmyzích škůdců polních plodin, Úroda, 58(12), vědecká příloha. 31-38. ISSN 0139-6013
- Roudná M. (Ed.) et al. 2011. Genetic Modifications in the Czech Republic and National Biosafety Framework. Ministry of the Environment, Prague, ISBN 978-80-7212-566-1, 84 pp.
- Sadler, J., M. Genetically modified foods and ingredients. In Blanchfield. J.R.(Ed) Food labeling Cambridge: Woodhead and Publishing. 2000. 286 ISBN 978-1-85573-496-8
- Showers, W.B. 1993. Diversity and variation of European corn borer populations. In: KIM, K.C., MCPHERON, B.A., (eds). Evolution of insect pests patterns of variation. New York, USA, 1993, John Wiley and Sons, 287-309
- Šreiber, P. 2012. Integrovaná ochrana rostlin, ano nebo ne? Úroda. 60(6) s. 10. ISSN 0139-6013
- Šefrová, H. 2006. Rostlinolékařská entomologie. Brno. Konvoj. s. 260. ISBN 80-7302-086-6
- Šefrová, H., Laštůvka, Z. 2010. Způsobí změna klimatu větší problémy se škůdci?. Úroda 58(1), 50-52. ISSN 0139-6013
- Tabashnik B.E. 2010. Communal benefits of transgenic corn. Science, **330**: 189–190.
- Tiwari, S. T. 2007. Studies on the effects of European corn borer on corn grown for silage, and belowground herbivory by *Meloidogyne incognita* in corn. Ph.D. dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University.

Zimolka, J. a kol. 2008. Kukuřice - hlavní a alternativní užitkové směry. Profi Press. Praha. s. 199. ISBN: 978-80-86726-31-1

Internetové zdroje:

<http://eagri.cz/public/web/srs/portal/skodlive-organismy/nalety-skudcu-do-svetelných-lapacu.html> (14.2.2013)

www.uzei.cz

www.chmi.cz

9 Seznam použitých zkratk a symbolů

Bt – geneticky modifikovaný organismus s vneseným genem *Bacillus thuringiensis*

czso – Český statistický úřad

ČR – Česká republika

DON - deoxynivalenol

EHŠ – ekonomická hladina škodlivosti

EPŠ – ekonomický práh škodlivosti

EU – Evropská unie

FAO – stupně zralosti kukuřice

chmi – Český hydrometeorologický ústav

IOR – integrovaná ochrana rostlin

KWS - firma založená v Kleinwanzleben u Magdeburgu na výrobu osiva

SET – suma efektivních teplot

SRS – Státní rostlinolékařská správa

úzkúz – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

10 Samostatné přílohy

10.1 Tabulky

Tabulka 21. *Hybridy kukuřice na siláž*

Sortiment	Číslo ranosti - FAO	Spon	Výrobní oblast
VR – velmi raný	do 220	70 x 15	obilnářská, bramborářská
R - raný	220 - 260	70 x 15	řepařská, obilnářská a bramborářská
SR – středně raný	260 - 300	70 x 15	kukuřičná a řepařská
SP – středně pozdní	nad 300	70 x 17,5	kukuřičná

Zdroj: Povolný a Vacek, 2008

Tabulka 22. *Hybridy kukuřice na zrno*

Sortiment	Číslo ranosti - FAO	Spon	Výrobní oblast
VR – velmi raný	do 250	70 x 15	kukuřičná a řepařská
R - raný	250 - 300	70 x 15	kukuřičná a řepařská
SR – středně raný	300 - 350	70 x 17,5	kukuřičná a řepařská
SP – středně pozdní	nad 350	70 x 17,5	kukuřičná

Zdroj: Povolný a Vacek, 2008

Tabulka 23. Přehled o nalezených snůškách vajíček a nalezených housenkách na lokalitě I. v roce 2011

Rok	Lokalita	Hybrid	Celkem shluků vajíček	% na 30 kontrolovaných rostlin	Celkem vylíhnutých housenek	% na 30 kontrolovaných rostlin
2011	I.	Amadeo	0	0	2	6,67
2011	I.	Ambrosini	0	0	0	0
2011	I.	Amoroso	0	0	2	6,67
2011	I.	Beatus	0	0	3	10,00
2011	I.	Bt-Kuratus	2	6,67	0	0
2011	I.	ECO-5133	6	20,00	4	13,33
2011	I.	Eleganza	1	3,33	1	3,33
2011	I.	Koherens	0	0	0	0
2011	I.	Podium	3	10,00	1	3,33
2011	I.	Ricardinio	2	6,67	5	16,67
2011	I.	Ronaldinio	5	16,67	3	10,00
2011	I.	Salgado	2	6,67	2	6,67
2011	I.	Severo	4	13,33	1	3,33
2011	I.	Silvinio	2	6,67	2	6,67
2011	I.	Zidane	0	0	2	6,67
Průměr celkem za lokalitu I v roce 2011			27	6,00	28	6,22

Tabulka 24. Přehled o nalezených snůškách vajíček a nalezených housenkách na lokalitě II. v roce 2011

Rok	Lokalita	Hybrid	Celkem shluků vajíček	% na 30 kontrolovaných rostlin	Celkem vylíhnutých housenek	% na 30 kontrolovaných rostlin
2011	II.	Amadeo	1	3,33	1	3,33
2011	II.	Ambrosini	3	10,00	3	10,00
2011	II.	Amoroso	0	0	0	0
2011	II.	Bellevue	3	10,00	3	10,00
2011	II.	Bt-Kuratus	3	10,00	0	0
2011	II.	Eleganza	0	0	0	0
2011	II.	Koherens	4	13,33	1	3,33
2011	II.	Podium	2	6,67	2	6,67
2011	II.	Ricardinio	1	3,33	2	6,67
2011	II.	Ronaldinio	0	0	0	0
2011	II.	Salgado	4	13,33	2	6,67
2011	II.	Santuro	3	10,00	2	6,67
2011	II.	Severo	1	3,33	0	0
2011	II.	Symbol	0	0	1	3,33
2011	II.	Zidane	6	20,00	2	6,67
Průměr celkem za lokalitu II v roce 2011			31	6,89	19	4,22

Tabulka 25. Přehled o nalezených snůškách vajíček a nalezených housenkách na lokalitě III. v roce 2011

Rok	Lokalita	Hybrid	Celkem shluků vajíček	% na 30 kontrolovaných rostlin	Celkem vylíhnutých housenek	% na 30 kontrolovaných rostlin
2011	III.	Amadeo	0	0	0	0
2011	III.	Ambrosini	1	3,33	1	3,33
2011	III.	Amoroso	1	3,33	1	3,33
2011	III.	Bellevue	0	0	0	0
2011	III.	Bt-Kuratus	2	6,67	0	0
2011	III.	ECO-5133	4	13,33	3	10,00
2011	III.	Eleganza	2	6,67	1	3,33
2011	III.	Koherens	3	10,00	1	3,33
2011	III.	Podium	3	10,00	1	3,33
2011	III.	Ricardinio	0	0	0	0
2011	III.	Ronaldinio	1	3,33	0	0
2011	III.	Salgado	0	0	0	0
2011	III.	Severo	0	0	0	0
2011	III.	Silvinio	2	6,67	1	3,33
2011	III.	Zidane	2	6,67	0	0
Průměr celkem za lokalitu III. v roce 2011			21	4,67	9	2

Tabulka 26. Přehled o nalezených snůškách vajíček a nalezených housenkách na lokalitě I. v roce 2012

Rok	Lokalita	Hybrid	Celkem shluků vajíček	% na 30 kontrolovaných rostlin	Celkem vylíhnutých housenek	% na 30 kontrolovaných rostlin
2012	I.	Ambrosini	1	3,33	2	6,67
2012	I.	Baros	5	16,67	6	20,00
2012	I.	Bt-Kuratus	4	13,33	0	0
2012	I.	Cassilas	3	10	3	10,00
2012	I.	ECO-5133	4	13,33	5	16,67
2012	I.	Kaduras	4	13,33	5	16,67
2012	I.	Kandus	5	16,67	4	13,33
2012	I.	Koblens	5	16,67	3	10,00
2012	I.	Koherens	3	10,00	2	6,67
2012	I.	Millesim	3	10,00	2	6,67
2012	I.	Ricardinio	7	23,33	3	10,00
2012	I.	Ronaldinio	2	6,67	1	3,33
2012	I.	Severo	3	10,00	2	6,67
2012	I.	Silvinio	4	13,33	5	16,67
2012	I.	Zidane	4	13,33	4	13,33
Průměr celkem za lokalitu I v roce 2012			57	12,67	47	10,44

Tabulka 27. Přehled o nalezených snůškách vajíček a nalezených housenkách na lokalitě II. v roce 2012

Rok	Lokalita	Hybrid	Celkem shluků vajíček	% na 30 kontrolovaných rostlin	Celkem vylíhnutých housenek	% na 30 kontrolovaných rostlin
2012	II.	Ambrosini	2	6,67	4	13,33
2012	II.	Bt-Kuratus	2	6,67	0	0
2012	II.	ECO-5133	4	13,33	3	10,00
2012	II.	Eleganza	5	16,67	4	13,33
2012	II.	Kaduras	3	10,00	1	3,33
2012	II.	Kandis	3	10,00	1	3,33
2012	II.	Koherens	3	10,00	5	16,67
2012	II.	Millesim	3	10,00	3	10,00
2012	II.	Podium	4	13,33	5	16,67
2012	II.	Ricardinio	2	6,67	4	13,33
2012	II.	Ronaldinio	3	10,00	4	13,33
2012	II.	Santuro	3	10,00	4	13,33
2012	II.	Severo	5	16,67	6	20,00
2012	II.	Silvinio	2	6,67	3	10,00
2012	II.	Zidane	2	6,67	3	10,00
Průměr celkem za lokalitu II v roce 2012			46	10,22	50	11,11

Tabulka 28. Přehled o nalezených snůškách vajíček a nalezených housenkách na lokalitě III. v roce 2012

Rok	Lokalita	Hybrid	Celkem shluků vajíček	% na 30 kontrolovaných rostlin	Celkem vylíhnutých housenek	% na 30 kontrolovaných rostlin
2012	III.	Ambrosini	1	3,33	1	3,33
2012	III.	Bt-Kuratus	2	6,67	0	0
2012	III.	Kaduras	0	0	1	3,33
2012	III.	Kandis	1	3,33	2	6,67
2012	III.	Koherens	1	3,33	0	0
2012	III.	Konkretis	2	6,67	2	6,67
2012	III.	Krabas	2	6,67	4	13,33
2012	III.	KWS-9361	3	10,00	4	13,33
2012	III.	Millesim	1	3,33	3	10,00
2012	III.	Podium	1	3,33	1	3,33
2012	III.	Ricardinio	2	6,67	2	6,67
2012	III.	Salgado	0	0	0	0
2012	III.	Santuro	0	0	0	0
2012	III.	Silvinio	1	3,33	1	3,33
2012	III.	Zidane	4	13,33	1	3,33
Průměr celkem za lokalitu III. v roce 2012			21	4,67	22	4,71

Výsledky sledování napadení zavíječem kukuřičným v roce 2011 – celkem napadeno rostlin a z počtu napadených rostlin zlomeno pod palicí a napadeno fuzarií

Tabulka 29. *Celkem napadeno rostlin a z počtu napadených rostlin zlomeno pod palicí a napadeno fuzarií na lokalitě I. v roce 2011*

Rok	Lokalita	Hybrid	Celkem napadených rostlin	% na 30 kontrolovaných rostlin	Z celkového počtu napadených rostlin			
					Zlomeno pod palicí	%	Napadených palic fuzarií	%
2011	I.	Amadeo	1	3,33	1	100	1	100
2011	I.	Ambrosini	0	0	0	0	0	0
2011	I.	Amoroso	2	6,67	1	50	0	0
2011	I.	Beatus	4	13,33	1	25	1	25
2011	I.	Bt-Kuratus	0	0	0	0	0	0
2011	I.	ECO-5133	4	13,33	2	50	1	25
2011	I.	Eleganza	2	6,67	0	0	0	0
2011	I.	Koherens	0	0	0	0	0	0
2011	I.	Podium	4	13,33	1	25	1	25
2011	I.	Ricardinio	3	10	2	66	1	33
2011	I.	Ronaldinio	2	6,67	1	50	1	50
2011	I.	Salgado	2	6,67	1	50	1	50
2011	I.	Severo	1	3,33	1	100	0	0
2011	I.	Silvinio	3	10	1	33	0	0
2011	I.	Zidane	1	3,33	1	100	0	0
Průměr celkem za lokalitu I. v roce 2011			29	6,44	13	44,83	7	24,14

Výsledky sledování napadení zavíječem kukuřičným v roce 2011 – celkem napadeno rostlin a z počtu napadených rostlin zlomeno pod palicí a napadeno fuzarií

Tabulka 30. Celkem napadeno rostlin a z počtu napadených rostlin zlomeno pod palicí a napadeno fuzarií na lokalitě II. v roce 2011

Rok	Lokalita	Hybrid	Celkem napadených rostlin	% na 30 kontrolovaných rostlin	Z celkového počtu napadených rostlin			
					Zlomeno pod palicí	%	Napadených palic fuzarií	%
2011	II.	Amadeo	1	3,33	1	100	0	0
2011	II.	Ambrosini	4	13,33	2	50	1	25
2011	II.	Amoroso	0	0	0	0	0	0
2011	II.	Bellevue	2	6,67	1	50	1	50
2011	II.	Bt-Kuratus	0	0	0	0	0	0
2011	II.	Eleganza	0	0	0	0	0	0
2011	II.	Koherens	3	10	2	66	2	66
2011	II.	Podium	2	6,67	1	50	1	50
2011	II.	Ricardinio	2	6,67	1	50	1	50
2011	II.	Ronaldinio	0	0	0	0	0	0
2011	II.	Salgado	4	13,33	3	75	2	50
2011	II.	Santuro	3	10	1	33	0	0
2011	II.	Severo	2	6,67	1	50	1	50
2011	II.	Symbol	3	10	3	100	0	0
2011	II.	Zidane	6	20	3	50	2	33
Průměr celkem za lokalitu II. v roce 2011			32	7,11	19	59,38	11	34,38

Výsledky sledování napadení zavíječem kukuřičným v roce 2011 – celkem napadeno rostlin a z počtu napadených rostlin zlomeno pod palicí a napadeno fuzárií

Tabulka 31. Celkem napadeno rostlin a z počtu napadených rostlin zlomeno pod palicí a napadeno fuzárií na lokalitě III. v roce 2011

Rok	Lokalita	Hybrid	Celkem napadených rostlin	% na 30 kontrolovaných rostlin	Z celkového počtu napadených rostlin			
					Zlomeno pod palicí	%	Napadených palic fuzárií	%
2011	III.	Amadeo	0	0	0	0	0	0
2011	III.	Ambrosini	3	10	3	100	0	0
2011	III.	Amoroso	1	3,33	0	0	0	0
2011	III.	Bellevue	0	0	0	0	0	0
2011	III.	Bt-Kuratus	0	0	0	0	0	0
2011	III.	ECO-5133	4	13,33	1	25	1	25
2011	III.	Eleganza	1	3,33	0	0	0	0
2011	III.	Koherens	1	3,33	0	0	0	0
2011	III.	Podium	1	3,33	1	100	0	0
2011	III.	Ricardinio	0	0	0	0	0	0
2011	III.	Ronaldinio	1	3,33	0	0	0	0
2011	III.	Salgado	0	0	0	0	0	0
2011	III.	Severo	0	0	0	0	0	0
2011	III.	Silvinio	2	6,67	1	50	1	50
2011	III.	Zidane	2	6,67	1	50	1	50
Průměr celkem za lokalitu III. v roce 2011			16	3,55	7	43,75	3	18,75

Výsledky sledování napadení zavíječem kukuřičným v roce 2012 – celkem napadeno rostlin a z počtu napadených rostlin zlomeno pod palicí a napadeno fuzárií

Tabulka 32 *Celkem napadeno rostlin a z počtu napadených rostlin zlomeno pod palicí a napadeno fuzáriemi na lokalitě I. v roce 2012*

Rok	Lokalita	Hybrid	Celkem napadených rostlin	% na 30 kontrolovaných rostlin	Z celkového počtu napadených rostlin			
					Zlomeno pod palicí	%	Napadených palic fuzárií	%
2012	I.	Ambrosini	3	10	1	33	0	0
2012	I.	Baros	5	16,67	2	40	1	20
2012	I.	Bt-Kuratus	0	0	0	0	0	0
2012	I.	Cassilas	2	6,67	1	50	1	50
2012	I.	ECO-5133	4	13,33	2	50	0	0
2012	I.	Kaduras	4	13,33	3	75	1	25
2012	I.	Kandis	6	20	5	83,33	3	50
2012	I.	Koblens	4	13,33	1	25	1	25
2012	I.	Koherens	6	20	3	50	1	16,67
2012	I.	Millesim	3	10	1	33	1	33
2012	I.	Ricardinio	6	20	4	66	1	16,67
2012	I.	Ronaldinio	2	6,67	0	0	0	0
2012	I.	Severo	4	13,33	1	25	1	25
2012	I.	Silvinio	5	16,67	3	60	3	60
2012	I.	Zidane	3	10	2	66	1	33
Průměr celkem za lokalitu I. v roce 2012			57	12,67	29	50,88	15	26,31

Výsledky sledování napadení zavíječem kukuřičným v roce 2012 – celkem napadeno rostlin a z počtu napadených rostlin zlomeno pod palicí a napadeno fuzárií

Tabulka 33 *Celkem napadeno rostlin a z počtu napadených rostlin zlomeno pod palicí a napadeno fuzárií na lokalitě II. v roce 2012*

Rok	Lokalita	Hybrid	Celkem napadených rostlin	% na 30 kontrolovaných rostlin	Z celkového počtu napadených rostlin			
					Zlomeno pod palicí	%	Napadených palic fuzárií	%
2012	II.	Ambrosini	2	6,67	1	50	1	50
2012	II.	Bt-Kuratus	0	0	0	0	0	0
2012	II.	ECO-5133	3	10	1	33	0	0
2012	II.	Eleganza	3	10	0	0	0	0
2012	II.	Kaduras	1	3,33	1	100	1	100
2012	II.	Kandis	3	10	2	66	2	66
2012	II.	Koherens	4	13,33	1	25	1	25
2012	II.	Millesim	4	13,33	3	75	3	75
2012	II.	Podium	5	16,67	3	60	1	20
2012	II.	Ricardinio	3	10	2	66	2	66
2012	II.	Ronaldinio	3	10	2	66	0	0
2012	II.	Santuro	5	16,67	2	40	2	40
2012	II.	Severo	6	20	3	50	1	16,67
2012	II.	Silvinio	3	10	0	0	0	0
2012	II.	Zidane	3	10	2	66	1	33
Průměr celkem za lokalitu II. v roce 2012			48	10,66	23	47,91	15	31,25

Výsledky sledování napadení zavíječem kukuřičným v roce 2012 – celkem napadeno rostlin a z počtu napadených rostlin zlomeno pod palicí a napadeno fuzárií

Tabulka 34 Celkem napadeno rostlin a z počtu napadených rostlin zlomeno pod palicí a napadeno fuzárií na lokalitě III. v roce 2012

Rok	Lokalita	Hybrid	Celkem napadených rostlin	% na 30 kontrolovaných rostlin	Z celkového počtu napadených rostlin			
					Zlomeno pod palicí	%	Napadených palic fuzárií	%
2012	III.	Ambrosini	1	3,33	0	0	0	0
2012	III.	Bt-kukuřice	0	0	0	0	0	0
2012	III.	Kaduras	2	6,67	2	100	0	0
2012	III.	Kandis	1	3,33	0	0	0	0
2012	III.	Koherens	2	6,67	1	50	0	0
2012	III.	Konkretis	2	6,67	1	50	1	50
2012	III.	Krabas	3	10	2	66	0	0
2012	III.	KWS-9361	3	10	2	66	1	33
2012	III.	Millesim	1	3,33	1	100	1	100
2012	III.	Podium	0	0	0	0	0	0
2012	III.	Ricardinio	3	10	2	66	1	100
2012	III.	Ronaldinio	0	0	0	0	0	0
2012	III.	Santuro	0	0	0	0	0	0
2012	III.	Silvinio	2	6,67	2	100	2	100
2012	III.	Zidane	2	6,67	2	100	2	100
Průměr celkem za lokalitu III. v roce 2012			22	4,89	15	68,18	8	36,36

10.2 Obrázky

Obrázek 1. *Imago zavíječe kukuřičného* ♂



Zdroj: <http://www.zea.cz/kukurice/>

Obrázek 2. *Imago zavíječe kukuřičného* ♀



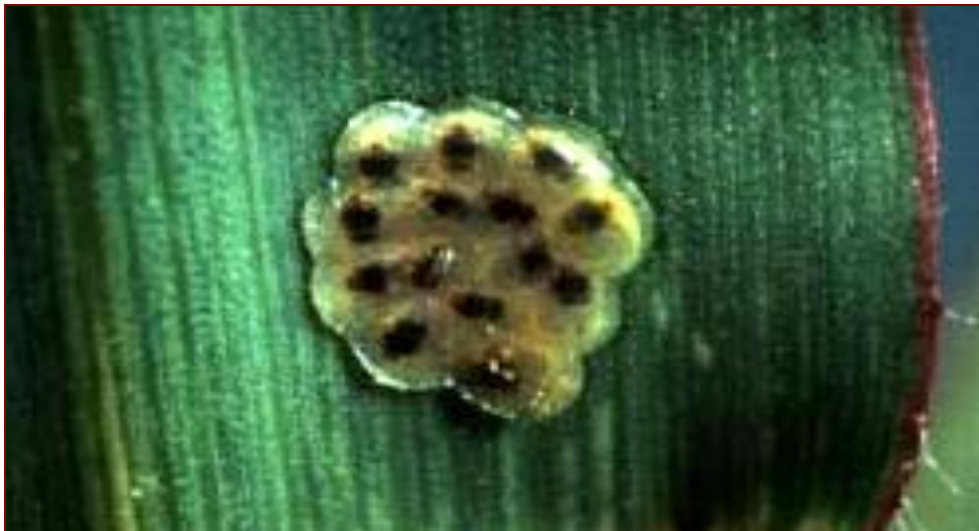
Zdroj: <http://www.zea.cz/kukurice/>

Obrázek 3. Čerstvá snůška vajíček



Zdroj: <http://www.zea.cz/kukurice/>

Obrázek 4. Černající vajíčka těsně před líhnutím housenek



Zdroj: <http://www.zea.cz/kukurice/>

Obrázek 5. Housenka zavíječe kukuřičného



Zdroj: <http://www.zea.cz/kukurice/>

Obrázek 6. Kukla zavíječe kukuřičného ve stonku



Zdroj: <http://www.zea.cz/kukurice/>

Obrázek 7. Čerstvě vylhlé housenky zavíječe kukuřičného



Zdroj: <http://syngenta.cz/cz/atlas/skudci/>

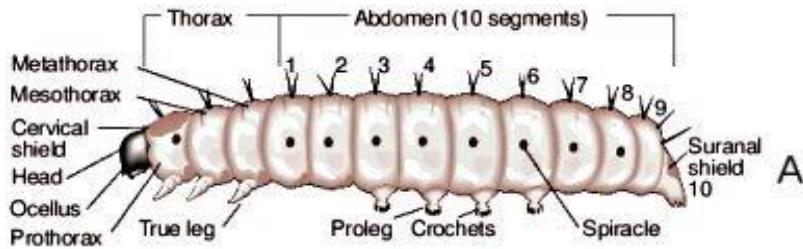
Obrázek 8. Typický žír larvy zavíječe kukuřičného



Zdroj: <http://syngenta.cz/cz/atlas/skudci/>

10.3 Schémata

Schéma 1. *Larva zavíječe kukuřičného*



Zdroj: <http://www.ent.iastate.edu/pest/cornborer/manage/agents>

Schéma 2: *Životní cyklus zavíječe kukuřičného*



Zdroj: Kocourek a kol., 2008

