

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství



Agronomická
fakulta

Mendelova
univerzita
v Brně



**Biologické metody ochrany kukuřice před bázlivcem
kukuřičným *Diabrotica virgifera***
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Eva Hrudová, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Jana Doležalová

Brno 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „**Biologické metody ochrany kukuřice před bázlivcem kukuřičným *Diabrotica virgifera***“ vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis studenta

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala svojí vedoucí diplomové práce paní Ing. Evě Hrudové, Ph.D. za obětavý přístup a cenné rady při vypracování této práce. Poděkování také patří panu Ing. Martinu Bagarovi, Ph.D., panu Ing. Martinu Teplému a celému kolektivu společnosti Biocont Laboratory za metodickou pomoc při vedení polních pokusů a jejich vyhodnocování.

Zvláštní poděkování patří mé rodině a mým blízkým přátelům, kteří mě podporovali během studií.

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Jana Doležalová**
Studijní program: Rostlinolékařství
Obor: Rostlinolékařství
Konzultant: Ing. Martin Bažar, Ph.D.
Název tématu: **Biologické metody ochrany kukuřice před bázlivcem kukuřičným *Diabrotica virgifera***
Rozsah práce: 50-60 stran

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na téma Biologická ochrana proti bázlivci kukuřičnému.
2. Využijte všech dostupných informačních zdrojů, a to i zahraničních.
3. Dbejte na správnost a kompletnost citací.
4. Na základě pokynů konzultanta (Biocont Laboratory) vypracujte metodiku pokusů.
5. Podle metodiky vedte experiment a výsledky zpracujte statisticky.
6. Práci dle možností doplňte fotografiemi, tabulkami a grafy.

Seznam odborné literatury:

1. VAHALA, O. – BEZDĚK, J. První nález mandelinky *Diabrotica virgifera virgifera* v České republice. *Rostlinolékař*. 2002. sv. 13, č. 6, s. 24. ISSN 1211-3565.
2. PSOTA, V. Možnosti pro rozšíření spektra biologické ochrany kukuřice. *Nové agro : měsíčník aktuálních informací pro rostlinnou výrobu*. 2008. č. 2, s. 26–28. ISSN 1802-7903.
3. TICHÁ, K. *Biologická ochrana rostlin*. 1. vyd. Praha: Grada, 2001. 86 s. ISBN 80-247-9043-2.
4. CLOUT, M N. – WILLIAMS, P A. *Invasive species management : a handbook of principles and techniques*. Oxford: Oxford University Press, 2009. 308 s. ISBN 978-0-19-921633-8.
5. *Zea mays*. VLEST, 1993. 12 s. Překlad: ŠAFRÁNKOVÁ, I. – LOKAJ, Z..
6. Časopisy Rostlinolékař, Úroda. Agromanuál, Plant Protection Science. Biological Control

Datum zadání diplomové práce: říjen 2013

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2015



Bc. Jana Doležalová
Autorka práce



prof. Ing. Radovan Pokorný, Ph.D.
Vedoucí ústavu



Mgr. Ing. Eva Hrudová, Ph.D.
Vedoucí práce



prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.
Děkan AF MENDELU

ABSTRAKT

Biologické metody ochrany kukuřice před bázlivcem kukuřičným *Diabrotica virgifera*

Tato práce je zaměřena na ověření účinnosti přípravku Dianem (obsahuje bioagens *Heterorhabditis bacteriophora*) v kukuřici cíleného proti larvám bázlivce kukuřičného, které způsobují charakteristické poškození stébel. Pokusy byly založeny v dubnu v roce 2014 na jižní Moravě na třech lokalitách – Otrokovice, Čejč a Hostěradice v rámci pokusů. Přípravek Dianem byl aplikován již během setí, stejně jako u varianty s chemickým ošetřením, kde byl aplikován přípravek Force. V rámci pokusů byl hodnocen počet vylíhlých brouků z larev z půdy zachycených do textilních klecí, které byly umístěny v jednotlivých variantách, tj. K (neošetřená kontrola), D (biologická ochrana) a CH (chemická ochrana). Hodnocení probíhalo od poloviny července do září v Čejči a Hostěradicích, kde byl mezi ošetřenými variantami statisticky neprůkazný vliv na počet vylíhlých brouků z půdy. Dále se koncem července hodnotily tzv. husí krky na lokalitě Otrokovice a Čejč. V Otrokovicích nebyl mezi ošetřenými variantami a variantou kontrolní statisticky významný rozdíl. Na lokalitě Čejč byl naopak statisticky vysoce průkazný vliv ošetření přípravkem Dianem. V rámci pokusu byl také proveden monitoring bázlivce kukuřičného pomocí feromonových lapáků Csalomon PAL.

Klíčová slova: kukuřice, bázlivec kukuřičný, biologická ochrana, entomopatogenní hlístice, *Heterorhabditis bacteriophora*, husí krky.

ABSTRACT

Biological Methods of Protecting Maize from Western Corn Rootworm *Diabrotica virgifera*

This work focuses on verifying the efficacy of the protection product Dianem (includes bioagens *Heterorhabditis bacteriophora*) in maize targeted against corn rootworm larvae which cause characteristic damage to stalks. The tests were initiated in April 2014 in south Moravia in three locations - Otrokovice, Čejč and Hostěradice – in pursuance of experiments. Dianem was applied during sowing, the same way as chemical protection product Force in the chemical protection variant. The number of beetles hatched from larvae caught in the textile cage K (untreated control), D (biologic control) and CH (chemical control) were evaluated in the tests. The evaluation took place from mid July to September in Čejč and Hostěradice where there was no statistically significant difference in the number of hatched beetles from soil in individual variants. At the end of July, goosenecks were evaluated in Otrokovice and Čejč. There was no statistically significant difference in Otrokovice between the treated and control variant. On the other hand, there was a statistically highly significant impact of Dianem in Čejč. Another part of the tests was monitoring the corn rootworm using pheromone traps Csalomon PAL.

Key words: maize, western corn rootworm, biological kontrol, entomopathogenic nematodes, *Heterorhabditis bacteriophora*, goosenecks.

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
2.1	Kukuřice setá.....	12
2.1.1	Historie a současnost pěstování kukuřice seté a její využití.....	12
2.1.2	Pěstební opatření.....	13
2.1.3	Sortiment hybridů kukuřice a číslo FAO	14
2.1.4	Bioplynové stanice.....	16
2.1.5	Bioetanol	17
2.1.6	Choroby a škůdci kukuřice	18
2.2	Bázlivec kukuřičný.....	18
2.2.1	Morfologická charakteristika.....	19
2.2.2	Vývojový cyklus a příznaky poškození	20
2.2.3	Hostitelské spektrum rostlin	23
2.2.4	Monitoring	23
2.2.5	Význam a škodlivost.....	24
2.2.6	Původ a rozšíření bázlivce kukuřičného	25
2.2.7	Způsoby regulace bázlivce kukuřičného.....	28
2.2.8	Preventivní opatření.....	28
2.2.9	Chemická ochrana.....	29
2.2.10	Genetická ochrana.....	31
2.2.11	Biologická ochrana	32
2.3	Entomopatogenní hlístice.....	33
2.3.1	Anatomie a morfologie entomopatogenních hlístic.....	34
2.3.2	Systematické zařazení a charakteristika <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> .	34
2.3.3	Životní cyklus <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> a mechanismus napadení	35

2.3.4	Přípravky s entomopatogenními hlísticemi registrované v ČR	35
3	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	37
4	METODIKA A MATERIÁL.....	38
4.1	Charakteristika pokusného stanoviště	38
4.1.1	Otrokovice	38
4.1.2	Čejč	40
4.1.3	Hostěradice	41
4.1.4	Klimatické a povětrnostní podmínky.....	42
4.2	Metodika pokusu.....	46
4.3	Použitý materiál	50
4.3.1	Dianem.....	50
4.3.2	Force 1,5 G	50
4.3.3	Feromonový lapák Csalomon PAL.....	51
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	52
5.1	Hodnocení počtu odchycených brouků v textilních klecích	52
5.2	Hodnocení poškození stébel kukuřice (tzv. husí krky)	55
5.3	Výsledky monitoringu bázlivce kukuřičného	60
6	ZÁVĚR	63
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	65
8	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	76
9	SEZNAM TABULEK	77
10	SEZNAM GRAFŮ	78

1 ÚVOD

Kukuřice setá patří v České republice k jedné z nejpěstovanějších plodin. Její dominantní postavení určuje její všestranné využití. Kukuřice na zrna stejně jako kukuřice silážní již nenachází své uplatnění pouze v zemědělství, ale začíná být také důležitou energetickou plodinou a vstupní surovinou pro řadu průmyslových odvětví.

V České republice došlo k výraznému nárůstu ploch této plodiny po vybudování bioplynových stanic. Větší potřeba vstupních surovin do těchto bioplynových stanic a také dostupnost vhodných odrůd, vedla k tomu, že v dnešní době se kukuřice pěstuje i v méně příznivých oblastech s vyšší nadmořskou výškou. S rozšiřováním pěstování do nových oblastí a rovněž díky nárůstu ploch kukuřice dochází k šíření škůdců této plodiny do míst, kde se předtím nevyskytovali, popřípadě dochází k usídlování nových škůdců.

Bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera*) je jedním z nejvýznamnějších hmyzích škůdců zavlečených do Evropy v posledních padesáti letech. V České republice byl první výskyt tohoto škůdce zaznamenán v roce 2002 na jižní Moravě. Pronikl sem postupným rozšiřováním areálu svého výskytu z prvotního ohniska v Srbsku, kam byl zavlečen leteckou dopravou ze Severní Ameriky, kde působí závažné hospodářské škody na kukuřici. Bázlivec kukuřičný byl do nedávné doby škodlivým organismem regulovaným legislativou Evropské unie. V České republice byla přijata opatření, která měla zpomalit jeho šíření. Vzhledem k rychlému rozšíření v současné době již není bázlivec kukuřičný brán jako karanténní organismus a pěstitelé nemusí dodržovat mimořádná rostlinolékařská opatření k ochraně proti jeho rozšíření.

Ochranné zásahy cílené proti bázlivci kukuřičnému jsou na našem území řešeny převážně chemickou ochranou, popřípadě preventivním dodržováním osevních postupů a střídáním plodin. Použitím chemických látek nedojde k zahubení pouze škodlivých činitelů, ale i hmyzích druhů, které se v porostu nacházejí, tedy i přirozených nepřátel škůdců. Tím dojde ke značnému negativnímu ovlivnění přirozené regulace škůdců.

Použití entomopatogenních hlístic je jedním z potenciálních nechemických přístupů k regulaci larev invazního škůdce bázlivce kukuřičného. Entomopatogenní hlístice se aplikují do půdy během setí. Jejich aplikace neohrožuje populace jiných živočichů

ani životní prostředí. V Maďarsku, kde jsou značné problémy s tímto škůdcem, probíhají dlouholeté pokusy s půdními hlísticemi a ukazují dobré výsledky.

Od roku 2014 jsou všichni zemědělci povinni dodržovat zásady Integrované ochrany rostlin. Jednou ze zásad je preferovat přípravky nechemické a selektivní k přirozeným nepřítelům škůdců. Řešením by mohla být právě biologická ochrana a využití entomopatogenních hlístic.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Kukuřice setá

Kukuřice setá (*Zea mays* L.) patří do třídy jednoděložných (Monocotyledonae), řádu lipnicotvaré (Poales), čeledi lipnicovitých (Poaceae) a podčeledi kukuřicovitých (Zeeoideae). V botanickém systému je řazena jako jednoletá, různopohlavní, jednodomá, cizosprašná rostlina (NOVÁK & SKALICKÝ, 2008; VALÍČEK ET AL., 2002). Podle fotosyntetického cyklu se řadí mezi C₄ rostliny. Předností těchto rostlin je vyšší odolnost k vysokým teplotám a k suchu, lepší využití vody a zvýšené koncentrace oxidu uhličitého (KUBÁSEK, 2013). Lepší snášenlivost kukuřice k výkyvům počasí a vyrovnání se s dlouhodobými klimatickými změnami oproti ostatním obilovinám popisují také PROKEŠ & ROMÁNKOVÁ (2013).

2.1.1 Historie a současnost pěstování kukuřice seté a její využití

Kukuřice setá (*Zea mays* L.) má svůj původ v subtropické a tropické oblasti Střední a Jižní Ameriky, kde byla pěstována již nejstaršími indiánskými kmeny. Do Evropy se kukuřice dostala po objevení Ameriky. Díky své ekologické přizpůsobivosti, variabilitě a především vysoké produktivitě a rozmanitosti využití se kukuřice šířila v Evropě velmi rychle (ZIMOLKA ET AL., 2008; VALÍČEK ET AL., 2002) a v podmínkách střední Evropy se řadí k nejproduktivnějším zemědělským plodinám.

Z celosvětového hlediska patří kukuřice vedle rýže a pšenice k nejdůležitějším obilovinám. Ve světové produkci obilnin převzala vedoucí postavení (KAČICOVÁ & PROKEŠ, 2011). V Čechách má kukuřice krátkou historii pěstování. Pěstování kukuřice se více rozšířilo až na počátku 20. století, společně se zaváděním hybridních odrůd.

V pěstování kukuřice převažují dva užitkové směry – kukuřice silážní a kukuřice na zrno. Vedle těchto dvou užitkových směrů nachází kukuřice i své využití v potravinářském, chemickém, kosmetickém a farmaceutickém průmyslu. I přes nejrůznější možnosti využití je kukuřice v České republice stále vnímána především jako objemné sacharidové krmivo (PROKEŠ & ZEMAN, 2011). Novým směrem uplatnění produkce kukuřice je její pěstování na energetické účely, především pro výrobu bioetanolu a bioplynu (BUŠO, HAŠANA & GREGOROVÁ, 2014). Tabulka č. 1 ukazuje

vývoj osevních ploch kukuřice silážní a kukuřice na zrno od roku 2005 do roku 2014, který úzce souvisí s využitím kukuřice jako energetické plodiny. Z tabulky je patrný nárůst plochy pěstované kukuřice. U kukuřice na zrno se výměra osevní plochy v letech 2005–2014 zvýšila o 20 472 ha.

Tab. 1 Vývoj ploch osevů kukuřice na zrno a na siláž v letech 2005–2014 v ČR (ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2014a,b)

Rok	2005	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Kukuřice na zrno (ha)	79 981	91 610	99 945	109 651	109 565	111 931	100 453
Kukuřice na zeleno a na siláž (ha)	210 565	179 663	181 939	197 579	214 876	218 786	235 531

Pěstování kukuřice bývalo výsadou teplých oblastí. Postupné zvyšování osevní plochy kukuřice je zapříčiněno tím, že díky šlechtitelské práci a příchodem nových plastičtějších hybridů lze kukuřici pěstovat i v oblastech s vyšší nadmořskou výškou, které nejsou pro kukuřici typické a také tím, že má tato plodina široké využití (ZIMOLKA ET AL., 2008). Ve shodě s ochranou životního prostředí byly zavedeny standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu (GAEC), které usměrňují pěstování kukuřice. Na mírně erozně ohrožených půdách se nesmí širokořádkové plodiny pěstovat bez půdoochranné technologie, na silně erozně ohrožených půdách se tyto plodiny nesmějí pěstovat vůbec (TOMÁŠEK, 2013).

2.1.2 Pěstební opatření

Kukuřice se pěstuje v širokých řádcích a jako teplomilná plodina se seje až při vyšších teplotách (KAZDA, MIKULKA & PROKINOVÁ, 2010). Termín setí je závislý na teplotě půdy, která by měla být v hloubce setí minimálně 8 °C. Setí kukuřice by mělo být realizováno přesným secím strojem a hloubka setí by měla být 4–6 cm na půdách s dostatečnou půdní vláhou. Ve velmi suchém jarním období se doporučuje hloubku setí zvýšit na 8–10 cm. V našich podmínkách se pěstuje v rámci osevním postupů a je řazena mezi obilniny. Kukuřice je brána jako nevhodná předplodina jak pro pšenici,

tak pro ječmen, neboť zvyšuje riziko napadení klasů patogeny rodu *Fusarium*, a hrozí tak nebezpečí zvýšeného obsahu mykotoxinů (ACKERMANN ET AL., 2013).

Počáteční růst kukuřice je velmi pomalý, proto má minimální konkurenční schopnost vůči plevelům. Plevelé se v počátečních fázích růstu kukuřice mohou odstraňovat mechanicky plečkováním, nebo je možné použít herbicidy a udržet tak porost v bezplevelném stavu až do sklizně (KAZDA, MIKULKA & PROKINOVÁ, 2010).

Kukuřice je plodina velmi náročná na kvalitu půdního prostředí, především na vysoký obsah živin a příznivý vodní režim. Výživný stav je řešen podle výsledků agrochemického zkoušení půdy (POKORNÝ ET AL., 2013). Dusík lze aplikovat v kejdě na podzim nebo na jaře. Hnojení minerálními hnojivy je vhodné dělit na základní hnojení před setím a na hnojení během vegetace (ACKERMANN ET AL., 2013).

Po sklizni se často nepodaří zapravít veškeré posklizňové zbytky do půdy. Sklizeň by měla být provedena na co nejnižší strniště, rostlinné zbytky by měly být rozdrčeny a zapraveny do půdy, jelikož tyto nerozložené části jsou ideálním místem pro přezimování patogenů a hmyzu a v posledních letech jsou příčinou silného rozšíření škodlivých organismů (KAZDA, MIKULKA & PROKINOVÁ, 2010).

2.1.3 Sortiment hybridů kukuřice a číslo FAO

V České republice bylo v roce 2014 registrováno 379 hybridů kukuřice, z nich 36 geneticky modifikovaných (modifikace MON 810). Nově registrováno bylo 35 hybridů (POVOLNÝ, VACEK, 2014). Při výběru hybridů kukuřice je nutné zohlednit především účel pěstování, výrobní oblast a teplotní a půdní podmínky stanoviště (FUKSA & KALISTA, 2006).

Pěstitelské agroekologické podmínky jsou důležité pro stanovení optimální ranosti pěstovaných hybridů, která je charakterizována číslem FAO (Food and Agriculture Organization) – číslo ranosti (ROMÁNKOVÁ, 2005). Tabulka 2 uvádí rozdělení hybridů kukuřice do čtyř skupin dle ranosti. Hodnota vychází z předpokladu, že jedním z rozhodujících faktorů pro kukuřici je teplota, jejíž optimum je 20–24 °C. V České republice se pěstují hybridy s číslem FAO v rozmezí 190–400. Hodnota FAO se vypočítává na základě středního obsahu sušiny v době zralosti kukuřice v porovnání s kontrolními hybridy (JEŽKOVÁ, 2012). Číslo FAO je orientační ukazatel charakterizující hybrid a délku jeho vegetace. Deset čísel FAO činí rozdíl v délce vegetační doby o 1–2 dny, nebo 1–1,5 % obsahu sušiny zrna. Nejvhodnější

pro pěstování kukuřice je výrobní oblast kukuřičná a řepařská. V kukuřičné oblasti lze pěstovat hybridy s číslem FAO 300–400, pro řepařskou oblast jsou doporučovány hybridy skupiny FAO 250–300. Pro bramborářskou oblast jsou doporučovány nejranější hybridy skupiny FAO 160–250 (JEŽKOVÁ, 2012; FUKSA ET AL., 2006).

Tab. 2 Rozdělení hybridů kukuřice dle ranosti (POVOLNÝ & VACEK, 2014)

Hybridy kukuřice na siláž		Hybridy kukuřice na zrno	
sortiment	číslo ranosti	sortiment	číslo ranosti
velmi raný	do 220	velmi raný	do 250
raný	220–260	raný	250–300
středně raný	260–300	středně raný	300–350
středně pozdní	nad 300	středně pozdní	nad 350

Kukuřičné hybridy lze také rozdělit dle anatomické stavby a fyziologických vlastností:

Z hlediska anatomické stavby

- **hybridy s fixním počtem zrn v palici** – celkový počet zrn a řad v palici je dán geneticky a vlivem prostředí ani pěstitelskými zásahy se nemění. Výnos zrna je dán počtem palic na jednotce plochy A HTS
- **hybridy s flexibilním počtem zrn v palici** – jsou silně ovlivněny prostředím, ve kterém se kukuřice pěstuje. Při optimálních podmínkách je palice ozrněna až do špičky, vlivem působení nepříznivých podmínek (nedostatek živin, vody) může dojít ke zkrácení palice a ve špičce se netvoří zrna. Výnos je závislý především na intenzitě pěstování (FUKSA ET AL., 2006).

Z hlediska fyziologických vlastností:

- **rychle dozrávající hybridy** – se vyznačují rychlým nárůstem sušiny a velmi časným zasycháním zbytku rostliny. Intenzita nárůstu obsahu škrobu v zrna je nejvyšší v počátečních fázích růstu, později už není tak intenzivní. Tyto hybridy se vyznačují nižší odolností vůči houbovým chorobám a vhodné jsou pro pěstování v chladnějších a vlhčích oblastech,

- **rovnoměrně dozrávající hybridy** – tzv. přechodné formy s postupným dozráváním,
- **stay green hybridy** – vyznačují se dlouho zeleným, fotosynteticky aktivním zbytkem rostliny až do sklizňové zralosti. Jejich předností je kontinuální tvorba škrobu, vyšší výnos, odolnost vůči houbovým chorobám a také delší časový horizont pro sklizeň. Tyto hybridy jsou vhodné pro pěstování v oblastech s delším vegetačním obdobím (FUKSA & KALISTA, 2006).

Pro silážní účely jsou vhodné hybridy s vysokým výnosem silážní hmoty, s podílem palic vyšším než 50 % z celkové hmotnosti rostliny, vysokou stravitelností zbytků rostliny a maximální koncentrací energie v 1 kg sušiny. Důležitý je dobrý zdravotní stav v době sklizně, a také minimální přítomnost mykotoxinů.

U zrnové kukuřice je rozhodující vysoký výnos zrna, schopnost rychlé ztráty vody ze zrna a pevná stébla (FUKSA & KALISTA, 2006).

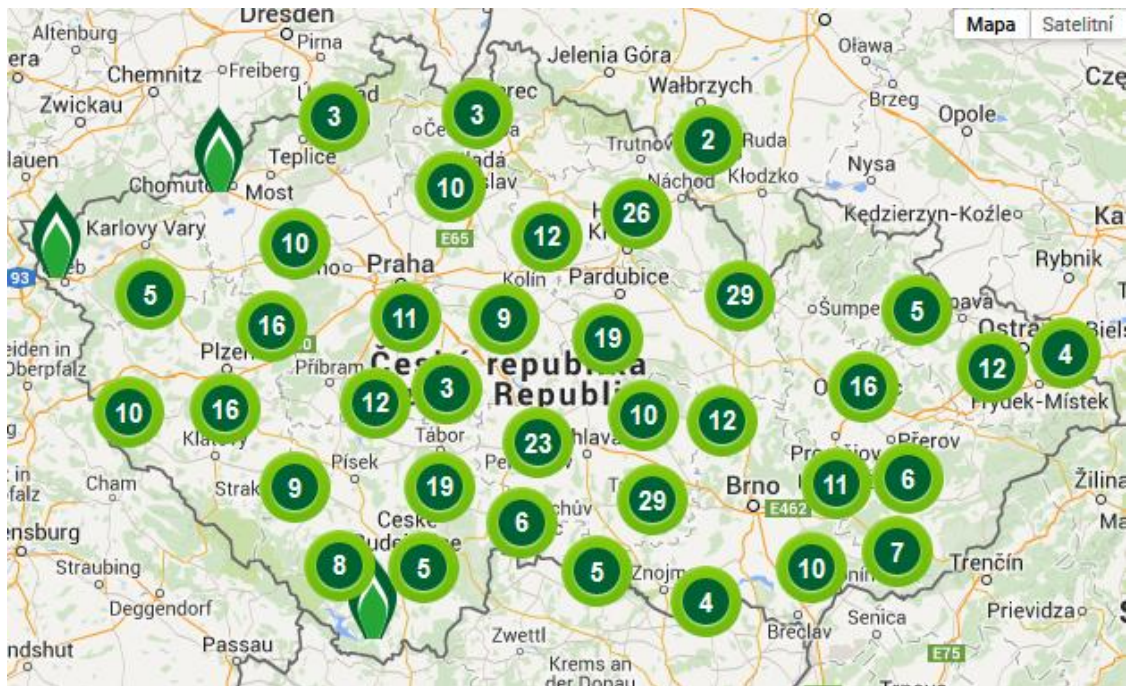
Při výběru odrůdy kukuřice pro výrobu bioplynu je nutné zohlednit hektarový výnos zelené hmoty při sušině 24–26 %. V České republice jsou pro tyto účely vhodné pozdní hybridy. Dále se zohledňuje maximální obsah cukru a lehce degradovatelné vlákniny. Plodiny jsou sklizené krátce po odkvětu, takže důležitá je zelená rostlina bez suchých listů (KOUTNÝ, 2013; ROMÁNKOVÁ, 2005). Dle Polákové (2007) jsou pro výrobu bioplynu vhodné hybridy s vysokým výnosem suché hmoty (18–25 t/ha), odolné vůči poléhání, chladu, houbovým chorobám a tolerantní k suchu.

2.1.4 Bioplynové stanice

Největší rozmach ve výstavbě bioplynových stanic v České republice byl zaznamenán v letech 2006–2012. KAJAN (2012) označuje toto období jako „zlatý věk“ bioplynových stanic, kdy byla zákonem č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie schválena investiční podpora, podpora výkupních cen a povinnost připojení do sítě (ŠAFARÍK & HABART, 2008). Dalšími důvody vedoucími k výstavbě bioplynových stanic po roce 2005 byl rapidní pokles živočišné výroby, nízká cena rostlinných komodit, deklarovaná jednoduchost a návratnost bioplynových stanic.

Během tohoto období se v České republice postavilo přibližně 200 bioplynových stanic (KAJAN, 2012). Ke konci roku 2012 bylo v České republice instalováno 487 bioplynových stanic (KOUTNÝ, 2013). K 1. 1. 2014 bylo v České republice 500 bioplynových stanic. Podíl bioplynu na obnovitelných zdrojích energie činí 22,1 %

(ČESKÁ BIOPLYNOVÁ ASOCIACE, 2014). Na obrázku 1 je mapa aktuálního rozmístění a počet bioplynových stanic v České republice. V rámci Evropské unie se největší počet bioplynových stanic nachází v Německu. V roce 2012 jich zde bylo v provozu téměř sedm a půl tisíce. Výměra kukuřice určené pro energetické účely se v Německu pohybuje kolem 800 tisíc hektarů (HONSOVÁ, 2013).



Obr. 1 Mapa bioplynových stanic v ČR (ČESKÁ BIOPLYNOVÁ ASOCIACE, 2014)

2.1.5 Bioetanol

Částečně novým a perspektivním trendem v pěstování kukuřice je výroba bioetanolu. Bioetanol je vysokooktanové palivo vyrobené z obnovitelných surovin. Jedná se o etanol (tj. alkohol, líh) vyrobený technologií alkoholového kvašení z biomasy, obvykle z rostlin obsahujících větší množství sacharidů (např. kukuřice). Produkce bioetanolu snižuje závislost celkové ekonomiky státu na dovozu paliv ze zahraničí. V současnosti se bioetanol a jeho deriváty využívají jako 5–10% příměs do konvenčních minerálních paliv, čímž se snižují náklady na výrobu paliva, zvyšuje se jeho oktanové číslo a snižuje se množství emisí oxidu uhličitého (BUŠO, HAŠANA & GREGOROVÁ, 2014).

Ve své práci ŠULÁK & ŠMOGROVIČOVÁ (2008) uvádí, že i když je bioetanol jednoznačným přínosem pro udržitelný rozvoj, zřejmě není konečným řešením, protože podle kritických studií je výroba bioetanolu ze škrobnatých substrátů

v současnosti ekonomicky nevýhodná a je možná jen na základě státních dotací a daňových úlev.

2.1.6 Choroby a škůdci kukuřice

Mezi nejzávažnější patogeny napadající kukuřici patří **houby rodu *Fusarium***. Hlavním predispozičním faktorem pro napadení rostlin těmito patogeny jsou biotické stresy, a tím hlavním je v současné době napadení zavíječem kukuřičným (*Ostrinia nubilalis*). Houby rodu *Fusarium* produkují toxiny, které jsou nebezpečné pro člověka i zvířata. Další závažnou chorobou je **obecná snětivost kukuřice**, vyvolaná houbou *Ustilago maydis*. Vstupní branou infekce jsou poškozená pletiva. Na všech nadzemních částech rostlin se tvoří boulovité nádory potažené šedivou blanou, uvnitř nich je prášivá masa spor, která dokáže velmi rychle zamořit celý porost i půdu (NEDĚLNÍK, 2013).

Nejzávažnějším škůdcem kukuřice je již zmíněný motýl **zavíječ kukuřičný** (*Ostrinia nubilalis*). Dospělci se objevují koncem června. Škodlivým stadiem jsou housenky, které se prožirají stébly až do palic kukuřice. Poškozená stébla jsou vyplněna trusem. Každý rok se vyvine jedna generace (LOKAJ & UHLÍŘ, 2009), v teplejších oblastech i částečná druhá. Pro kukuřici je také velmi nebezpečný **bázlivec kukuřičný** (*Diabrotica virgifera*), který je podrobně popsán v kapitole 2.2. Dalším škůdcem kukuřice je **bzunka ječná** (*Oscinella frit*), která způsobuje poškození srdéčkového listu, až následné zničení hlavního výhonu. Rostliny hynou, nebo se tvoří náhradní postranní výhony. Tento škůdce má do roka tři generace. Na kukuřici škodí larvy 1. generace, které se vylíhly z vajíček vykladených v období od začátku vzházení do fáze 4. listu kukuřice. Škody jsou spíše lokální (KAZDA, 2014). Mezi polyfágní škůdce kukuřice se řadí larvy kovaříků – **drátovci**. Ze savých druhů hmyzu na kukuřici škodí **kyjatka osenní** (*Sitobion avenae*), **kyjatka travní** (*Rhopalosiphum padi*) a **mšice střemchová** (*Metopolophium dirhodum*) (ACKERMANN ET AL., 2013).

2.2 Bázlivec kukuřičný

V posledních desetiletích dochází k nebyvalému nárůstu počtu nepůvodních (invazních) druhů organismů, rostlin a živočichů. Z pohledu ochrany rostlin má největší význam skupina druhů zavlečených z klimaticky podobných oblastí, které ve zdejším prostředí mohou najít vhodné podmínky pro existenci. Mezi takové druhy patří i bázlivec kukuřičný (ŠEFROVÁ & LAŠTŮVKA, 2011).

Jak uvádí BEENEN (2013) je bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera* LeConte, 1858) systematicky zařazen do říše živočichové (Animalia), kmene členovci (Arthropoda), třídy hmyz (Insecta), řádu brouci (Coleoptera) a čeledi mandelinkovití (Chrysomelidae). Zástupci této čeledi jsou brouci s klenutým až zploštělým tělem. Někteří mohou být mírně protáhlí. Naše druhy dosahují velikosti 1–20 mm. Larvy i dospělci jsou fytofágní, dospělci spíše fylofágní. Larvy často škodí žírem na stoncích a kořenech rostlin (ŠEFROVÁ, 2006).

2.2.1 Morfologická charakteristika

Bázlivec kukuřičný je brouk velký 4–7 mm. Samičky měří 4,2–6,8 mm, sameček 4,0–6,4 mm. Zbarvení je žlutozelené s černými podélnými pruhy na krovkách. U tohoto druhu se vyskytuje pohlavní dimorfismus. Samičky lze dobře rozeznat od samečků podle kratších tykadel a tří podélných pruhů na krovkách (Obr. 2 a 3). Hlavním rozlišovacím znakem je sklerotizovaný útvar na zadečku. U samečků je menší a zaoblenější, zatímco u samiček je užší a delší. Tykadla a nohy jsou skořicově hnědé (ROTREKL & KOLAŘÍK, 2014a; CAGÁŇ ET AL., 2010).

Vajíčko je bílé, oválné o velikosti přibližně 0,6 × 0,4 mm. Larva je štíhlá, bílá s hnědou hlavou a po vylíhnutí z vajíčka měří asi 1,2 mm. Dorostlá larva měří okolo 1,1–1,3 mm a má žlutohnědou barvu. Na posledním článku těla larvy se nachází tmavý štítek. Kukla je volná, bílá a tvarem je podobná stavbě těla imaga (CAGÁŇ ET AL., 2010).



Obr. 2 Samička bázlivce kukuřičného (DOLEŽALOVÁ).



Obr. 3 Sameček bázlivce kukuřičného (NĚMEC, 2009).

2.2.2 Vývojový cyklus a příznaky poškození

U bázlivce kukuřičného přezimují vajíčka (MEINKE ET AL., 2009). Vajíčka jsou nakladena samičkou do půdy do hloubky 4–16 cm, maximální hloubka kladení je 35 cm. Nejvíce se jich ale nachází ve vrstvě půdy 15 cm hluboko (EPPO, 2004). Jejich mortalitu může ovlivnit průběh zimy. V našich podmínkách je hubí teplota půdy $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nižší (KAZDA, MIKULKA & PROKINOVÁ, 2010).

Oligopodní larvy prochází třemi vývojovými stupni (instary) a líhnou se od poloviny května do poloviny června. Žijí v půdě, na kořenech nebo uvnitř kořenů kukuřice (HUDEC, 2007). Jejich vývin trvá přibližně 30 dní (CAGÁŇ ET AL., 2010). Vylíhlé larvy mají omezený čas k nalezení potravy. Jsou přitahovány oxidem uhličitým, který je vylučován kořeny rostlin. Nejdříve ožirají mladé kořínky a kořenové vlášení, později přejdou i na silnější kořeny. Starší larvy poškozují kořeny až po bazální uzel (SYNGENTA, 2014a). Na obrázku 4 jsou rostliny s kořeny poškozenými žírem larev, které hnědnou, a při větším výskytu larev je sežrán celý kořenový systém. Rostlina poléhá, zavadá a následně hyne, zejména při suchém počasí. Po dešti kořenový systém částečně zregeneruje, rostliny se napřimují a mají charakteristicky ohnutá stébla, tzv. husí krky (KAZDA, MIKULKA & PROKINOVÁ, 2010).



Obr. 4 Typické poškození rostlin kukuřice bázlivcem kukuřičným, tzv. husí krky (EDWARDS, 2008).

Poté se kuklí v blízkosti povrchu půdy. Stádium kukly trvá asi 5 – 10 dní (CAGÁŇ ET AL., 2010). První dospělci (imaga) se v porostech kukuřice objevují koncem června (HUDEC, 2007). Imaga se v našich podmínkách mohou líhnout od počátku července až do konce srpna a jejich letová aktivita může trvat do konce října. Během dne jsou brouci nejvíce aktivní po úsvitu nebo za soumraku, jejich letová aktivita ustává při teplotách nižších jak 10 °C a naopak vyšších jak 30 °C (KROUTIL, 2013). Po úživném žíru dochází po 1 až 2 týdnech k páření. Dospělci se živí generativními orgány kukuřice, především pylem a bliznami (Obr. 5). Často proto po odkvětu kukuřice vyhledávají porosty později kvetoucích hybridů, nebo porosty později seté, případně plevelné kvetoucí rostliny (ACKERMANN ET AL., 2013).

Při nedostatku potravy se mohou živit i listy kukuřice, na kterých vyžírají podélná okénka (Obr. 6). Škody na palicích kukuřice způsobené nevytvořením zrna jsou prozatím minimální, jelikož brouci se líhnou většinou později, až po opylení kukuřice, a proto se případný požer blizen neprojeví absencí zrn na palici (MAŇÁSEK, 2011).



Obr. 5 Žír brouků na bliznách kukuřice (KOLAŘÍK & ROTREKL, 2011).

Bázlivec kukuřičný má v našich podmínkách jednu generaci ročně. Páření probíhá za 6–8dní po vylíhnutí imag. Přibližně do týdne od páření začínají samičky klást vajíčka ve skupinkách do půdy. CAGÁŇ ET AL. (2010) uvádí, že v průběhu asi 20 dní je samička schopná naklást 600–700 kusů vajíček. Vajíčka následně prochází diapauzou a potřebují prodělat určité období v chladu, aby se z nich vylíhly larvy.



Obr. 6 Poškození listů kukuřice žírem brouků (KOLAŘÍK & ROTREKL, 2014c).

2.2.3 Hostitelské spektrum rostlin

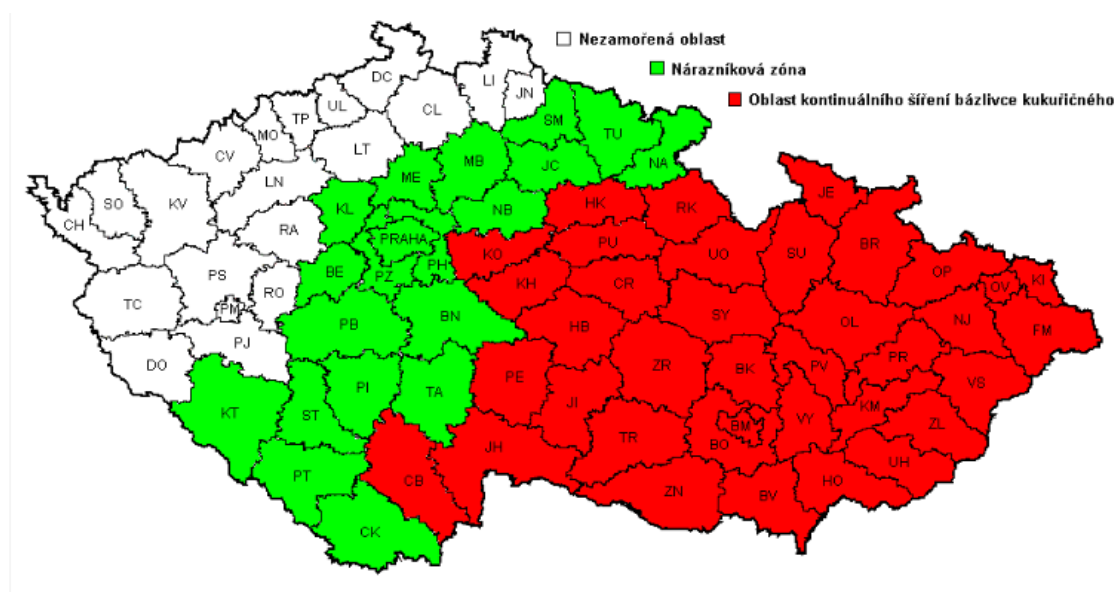
Larvy i imaga se vyvíjejí na kukuřici seté. Po odkvětu kukuřice se mohou žít i na jiných rostlinách z čeledi hvězdnicovitých nebo tykvovitých (KOLAŘÍK & ROTREKL, 2014a). KISS ET AL. (2001) uvádí, že vedle kukuřičných polí se může tento škůdce vyskytovat také v porostech sóji či obilnin. Vhodnými hostitelskými rostlinami pro vývoj larev mohou být také některé druhy trav. (MOESER & HIBBARD, 2005). Například PETR (2002) upozorňuje na problém spojený s pěstováním ozdobnice (*Miscanthus*), která je pěstována jako energetická plodina pro výrobu bioplynu. Porosty ozdobnice mohou sloužit jako rezervoáry bázlivce kukuřičného. Samičky kladou do porostů ozdobnice stejné množství vajíček jako do porostů kukuřice.

2.2.4 Monitoring

Monitoring dospělců lze provést dvěma odlišnými způsoby. První z nich je sledování počtu dospělců na palici v době před květem a v průběhu kvetení. Odpočty se provádí na pěti různých místech v porostu na deseti po sobě jdoucích rostlinách. Ochrana proti dospělcům se provádí po dosažení prahů škodlivosti, tj. při počtu 3-6 dospělců na jednu palici u kukuřice na osivo. Při pěstování kukuřice na zrno se doporučuje ochrana při počtu 9 a více dospělých brouků (SYNGENTA, 2014a). Druhý způsob monitoringu dospělých brouků bázlivce kukuřičného v porostech kukuřice je pomocí feromonových lapáků s velkou lepovou deskou. Syntetický feromon samiček přitahuje samečky bázlivce kukuřičného, kteří se po přiletu zachytí na lepové desce. Lapáky by měly být umístěny v kukuřičných polích nebo v jejich blízkosti v červnu (EPPO, 2004), ACKERMANN ET AL. (2013) uvádí až počátkem července. Lepové desky se umisťují na tyče do výšky palic kukuřice na okraj kukuřičného pole, nebo do pásu 5-10 metrů vzdálených od okraje pole. Do každého porostu se umisťují nejméně 2 lapáky. Kontroly a odpočty zachycených dospělců by se měly provádět jednou týdně a to až do poloviny října. Lepové desky s feromony se vyměňují po čtyřech týdnech. Zjišťuje se tedy počet dospělců na jeden feromonový lapák v období od počátku kvetení do poloviny srpna. Indikace ochrany je od 35 a více brouků v průměru na jeden lapák za 14 dnů. Takovýto výskyt brouků představuje riziko vyšších výnosových ztrát u kukuřice pěstované na stejném pozemku v následujících letech. Pokud se v daném roce neprovede ošetření proti dospělcům bázlivce kukuřičného, je nutné provést v roce následujícím chemickou ochranu proti larvám (SYNGENTA, 2014a).

2.2.5 Význam a škodlivost

Bázlivec kukuřičný se každoročně objevuje na nových lokalitách České republiky. Jeho výskyt a postupné osídlování dalších regionů sleduje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Regulace bázlivce kukuřičného je stanovena legislativou České republiky a Evropské unie. Do roku 2013 byl tento škůdce veden jako karanténní na území Evropské unie a byla každoročně nařizována mimořádná rostlinolékařská opatření, aby se zpomalilo jeho šíření na našem území (ROTREKL & KOLAŘÍK, 2014b). Česká republika proto byla v rámci těchto opatření rozdělena do tří oblastí, ve kterých byl prováděn detekční nebo monitorovací průzkum (Obr. 7).



Obr. 7 Oblasti vymezené ke zpomalení šíření bázlivce kukuřičného v České republice pro rok 2013 (KROUTIL, 2014a)

Oblast kontinuálního šíření, kde je populace škůdce již usídlena a nejsou zde žádná povinná opatření. **Nárazníková zóna**, která slouží k omezení šíření bázlivce kukuřičného z oblasti kontinuálního šíření na území, kde se doposud tento škůdce nevyskytuje – **nezamořená oblast**. V současné době se bázlivec kukuřičný vyskytuje na většině našeho území (KROUTIL, 2014a).

Larvy bázlivce kukuřičného poškozují kořenový systém kukuřice. Rostliny se silně poškozenými kořeny zasychají a odumírají. Při slabším stupni poškození dojde k částečné regeneraci kořenového systému, ale i toto poškození se negativně projeví na výnosu zrna. Hospodářsky významný je žír dospělých brouků na bliznách

a v důsledku toho nepravidelný vývoj zrna (Obr. 8) (ACKERMANN ET AL., 2013; KAZDA, MIKULKA & PROKINOVÁ, 2010). Škodlivé výskyty bázlivce kukuřičného se zvyšují při opakovaném pěstování kukuřice na téže pozemku nebo při jejím pěstování v sousedství ložských porostů (HUDEC, 2007).



Obr. 8 Hluchost palic kukuřice způsobená žírem dospělců bázlivce kukuřičného (DOLEŽALOVÁ)

2.2.6 Původ a rozšíření bázlivce kukuřičného

Bázlivec kukuřičný byl do Evropy zavlečen ze Severní Ameriky, kde je vážným škůdcem kukuřice. První škodlivé výskyty tohoto druhu byly zaznamenány v USA v roce 1909. K intenzivnímu rozšíření došlo v letech 1955 až 1970 z důvodu rozsáhlejšího pěstování monokultur kukuřice. V první polovině 20. století se ročně posouvala hranice rozšíření přibližně o 20 km, v roce 1953 se hranice posunula dvakrát tolik a od roku 1959, tedy poté, co se objevily první rezistentní populace k používaným insekticidům, se ročně hranice posouvala až o 200 km (RŮŽIČKA & MUŠKA, 2003). V USA se bázlivec kukuřičný nazývá „bilionový brouk“ z důvodu velkých škod způsobovaných na kukuřici, popřípadě i na dalších plodinách (MAŇÁSEK, 2011).

Bázlivec kukuřičný vytváří v oblasti svého původního výskytu dva poddruhy. *D. virgifera zea* se vyskytuje hlavně v Mexiku a střední Americe, poddruh

D.virgifera virgifera je rozšířen ve všech produkčních oblastech kukuřice v USA (TALLAMY ET AL., 2005).

Dle modelu YONOWA & KRITICOSE (2014) jsou pro bázlivce kukuřičného klimaticky vhodné také některé části Afriky. Malá ohniska se nachází v horách v Keni a Etiopii. Podstatně větší klimaticky vhodné oblasti se nachází na jihu Afriky.

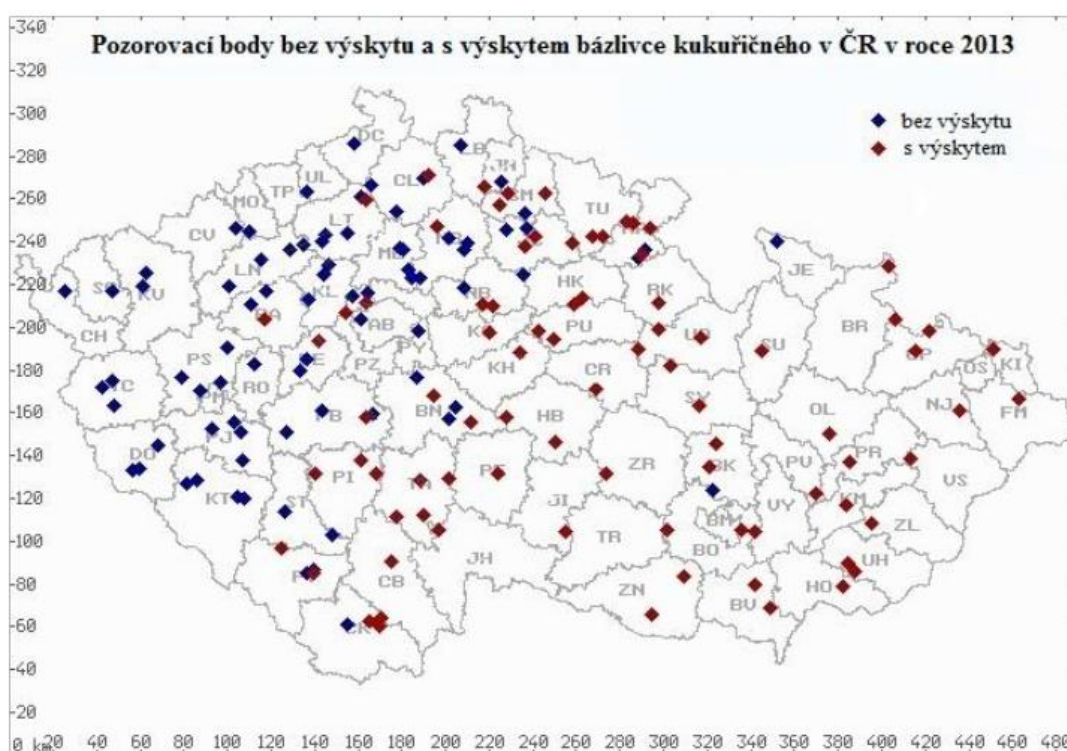
V Evropě byl poprvé zjištěn v roce 1992 v okolí Bělehradu v blízkosti letiště. S největší pravděpodobností byl tento druh do Evropy zavlečen leteckou dopravou koncem 80. let 20. století z USA. Z okolí Bělehradu se šířil dále po Evropě, přibližně 70 km za rok. V Evropě se v roce 2002 bázlivec vyskytoval na ploše okolo 250 000 km² (RŮŽIČKA, 2002). V roce 2005 se bázlivec kukuřičný již rozšířil, v rámci jeho přirozeného šíření, až do těchto evropských zemí – Srbska a Černé Hory, Bosny a Hercegoviny, Chorvatska, Rumunska, Slovinska, Maďarska, Rakouska, Slovenska, Ukrajiny, Polska a také České republiky. Dále se leteckou dopravou rozšířil i do zemí západní Evropy (ZÁRUBA, 2007). Celková plocha kukuřice sklizené v Evropě v roce 2002 byla 12 400 000 ha. Tato plocha poskytuje příležitost pro další rozšíření bázlivce kukuřičného (KISS ET AL., 2005).

V současné době je tento škůdce hojný na území Maďarska. V roce 2003 dosahovala plocha kukuřice s hospodářsky významnou škodlivostí bázlivce 10 tisíc hektarů (ZÁRUBA, 2007). KUHLMANN ET AL. (2005) uvádí, že od roku 2003 bázlivec kukuřičný napadl téměř všechny výrobní oblasti kukuřice v rámci Evropského společenství a že pokud nebudou realizována kontrolní opatření, způsobí značné hospodářské škody.

Od roku 1999 provádí Státní rostlinolékařská správa (ÚKZÚZ) každoročně monitoring výskytu bázlivce kukuřičného (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, 2006). První nález bázlivce kukuřičného na území České republiky byl na jižní Moravě v obci Čejč v okrese Hodonín dne 10. 7. 2002. Oba odchycení dospělci na feromonovém lapáku byli determinováni na MZLU v Brně a poté odesláni jako dokladový materiál odboru diagnostiky Státní rostlinolékařské správy v Olomouci. Monitoring výskytu a šíření karanténního bázlivce kukuřičného byl prováděn pracovníky Státní rostlinolékařské správy (ÚKZÚZ) na území Jižní Moravy, především v okresech přiléhajících ke státní hranici s Rakouskem a Slovenskem, odkud hrozilo riziko dalšího šíření bázlivce kukuřičného (VAHALA & BEZDĚK, 2002). Během krátké doby se začal bázlivec šířit do nových oblastí jižní a severní Moravy a také sousedících českých regionů (VAHALA, 2008). V roce 2004 byla Státní rostlinolékařskou správou vyhlášena opatření proti šíření

bázlivce kukuřičného (PETR, 2002). Průzkum výskytu bázlivce se prováděl nejen na základě zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a vyhlášky č. 215/2008 Sb., o opatřeních proti zavlékání a rozšiřování škodlivých organismů rostlin a rostlinných produktů, ve znění pozdějších předpisů, ale také na základě předpisů Evropské unie (KROUTIL, 2014b).

Dnes je bázlivec již běžně se vyskytujícím broukem v porostech kukuřice. Jeho vyšší zastoupení je na Moravě v porovnání s hlášenými výskyty v Čechách (KOLAŘÍK & ROTREKL, 2013), tato situace je patrná i z obrázku 9.



Obr. 9 Mapa pozorovacích bodů bez výskytu a s výskytem bázlivce kukuřičného v České republice v roce 2013 (KROUTIL, 2014b).

V roce 2013 byl přijat návrh prováděcí směrnice Komise obsahující vyřazení bázlivce kukuřičného z přílohy I směrnice rady 2000/29/ES o ochranných opatřeních proti zavlékání organismů škodlivých rostlinám nebo rostlinným produktům do Společenství a proti jejich rozšiřování na území Společenství. Tímto rozhodnutím přestal být bázlivec kukuřičný regulovaným (karanténním) škodlivým organismem na území Evropské unie. Také byl přijat návrh prováděcího rozhodnutí Komise, který ruší rozhodnutí Komise 2003/766/ES o mimořádných opatřeních proti šíření

Diabrotica virgifera LeConte na území Společenství. Díky této skutečnosti byla zrušena nařízení Státní rostlinolékařské správy o mimořádných rostlinolékařských opatřeních k ochraně proti rozšíření bázlivce kukuřičného, které vymezuje nárazníkovou zónu, a které v rámci této zóny nařizuje určitá ochranná opatření. Současně byla zrušena i rozhodnutí a nařízení o mimořádných rostlinolékařských opatřeních (KROUTIL, 2014b).

2.2.7 Způsoby regulace bázlivce kukuřičného

V přímé ochraně proti bázlivci kukuřičnému se v současné době využívá chemická, biologická a genetická ochrana. Základem ochrany jsou také preventivní opatření (ROTREKL & KOLAŘÍK, 2014a).

Od 1. 1. 2014 nařizuje novelizovaný zákon o rostlinolékařské péči dodržovat zásady integrované ochrany rostlin. Zdrojem nových ustanovení v rostlinolékařském zákoně je evropská směrnice o udržitelném používání pesticidů 2009/128/ES (RADOVÁ, 2014). Integrovanou ochranou se rozumí souhrn opatření, která po zvážení veškerých dostupných metod ochrany rostlin potlačují rozvoj populací škodlivých organismů, podporují přirozené mechanismy ochrany před škodlivými organismy a snižují rizika pro lidské zdraví a životní prostředí (ČESKÁ REPUBLIKA, 2012).

Integrovaná ochrana rostlin je systém hospodaření, který upřednostňuje přirozenější alternativy ochrany rostlin a zároveň snižuje závislost na pesticidech. Profesionální uživatelé pesticidů musí dodržovat osm obecných zásad integrované ochrany rostlin: provádět preventivní opatření (střídání plodin, výběr odrůd, podpora užitečných organismů), monitorovat výskyt škodlivých organismů a využívat systémy předpovědi, preferovat nechemické přípravky na ochranu rostlin, upřednostňovat přípravky selektivní k přirozeným nepřítelům, omezit používání pesticidů na minimum, uplatňovat antirezistentní strategie a také ověřovat úspěšnost provedených ochranných opatření (GALL, 2014).

2.2.8 Preventivní opatření

Nejvhodnějším agrotechnickým opatřením proti bázlivci kukuřičnému je střídání plodin, tedy omezení pěstování kukuřice po kukuřici a nevysévání kukuřice v bezprostředním sousedství loňských porostů. Samičky bázlivce kukuřičného kladou vajíčka do půdy v porostech, kde se živí, tedy v kukuřičných polích. Tento fakt

je rozhodující pro přežití larev, jelikož vývoj larev na kořenech kukuřice není poznamenán takovou úmrtností, jako tomu bylo na kořenech plevelných trav. Z tohoto důvodu byla rotace plodin primární metodou pro snížení početnosti tohoto škůdce bez použití chemie v USA (KISS ET AL., 2005).

Vhodnou předplodinou pro kukuřici jsou zapojené plodiny (např. obilniny), do kterých samičky bázlivce kukuřičného nekladou vajíčka. K redukci populace bázlivce kukuřičného také přispívá hluboká orba (ACKERMANN ET AL., 2013). V teplejších oblastech pěstování kukuřice se doporučují pozdější výsevy kukuřice. Ke snížení škod a k podpoře regenerace kukuřice po napadení bázlivcem kukuřičným napomáhá zvýšené hnojení dusíkem (CAGÁŇ ET AL., 2010).

2.2.9 Chemická ochrana

Ochrana kukuřice proti bázlivci kukuřičnému se provádí především proti jeho larvám. V roce 2013 bylo možné ještě použít insekticidně namořené osivo přípravkem Cruiser 350 FS s účinnou látkou thiamethoxam. Rozhodnutím odvolacího výboru u Evropské komise došlo k prosazení zákazu používání tří neonicotinoidních účinných látek – imidacloprid, clothianidin, thiamethoxam (KOLAŘÍK & ROTREKL, 2011). V ochraně kukuřice proti larvám bázlivce kukuřičného lze od roku 2014 použít pouze půdní granulovaný insekticidní přípravek Force 1,5 G s dávkou přibližně 14 kg/ha (podrobnější informace v kapitole 4.3.2.). Cena tohoto přípravku je asi 266 Kč za 1 kg (AGRONOM, 2015). Účinnost insekticidů aplikovaných proti larvám je závislá na velikosti populace škůdce a dynamice líhnutí larev (trvá přibližně tři týdny). Důležitý je termín aplikace, protože larvy prvního instaru jsou nejcitlivější. Starší larvy jsou k ošetření odolnější (KROUTIL, 2013). V roce 2013 bylo registrováno mořidlo do kukuřice Sonido 400 FS s účinnou látkou thiacloprid proti drátovcům (KOLAŘÍK & ROTREKL, 2014c). V praxi byla potvrzena výborná účinnost na drátovce, spolehlivý účinek na larvy bázlivce kukuřičného a také byl prokázán vedlejší efekt na bzunku ječnou (DOUBKOVÁ, 2014).

Ochrana proti dospělcům se provádí pouze u kukuřice pěstované na zrno, osivo nebo u cukrové kukuřice po dosažení prahů škodlivosti, které jsou uvedeny v kapitole 2.2.4. V monokulturách kukuřice je nezbytné regulovat početnost brouků jedním až dvěma postřiky při počtu 35 a více brouků na jeden lapák za 14 dní (KOLAŘÍK & ROTREKL, 2011). Ošetření proti dospělcům se provádí postřikovači s vysokou

světlostí. První termín pro ošetření proti dospělcům bázlivce v oblasti kontinuálního šíření nastává v období dvou až tří týdnů po zjištění prvních jedinců ve feromonových lapácích. Druhé ošetření je potřeba provést při přetrvávajícím vysokém výskytu dospělců ve feromonových lapácích. Doporučované přípravky proti dospělcům bázlivce nejsou selektivní vůči přirozeným nepřátelům škůdců (ACKERMANN, 2013). Přehled přípravků na ochranu rostlin proti dospělcům bázlivce kukuřičného registrovaných v České republice včetně orientační ceny aplikace na jeden hektar je v tabulce 3.

Tab. 3 Povolené insekticidní přípravky proti bázlivci kukuřičnému v roce 2014 (ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ, 2015; AGRONOM, 2014).

Přípravek	Účinná látka	Aplikační dávka (na 1 ha)	Orientační cena aplikace (na 1 ha)
Ampligo	lambda-cyhalothrin, chlorantraniliprole	0,2 l	800 Kč
Biscaya 240 OD	thiacloprid	0,3 l	492 Kč
Decis Mega	deltamethrin	0,2–0,25 l	231–289 Kč
Explicit plus	indoxacarb	0,125 kg	851 Kč
Karate se Zeon technologíí 5 CS	lambda-cyhalothrin	0,04%	405 Kč
Steward 30 WG	indoxacarb	0,125 kg	794 Kč

Přípravek Ampligo byl registrován v roce 2014. Obsahuje dvě účinné látky lambda-cyhalothrin, který působí velmi rychle po aplikaci a chlorantraniliprole. Tato účinná látka náleží do skupiny diamidů, primárně působí přes trávicí ústrojí, sekundárně má kontaktní účinek. Zasažený hmyz je paralyzován, přestává náhle přijímat potravu a nakonec umírá (SYNGENTA, 2014b). Biscaya 240 OD je systémový insekticid, který se smí během sezóny aplikovat pouze jednou a to do BBCH 65 (plný květ). Spolehlivá účinnost je i za vyšších teplot. Decis Mega je nesystémový, dotykový a požerový insekticid. Jeho aplikace je vhodná do 23 °C. Přípravek Explicit plus je dotykový a požerový jed. Jeho účinnost vzrůstá s teplotou a je ho možné kombinovat s biologickou ochranou. Karate se Zeon technologíí je nesystémový, dotykový a požerový pyretroid, který je doporučováno aplikovat do 20–25 °C (AGRONOM, 2014).

Po aplikaci přípravků jak proti larvám, tak proti dospělcům, by měla být hodnocena účinnost ochrany, dle zásad integrované ochrany rostlin. Po účinné ochraně proti larvám by neměl být významný výskyt rostlin s příznaky poškození (tzv. husí krky) v porostu. Po aplikaci přípravků na dospělé brouky by mělo být zabráněno významnému poškození zrn v palicích a mělo by dojít k výraznému poklesu ulovených dospělců na feromonových lapácích v prvních dvou týdnech po ošetření (ACKERMANN, 2013).

2.2.10 Genetická ochrana

Tato metoda ochrany před hmyzími škůdci je založená na pěstování geneticky modifikované kukuřice, tzv. Bt-kukuřice. Do těchto hybridů kukuřice je vkládán gen pomocí metod genového inženýrství, který je odlišný od Bt-kukuřice rezistentní vůči zavíječi kukuřičnému a pochází z bakterie *Bacillus thuringiensis* f. sp. *tenebrionides* (KROUTIL, 2013). Tento gen produkuje pro hmyz toxický protein označovaný *Cry* (CHLOUPEK, 2008). Kukuřice rezistentní k bázlivci kukuřičnému produkují například toxin *Cry34/35Ab1* (SHARMA, 2008).

V letech 2007–2009 byla zjišťována úmrtnost bázlivce způsobená žírem na geneticky modifikované kukuřici v lokalitách Missouri. Výsledkem bylo, že kukuřice 5307 s proteinem eCry3.1Ab, MIR 604 s proteinem mCry3A a 5307 × MIR 604 snížila výskyt brouků v jednotlivých letech o 99,79 %; 97,83 % a 99,91 % (HIBBARD ET AL., 2011). Výsledky pokusů RUDEENA & GASSMANNA (2012) také ukazují, že larvální vývoj byl na transgenní kukuřici opožděný oproti nemodifikované kukuřici. Toto zjištění potvrzuje již předchozí studie MEINKE (2003), který uvádí, že larvální žír na transgenní kukuřici může zpozdit první výskyt dospělých brouků. Také produkce potomstva na jednu samičku může být omezena, pokud se larvy či dospělci živí transgenní kukuřicí.

V roce 2003 uvedl na americký trh koncern Monsanto první geneticky modifikovanou kukuřici odolnou vůči bázlivci kukuřičnému – varianta YieldGard. V USA již také existují hybridy, které jsou rezistentní jak vůči zavíječi kukuřičnému tak bázlivci kukuřičnému. Výhodou pěstování transgenní kukuřice je zvýšená ochrana kořenového systému a snížené množství aplikovaných insekticidů. Při pěstování rezistentní kukuřice k hmyzím škůdcům je důležité používat postupy k řízení vzniku rezistence (Insect Resistance Management, IRM), aby se oddálil možný vznik rezistence u škůdce (KOUBOVÁ, 2006). Na středozápadě USA již došlo k nálezům

rezistentních brouků bázlivce kukuřičného na původně rezistentních rostlinách, které byly poškozeny žírem. Bylo tomu tak v důsledku kontinuálního pěstování jedné odrůdy kukuřice na velkých plochách a nedodržení zásad IRM (KOUBOVÁ, 2012).

Jediná plodina, kterou je povoleno v Evropské unii i v České republice komerčně pěstovat, je kukuřice linie MON 810 vykazující odolnost vůči hmyzím škůdcům, především zavíječi kukuřičnému. Tato linie byla v roce 1998 schválena pro uvedení do oběhu včetně pěstování. V roce 2005 byla poprvé komerčně pěstována v České republice a v roce 2008 dosáhla osetá plocha 8,3 hektarů (ROUDNÁ, 2008). Ve stejném roce dosáhla celosvětově plocha s geneticky modifikovanými plodinami 125 milionů hektarů. Ze zemí Evropské unie jsou největší plochy s těmito plodinami ve Španělsku (KŘÍSTKOVÁ, 2009). Problematika geneticky modifikovaných organismů a jejich využití zejména v zemědělství je v Evropské unii stále kontroverzním tématem a pohledy jednotlivých členských států jsou značně protikladné. Česká republika patří mezi pětici zemí Evropské unie, společně se Španělskem, Portugalskem, Rumunskem a Slovenskem, které mají tyto moderní šlechtitelské metody aplikované v praxi (STRATILOVÁ, 2013).

2.2.11 Biologická ochrana

Tímto termínem je chápána introdukce parazitoidů, predátorů nebo patogenních mikroorganismů k potlačení populací škůdců rostlin nebo zvířat. Biopesticidy lze tedy chápat jako přípravky nebo prostředky k ochraně rostlin a dalších předmětů proti škodlivým činitelům na bázi živých organismů. Biopreparáty, přípravky na bázi mikroorganismů obsahují jako účinnou složku bakterie, houby, viry a viroidy, řasy a nebo prvoky. Tyto organismy zcela postrádají aktivní schopnost vyhledávání hostitele. Makroorganismy, neboli bioagens, jsou přirození nepřátelé – predátoři, parazitoidi, paraziti z kmene členovci (Arthropoda) a entomopatogenní hlístice z kmene Nematoda. Bioagens reguluje především hmyzí škůdce, které aktivně vyhledává (NAVRÁTILOVÁ, 2013). K biologickým postupům ochrany rostlin se také řadí používání feromonů. Klasická biologická ochrana má nenahraditelnou roli v rámci integrované ochrany rostlin, jelikož poskytuje možnost částečně obnovovat populace přirozených nepřátel napadajících škůdce a vytvářet tak přirozeně fungující systém (KUHLMANN ET AL., 2005). Za účelem zvýšení kvality rostlinné produkce cestou náhrady chemického ošetření poskytuje Česká republika národní dotace. Výše dotace se odvíjí od nákladů

na její pořízení. U polních druhů plodin je stanovena do 25 % z prokázaných nákladů na pořízení bioagens nebo biopreparátů, maximálně však u druhu kukuřice 473 Kč na hektar (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, 2014).

Jedním z nejdůležitějších předpokladů pro úspěšné použití biologické ochrany je identifikace škodlivého činitele a identifikace a znalost bionomie organismů s potenciálem využití k biologické ochraně. Mezi četnými prospěšnými organismy využívanými k biologické ochraně jsou i hlístice. Tato bioagens útočí na hmyz, roztoče a měkkýše a mají potenciální význam v zemědělství, lesnictví, zdraví člověka a zvířat (STOCK & HUNT, 2005).

Podle studií provedených v letech 2000 až 2002 nebyli v Evropě nalezeni žádní přirození nepřátelé larev ani dospělých brouků bázlivce kukuřičného. Současné poznatky ukazují, že hlístice by mohly být nástrojem biologické ochrany pro potlačení populace bázlivce kukuřičného. Předpokládá se, že nejúspěšnější entomopatogenní hlístice pro boj s larvami tohoto škůdce jsou *Heterorhabditis bacteriophora* a *Steinernema feltiae*. Tyto organismy jsou dále testovány v polních pokusech nejvíce v Maďarsku, kde je hlášeno vysoké zamoření daným škůdcem (EHLERS ET AL., 2004). CAGÁŇ ET AL. (2010) popisuje nález mouchy z čeledi Tachinidae ve Střední Americe, která by mohla být v budoucnosti introdukována do Evropy jako parazitoid. Dalšími možnostmi biologické regulace bázlivce kukuřičného je použití entomopatogenních hub *Beauveria bassiana* aplikovaných do půdy proti larvám škůdce.

2.3 Entomopatogenní hlístice

Hlístice jsou nebezpeční parazité obratlovců včetně člověka nebo také škůdci rostlin. Některé druhy jsou ale specializované na bezobratlé živočichy a napomáhají potlačovat populace hmyzích škůdců. Pro biologickou ochranu jsou prozatím využívány hlístice rodu *Steinernema* a *Heterorhabditis*, které zahrnují desítky konkrétních druhů (TICHÁ, 2001).

V současné době tvoří jednu z nejdynamičtější rozvíjejících se skupin bioagens určených pro biologickou ochranu rostlin. Parazitické hlístice jsou běžnou součástí půdních biocenóz po celém světě. Mohou napadat široké spektrum hmyzích škůdců, jelikož jsou polyfágní (NAVRÁTILOVÁ, 2013). Nejčastěji parazitují na půdních druzích hmyzu anebo takových druzích hmyzu, které stráví alespoň část života v půdním

prostředí. V současnosti je známých více jak 400 škodlivých druhů hmyzu, u kterých se potvrdila jejich náchylnost k napadení hlísticemi (CAGÁŇ ET AL., 2010).

2.3.1 Anatomie a morfologie entomopatogenních hlístic

Hlístice mají protáhle bilaterálně souměrné, válcovité tělo dlouhé několik milimetrů bez segmentace (SEDLÁK, 2002). Povrch těla chrání třívrstvá kutikula, kterou během ontogeneze několikrát svlékají. Smyslové orgány jsou nejvíce soustředěny na hlavové části těla. Obklopují ústa a mají tvar krátkých set. Sety jsou specializované chloupkovité buňky produkované hypodermis. Pod kutikulou je tenká buněčná vrstva zvaná hypodermis. Po délce těla vytváří směrem do tělní dutiny (pseudocelu) čtyři hřebeny, tzv. chordy. Hypodermis je tvořena řadou zásobních látek (lipidy, glykogen) a vlákná, která jsou v ní uložena, vytvářejí spojení se svalstvem (WEISER & MRÁČEK, 1988).

Pohyb hlístic je pomalý, jelikož kožně svalový vak umožňuje pouze mrskavé pohyby a stáčení do spirály. Vzhledem k tomu, že jim zcela chybí příčná svalovina, nemohou se klasicky pohybovat. Ústní otvor hlístic je uzpůsoben způsobu života a typu přijímané potravy. V ústní dutině se nachází jehlovitý útvar, tzv. stilet. Hlístice nemají oči, dýchají celým povrchem těla a nemají krevní oběh (ŠEFROVÁ, 2006).

2.3.2 Systematické zařazení a charakteristika *Heterorhabditis bacteriophora*

Podle HUNTA (2013) je *Heterorhabditis bacteriophora* Point (1976) systematicky zařazena do říše živočichové (Animalia), oddělení dvoustraně souměrní (Bilateria), pododdělení prvoústí (Protostomia), kmene hlístice (Nematoda), třídy Secernentea, řádu měchovci (Strongylida) a čeledě (Heterorhabditidae).

Entomopatogenní hlístice *H. bacteriophora* byla poprvé objevena v infikované housence *Heliothis punctiger*. Celkem je popsáno šest druhů tohoto rodu, které se liší v chování a fyziologii. V symbióze s *Heterorhabditis bacteriophora* je bakterie *Photorhabdus luminescens*, která v těle napadeného hmyzu způsobuje bakteriální septikémii. (MAHR, 2001).

Heterorhabditis bacteriophora patří mezi drobnější zástupce kmene hlístice. Samice první generace dorůstají délky až 5 mm, samci a samice druhé generace jsou opět drobnější. Povrch těla je celistvě pokryt hladkou kutikulou, samci na rozdíl od samic mají trnovité zakončení ocasní části. Invazní larvy dorůstají maximální délky 0,5 mm a jejich tělo se směrem k vyústění trávicí trubice zužuje (PERNICOVÁ, 2013).

2.3.3 Životní cyklus *Heterorhabditis bacteriophora* a mechanismus napadení

Vývojový cyklus všech známých druhů hlístic je shodný. Jedná se o heterogonii. Podstatou patogenity hlístic je jejich symbiotické spojení s bakteriemi, které žijí v jejich trávicím traktu. Aktivním stádiem jsou invazní larvy velké asi 0,6 mm, které se pohybují v půdě rychlostí až 20 cm za den. Invazní larvy mohou přežít v půdě bez potravy poměrně dlouhé období. Pokud naleznou vhodného hostitele, pronikají do jeho těla některým z tělních otvorů. Nejčastěji vnikají do hostitele ústním nebo řitním otvorem. V hostiteli se hlístice přes střevní stěnu dostanou do tělní dutiny, kde začnou ze svého těla uvolňovat symbiotické bakterie a hostitele do několika hodin usmrtí. Přibližně za 2–4 dny dospívají do první generace, která je partenogenetická. Potravou pro háďátka jsou množící se bakterie. Asi po 2–3 týdnech se z nakladených vajíček líhnou larvičky, které se vyvíjejí již v mrtvém hostiteli. Larvy dospívají v dospělce druhé generace. Ta je bisexuální a rozměrově menší oproti generaci první. Život samců je velmi krátký (1–2 dny). Po spáření se líhnou larvy, vyvíjejí se v těle samice, kde dorůstají až do druhého až třetího larválního instaru. Tyto larvy se rozlézají do okolí a hledají nového hostitele. Invazní larvy jsou larvy druhého instaru, které jsou volně žijící a značně životaschopné – od několika dní až několika měsíců. Larva druhého instaru se brzy po proniknutí do hostitele svléká v larvu třetího instaru. Následuje svlékání larvy do čtvrtého larválního instaru. Celkově za čtyři dny od začátku parazitace se objevují velké partenogenetické samice (WEISER & MRÁČEK, 1986; STOCK & HUNT, 2005; CAGÁŇ ET AL., 2010).

2.3.4 Přípravky s entomopatogenními hlísticemi registrované v ČR

Larvanem je přípravek registrovaný firmou Biocont Laboratory, který obsahuje jako bioagens právě *Heterorhabditis bacteriophora*. Jeho oblast použití je do skleníkových kultur, okrasných rostlin a jako dezinsekce pěstitelských substrátů a používá se v boji proti larvám lalokonosců rodu *Otiiorhynchus* (BIOCONT LABORATORY, 2015). Dávka je přibližně 500 tisíc hlístic na m². Přípravek **Nematop** registrovaný firmou E-nema je podobný předchozímu přípravku v oblasti použití i biologické funkci. Firma E-nema nabízí také přípravek **Dianem** určený pro biologickou ochranu proti bázlivci kukuřičnému. Tento přípravek ale není registrován v České republice (E-NEMA, 2015).

Další přípravky registrované v České republice jsou **Nemaplus Steinernema-System** obsahují hlístice *Steinernema feltia*, **Nemaslug** a **Phasmarhabditis-System** s hlísticemi *Phasmarhabditis hermafrodita* (ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ, 2015). Využití hlístic při ochraně rostlin je bezpečné pro rostliny, spotřebitele i životní prostředí.

3 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Hlavním cílem této diplomové práce je formou polního poloprovozního pokusu ověřit účinnost biologické ochrany v kukuřici proti bázlivci kukuřičnému za použití entomopatogenních hlístic *Heterorhabdotis bacteriophora*.

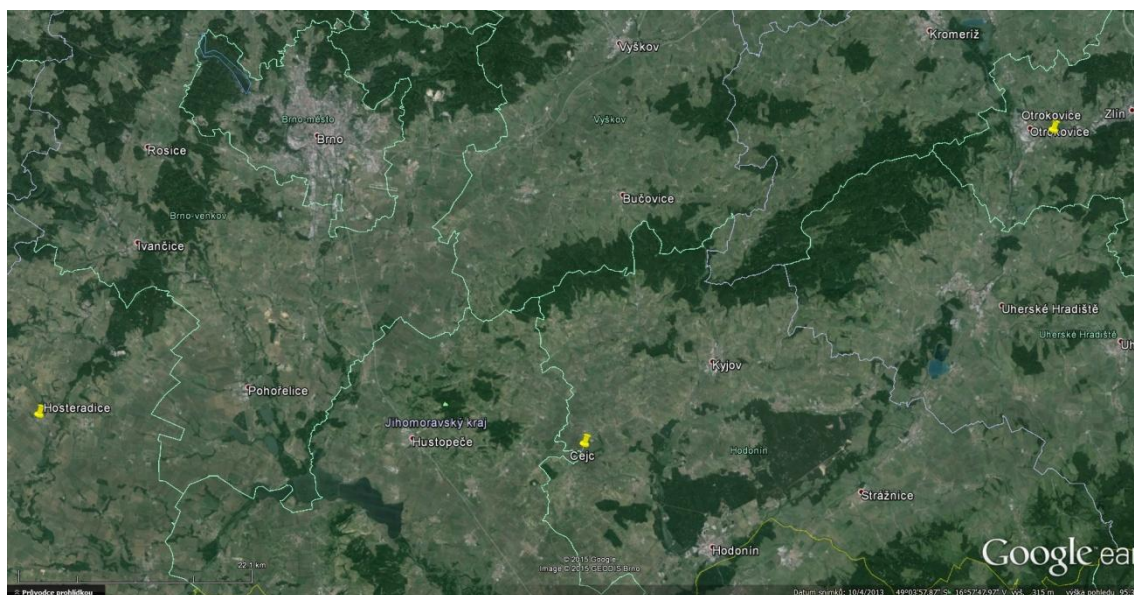
Na základě monitoringu dospělých brouků také zhodnotit výskyt tohoto škůdce na daných lokalitách.

Předpokládá se nižší napadení rostlin po aplikaci zmíněných bioagens cílených proti larvám bázlivce kukuřičného.

4 METODIKA A MATERIÁL

4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Pokusy probíhaly v hospodářském roce 2014 na třech lokalitách. Mapa (Obr. 10) znázorňuje umístění lokalit v rámci Jihomoravského kraje. Pokusné plochy kukuřice byly vybrány po obvodu jižních hranic České republiky se sousedními státy, odkud se bázlivec kukuřičný rozšířil k nám a kde se předpokládá vysoké napadení porostů kukuřic tímto škůdcem.



Obr. 10 Mapa pokusných lokalit – Otrokovice, Čejč, Hostěradice (<http://www.google.cz/intl/cs/earth/>).

4.1.1 Otrokovice

V Otrokovících, které se nachází v okrese Zlín, pokus probíhal na pozemcích firmy Plemenářské služby a. s. Otrokovice v rámci hybridních pokusů firmy KWS Osiva:

Nadmořská výška: 193 m n. m.

Výrobní oblast: řepařská.

Půdní typ: hnědozem.

Předplodina: kukuřice.

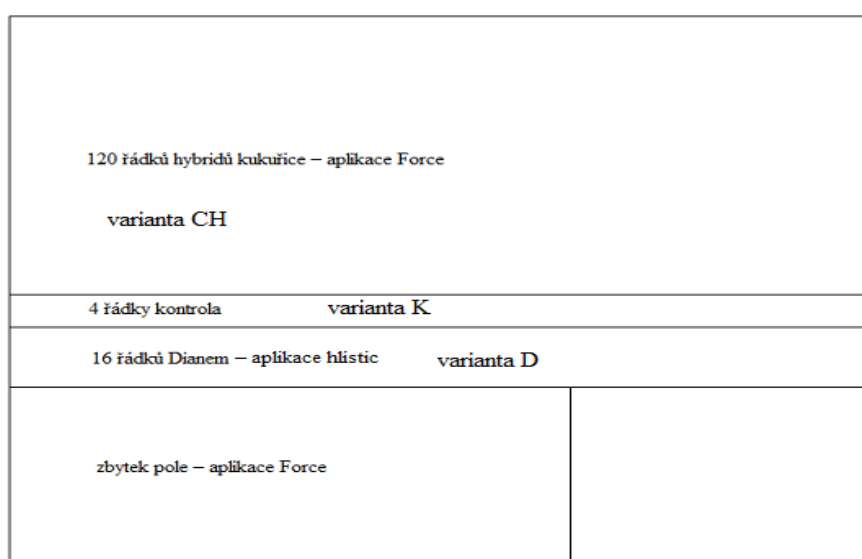
Velikost pokusné plochy s aplikací hlístic: 0,25 ha.

Odrůda: KWS 6471 (s aplikací hlístic – Dianem a kontrola); KXB 5707 – CH 30, KOMPETAS – CH 20, KXB 3356 – CH 18, KWS NESTOR – CH 14, KWS 2323 – CH 5 (chemická ochrana – Force).

Pěstební opatření: minimalizační zpracování půdy, preemergentní aplikace herbicidu, u variant s chemickou ochranou použit půdní insekticid Force.

Okolí porostu kukuřice: převaha kukuřice

Schéma polního pokusu na lokalitě Otrokovice je na obrázku 11. Délka řádků pro varianty CH, K, D je 200 m. Na obrázku 12 je letecký pohled na pokusné stanoviště, které se nachází mezi Otrokovicemi a Zlínem.



Obr. 11 Schéma pokusného pole na lokalitě Otrokovice



Obr. 12 Mapa pokusného stanoviště Otrokovice (<https://www.google.cz/maps>)

4.1.2 Čejč

V Čejči, která se nachází v okrese Hodonín, pokus probíhal na pozemcích firmy Horáková Farma a. s. v rámci hybridních pokusů firmy KWS Osiva:

Nadmořská výška: 185 m n. m.

Výrobní oblast: kukuřičná.

Půdní typ: černozem.

Předplodina: kukuřice.

Velikost pokusné plochy s aplikací hlístic: 0,25 ha.

Odrůda: KWS 9361 (s aplikací hlístic – Dianem a kontrola), DKC 5815 – CH 24, KOMPETAS – CH 17, P 9721 – CH 4, P 9241 – CH 2 (chemická ochrana – Force).

Pěstební opatření: minimalizační zpracování půdy, preemergentní aplikace herbicidu, u variant s chemickou ochranou použit půdní insekticid Force.

Okolí porostu kukuřice: převaha kukuřice, v blízkosti rybník.

Schéma polního pokusu na lokalitě Čejč je na obrázku 13. Délka řádků pro varianty CH, K, D je 170 m. Na obrázku 14 je letecký pohled na pokusné stanoviště včetně blízkého okolí.

konec pole	zbytek pole – aplikace Force	1	2	3	4	var CH
	20 řádků Dianem – apl. hlístic	1	2	3	4	var. D
	8 řádků kontrola	1	2	3	4	var. K
	100 řádků hybridů kukuřice – aplikace Force					var. CH
	zbytek pole – aplikace Force					

Obr. 13 Schéma pokusného pole na lokalitě Čejč včetně umístění odchyťových klecí



Obr. 14 Mapa pokusného stanoviště Čejč (<https://www.google.cz/maps>)

4.1.3 Hostěradice

Třetí lokalita jsou Hostěradice v okrese Znojmo. Na pozemcích hospodaří firma Agroservis Višňové a. s.:

Nadmořská výška: 212 m n. m.

Výrobní oblast: kukuřičná.

Půdní typ: černozem.

Předplodina: kukuřice.

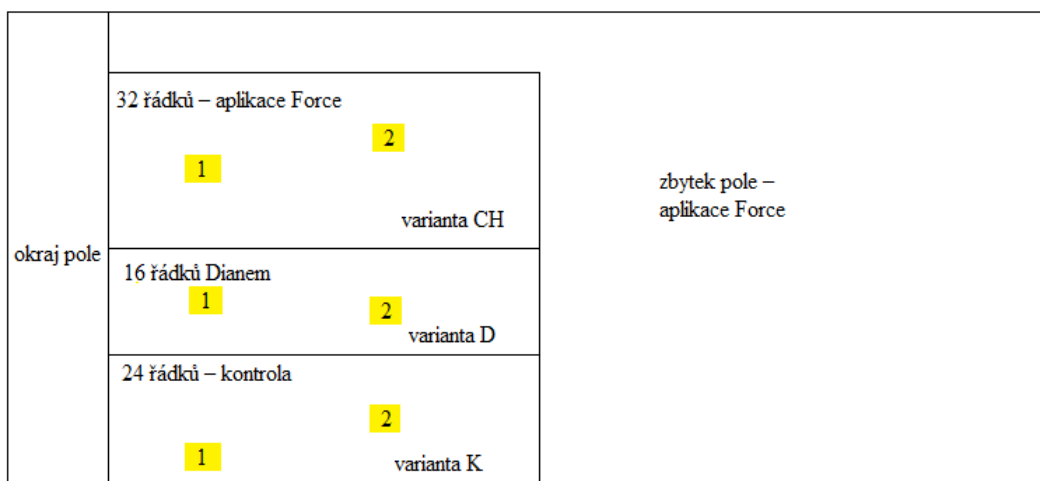
Velikost pokusné plochy s aplikací hliště: 0,25 ha.

Odrůda: KWS 9361

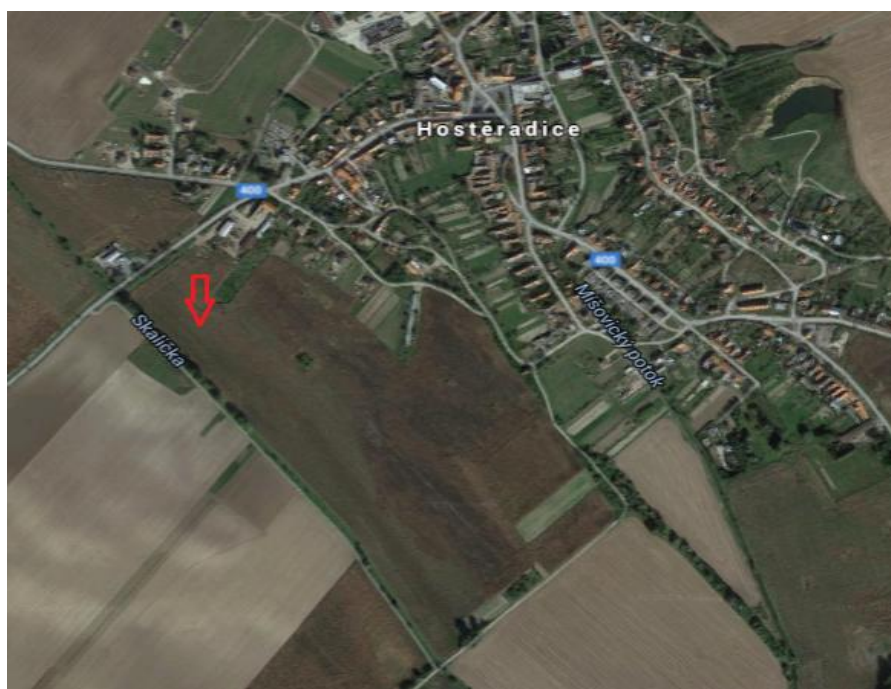
Pěstební opatření: minimalizační zpracování půdy, preemergentní aplikace herbicidu, u variant s chemickou ochranou použit půdní insekticid Force.

Okolí porostu kukuřice: pokusnou plochu od ostatních porostů v okolí dělí alej topolů, v blízkosti převaha kukuřice, přes silnici řepka.

Schéma polního pokusu na lokalitě Hostěradice je na obrázku 15. Délka řádků pro varianty CH, K, D je 200 m. Na obrázku 16 je mapa pokusného stanoviště u obce Hostěradice včetně blízkého okolí.



Obr. 15 Schéma pokusného pole na lokalitě Hostěradice včetně umístění odchytných klecí



Obr. 16 Mapa pokusného stanoviště Hostěradice (<https://www.google.cz/maps>)

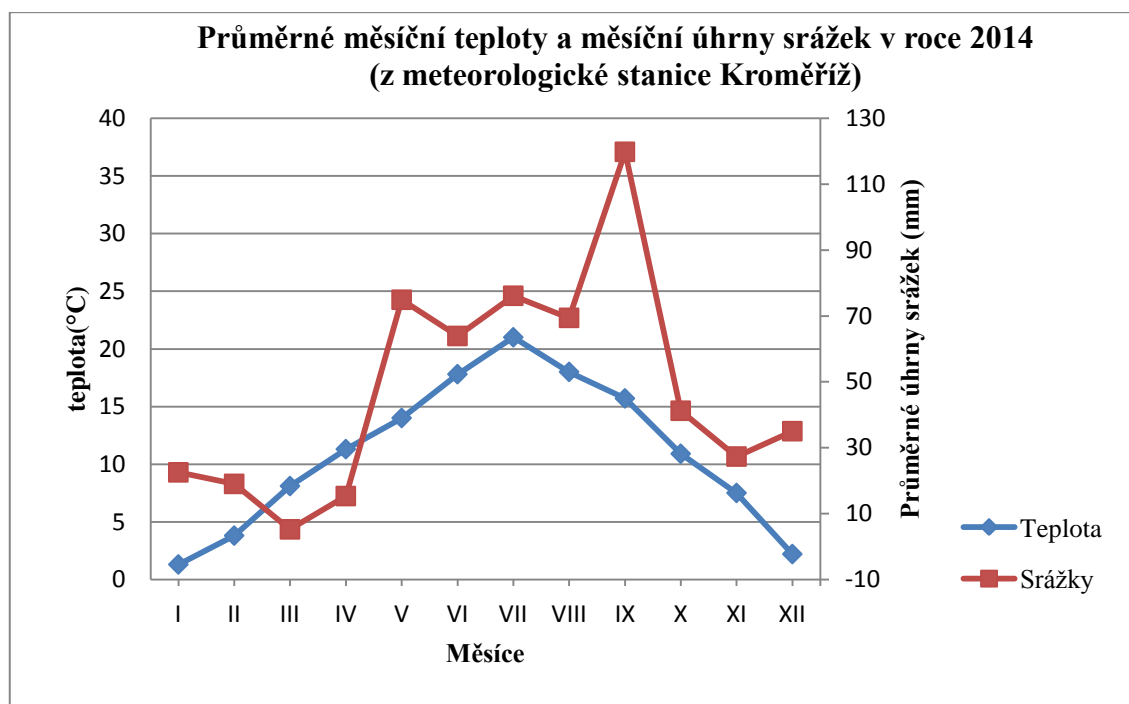
4.1.4 Klimatické a povětrnostní podmínky

Otrokovice spadají do teplé klimatické oblasti s velmi dlouhým, teplým a suchým létem. Srážkový úhrn ve vegetačním období je 350–400 mm. Přechodné období je velmi krátké. Zima je mírně teplá a suchá s úhrnem srážek 200–300 mm. Průměrná roční teplota je 8–9 °C.

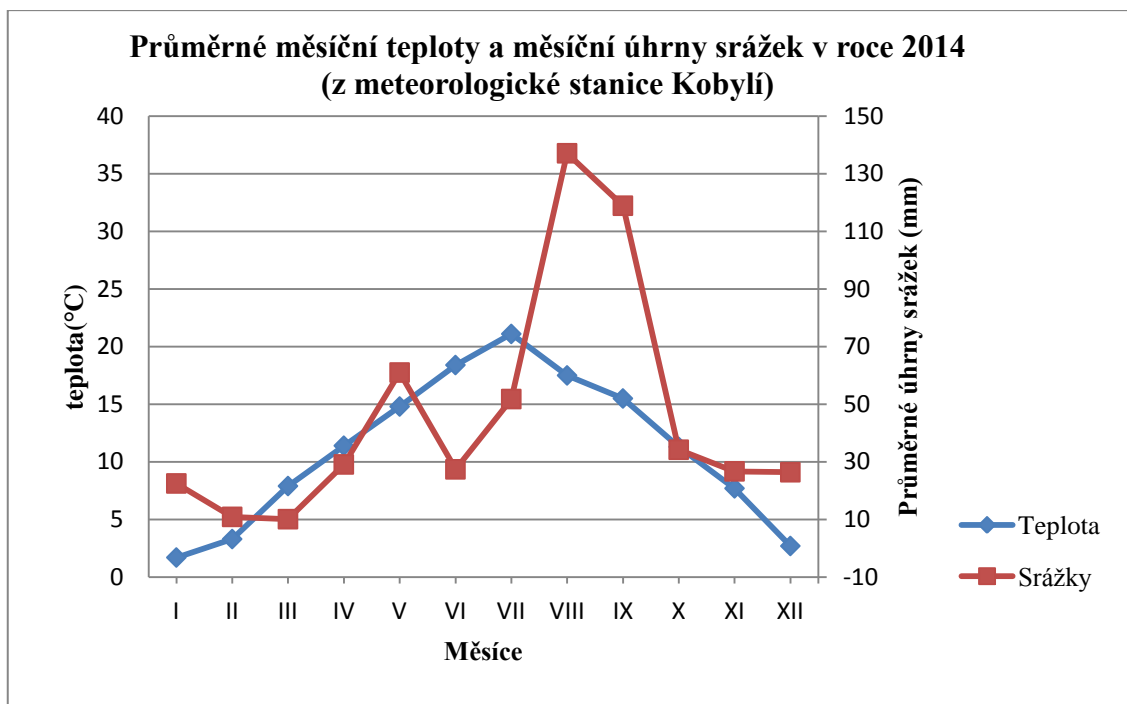
Čejč se nachází v teplé klimatické oblasti T4, která je zároveň nejteplejší oblastí v České republice. Podnebí je velmi teplé a poměrně suché, jelikož Čejč je ve srážkovém stínu Ždánického lesa a Předního koutu. Roční úhrn srážek je 509 mm. Průměrná roční teplota je 9 °C.

Hostěradice patří stejně jako Čejč k nejteplejším oblastem České republiky. Podnebí je výrazně teplé a nejsušší na Moravě, protože se zde uplatňuje srážkový stín Českomoravské vrchoviny. Roční úhrn srážek je 505 mm. Průměrná roční teplota je 9 °C (ANONYM, 2009; CULEK ET AL., 1996; CULEK ET AL., 2005).

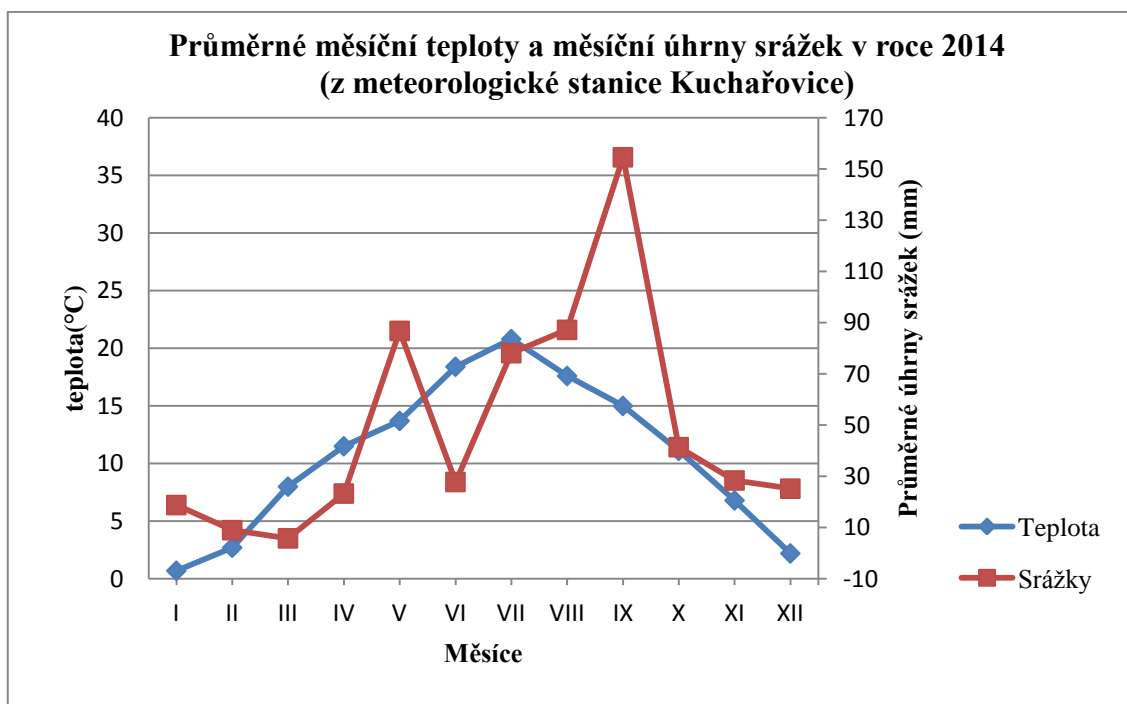
Průběh počasí v roce 2014 naznačují následující grafy (graf 1, 2, 3). Údaje v nich jsou z meteorologických stanic nacházejících se v nedaleké blízkosti pokusných lokalit. Pro Otrokovice byla použita data z meteorologické stanice Kroměříž, pro Čejč z meteorologické stanice Kobylí a pro Hostěradice z meteorologické stanice Kuchařovice. Pro porovnání je také uveden dlouhodobý normál Jihomoravského kraje (ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2015).



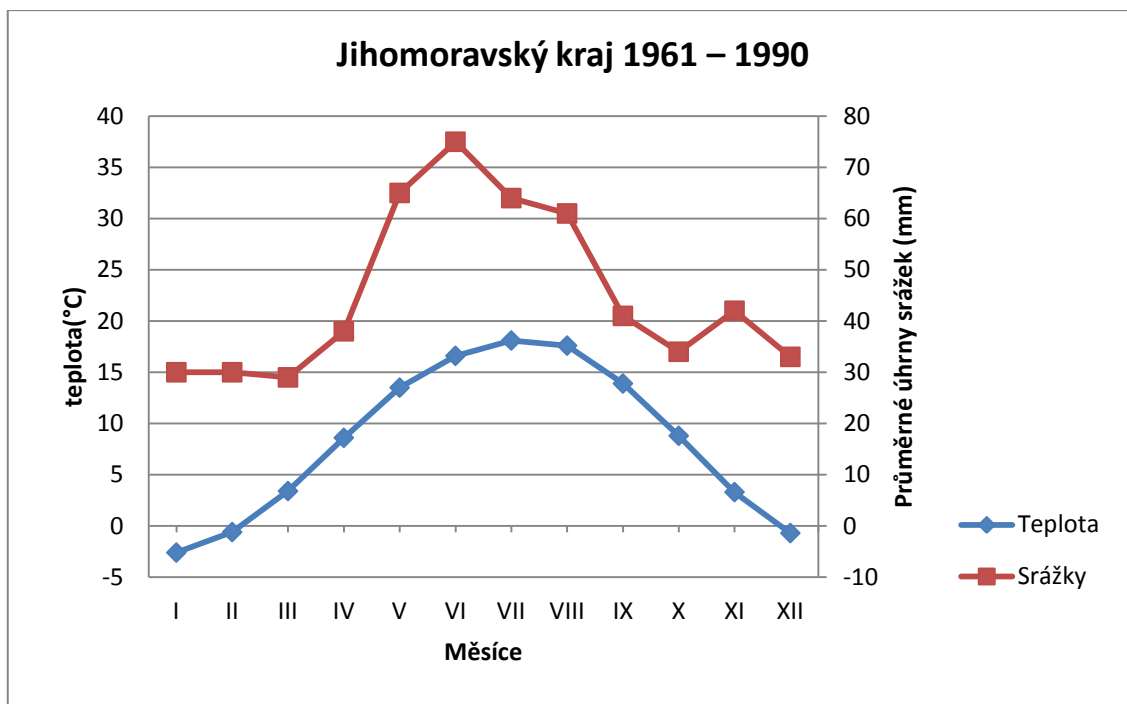
Graf 1 Průběh teplot a srážek v roce 2014 – Otrokovice (ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2015)



Graf 2 Průběh teplot a srážek v roce 2014 – Čejč (ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2015)



Graf 3 Průběh teplot a srážek v roce 2014 – Hostěradice (ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2015)



Graf 4 Dlouhodobý normál teplot a srážek (1961 – 1990) Jihomoravského kraje (ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2015)

Rok 2014, ve kterém pokusy probíhaly, byl, co se počasí týče, plný extrémů. Mírný průběh zimy – téměř bez mrazů a sněhové pokrývky znamenal nulovou hygienu půdy a špatnou regeneraci půdní struktury, rychlý nástup jara, dlouhotrvající období beze srážek. Počátek roku 2014 lze charakterizovat jako srážkově podprůměrný. Především první čtyři měsíce byly velmi suché s celkovým úhrnem srážek 62 mm (Kroměříž), 72,6 mm (Kobylí) a 56,9 mm (Kuchařovice), v porovnání s dlouhodobým normálem Jihomoravského kraje (1961–1990), kdy úhrn srážek v těchto měsících byl 127 mm. Období předjaří a jara bylo teplotně nadprůměrné, kdy zimu vystřídal rychlý nástup vysokých teplot. Průměrná teplota v měsíci březnu byla 8,1 °C (Kroměříž), 7,9 °C (Kobylí) a 8,0 °C (Kuchařovice). To je v porovnání s dlouhodobým normálem přibližně o 5 °C více. Za vegetační období (duben – září) se průměrná teplota pohybovala okolo 16,3 °C. Úhrny srážek byly v těchto měsících vysoké, především v letních měsících (červenec, srpen, září). Celkový úhrn srážek za vegetační období byl 419,4 mm (Kroměříž), 425,3 mm (Kobylí), 457,8 mm (Kuchařovice). To je o 75-100 mm více oproti dlouhodobému normálu. Nejteplejším měsícem byl červenec s teplotami okolo 21 °C. Naopak nejchladnější byl leden s 1,3 °C (Kroměříž), 0,7 °C (Kobylí), 0,7 °C (Kuchařovice).

4.2 Metodika pokusu

Problematika byla řešena formou poloprovozního polního pokusu. Pokusy byly založeny v 1. polovině dubna. Setí kukuřice bylo nejdříve provedeno na pokusné lokalitě Čejč 7. 4. 2014, dále v Hostěradicích 8. 4. 2014 a nakonec v Otrokovicích 9. 4. 2014. Popis jednotlivých variant založených na pokusných stanovištích ukazuje tabulka 4.

Tab. 4 Varianty pokusů na jednotlivých lokalitách – Otrokovice, Čejč, Hostěradice

Varianta	Aplikovaný přípravek	Dávka (na ha)	Počet aplikací
Otrokovice			
K	bez ošetření	-	-
CH (5, 14, 18, 20, 30)	Force	14 kg	1
D	Dianem	2 miliardy	1
Čejč			
K	bez ošetření	-	-
CH (2, 4, 17, 24)	Force	14 kg	1
D	Dianem	2 miliardy	1
Hostěradice			
K	bez ošetření	-	-
CH	Force	14 kg	1
D	Dianem	2 miliardy	1

U varianty K, tedy neošetřené kontroly, nebyl aplikován žádný insekticidní přípravek a sloužila jako srovnávací (kontrolní) varianta. Půdní insekticid Force byl aplikován u varianty CH (chemická ochrana) v dávce 14 kg/ha během setí přímo do půdy. Číselné indexy u varianty CH značí hybridy kukuřice, které byly hodnoceny v rámci pokusu na lokalitách Otrokovice a Čejč a jsou uvedeny v kapitole 4.1. Varianta D, kde byla použita biologická ochrana proti bázlivci kukuřičnému, nese název podle aplikovaného přípravku Dianem obsahujícího hlístice *Heterorhabditis bacteriophora*. Hlístice mohou být aplikovány buď přímo do půdy při setí, nebo na půdu vedle mladých

rostlin kukuřice ve formě roztoků, granulí anebo jimi může být přímo obalené osivo kukuřice (TOEPFER & KUHLMAN, 2013). V našem pokuse byl zvolen způsob aplikace přímo do půdy během setí speciálně upraveným přesným čtyřřádkovým secím strojem Kverneland Accord Optima, který je na obrázku 17. Přípravek Dianem byl na místo určení převezen v chladicím boxu s teplotou 9 °C. Před aplikací byl zředěn v poměru: 1 miliarda hlístic se 100 litry vody. Dávkování roztoku bylo 200 l/ha. Kukuřice byla seta na meziřádkovou vzdálenost 0,75 m.



Obr. 17 Upravený secí stroj s aplikátorem na roztok hlístic (DOLEŽALOVÁ, TEPLÝ)

Pro sledování bázlivce kukuřičného v porostech kukuřice lze využít různé formy monitoringu (ROTREKL & KOLAŘÍK, 2014A). V našich pokusech byl zvolen způsob monitoringu pomocí feromonových lapáků, typ Csalomon PAL. Tyto lapáky byly dány do porostů kukuřice dne 25. 6. 2014 na všech lokalitách. Lapáky byly umístěny na dřevěné kolíky do porostu kukuřice vždy po dvou. Umístění feromonových lapáků do porostu je na obrázku č. 18.

Odpočty zachycených brouků byly prováděny jedenkrát týdně od začátku července do první poloviny září. Každý týden byli všichni brouci z leповých desek odstraněni a spočítáni. Během sledovaného období byly leповé desky a feromony třikrát vyměněny za nové. Na lokalitě Otrokovice byl poslední odpočet brouků proveden dne 29. 7. 2014

z důvodu insekticidního zásahu v porostu proti dospělým broukům bázlivce kukuřičného. V průběhu měsíce srpna byla z porostů kukuřice odebrána polovina feromonových lapáků a odpočet brouků probíhal už jen na jednom lapáku.



Obr. 18 Instalace feromonových lapáků do porostu kukuřice 25. 6. 2014 (BAGAR)

Počátkem července byly na lokalitách Čejč a Hostěradice umístěny textilní klece. Na lokalitě Otrokovice umístěny nebyly. Aplikované přípravky jak ve variantě CH, tedy s chemickou ochranou, tak i ve variantě D, s biologickou ochranou, byly směřovány proti larvám v půdě. Úkol těchto klecí byl izolovat vylíhlá imaga bázlivce kukuřičného z půdy a zjistit tak účinnost testovaných přípravků na úmrtnost larev bázlivce kukuřičného. Velikost jedné klece byla $1,4 \times 1,4$ m a pokryla dva řádky kukuřice. Celková plocha pod klecí byla $1,96 \text{ m}^2$. Textilní klec je zachycena na obrázku 19. Klece musely být u země po svém obvodu zasypány zeminou, aby nedocházelo k úniku brouků. Do klece byly umístěny dvě žluté leповé desky pro snadnější odchyt a spočítání vylíhlých brouků. Jednou týdně byli spočítáni brouci zachycení v kleci a odstraněni. Výška klecí byla 1,5 m. Po překročení této výšky musely být rostliny kukuřice zkráceny, aby nedošlo k poškození klecí a úniku brouků.



Obr. 19 Textilní klece pro odchyt vylíhlých brouků z půdy (BAGAR)

Koncem července (29. 7. 2014 v Otrokovicích a 30. 7. 2014 v Čejči), když byla kukuřice v růstové fázi BBCH 83 (časná vosková zralost), byly v porostu hodnoceny tzv. husí krky, tedy důsledek poškození kořenů po žíru larev. V porostu se v každé variantě vizuálně hodnotilo 200 stébel rostlin z různých řádků. Stébla kukuřice byla klasifikována dle pětibodové stupnice. Stupeň 0 znamenal, že na stéblech nebylo patrné žádné poškození. Stupeň 1 byly rostliny mírně nakloněné. Do stupně 2 jsme zařadili rostliny více nakloněné. Stupeň 3 byly rostliny mírně polehlé a stupeň 4 představoval největší napadení, kdy poškozené rostliny byly polehlé, jak je patrné na obrázku 20.

Na stéblech kukuřice bylo napadení stanoveno dle Townsend-Heubergerova vzorce
$$P (\%) = \frac{(0 \times n) + (1 \times n) + (2 \times n) + (3 \times n) + (4 \times n)}{5 \times n} \times 100$$
, kde P je stupeň napadení, n je počet napadených stébel u jednotlivých stupňů 0 – 4 a N je celkový počet hodnocených stébel v opakování (TOWNSEND & HEUBERGER, 1943). Celková účinnost jednotlivých variant byla stanovena dle Abbottova vzorce $BE (\%) = \left(1 - \frac{Pt}{Pk}\right) \times 100$, kde Pt vyjadřuje napadení v ošetřené variantě a Pk napadení v neošetřené kontrole (ABBOTT, 1925).

Výsledky byly statisticky zpracovány v programu STATISTICA version 10.0. Pro statistické vyhodnocení byla zvolena analýza rozptylu a Tukeyův test.



Obr. 20 Nejvyšší stupeň napadení při hodnocení husích krků (BAGAR)

4.3 Použitý materiál

4.3.1 Dianem

Tento přípravek obsahuje entomopatogenní hlístice *Heterorhabditis bacteriophora*, které aktivně vyhledávají larvy a kukly bázlivce kukuřičného v půdě. Po dvou týdnech se líhnou tisíce nových jedinců, kteří hledají nové cíle. Tento cyklus vede k dlouhodobějšímu účinku na redukci populace bázlivce kukuřičného (E-NEMA, 2015).

4.3.2 Force 1,5 G

Půdní insekticid Force 1,5 G obsahuje účinnou látku tefluthrin v dávce 93,3 g přípravku/100 m řádku. Tefluthrin je syntetický pyretroid, který přechodem z pevné do plynné fáze půdy vytváří v kořenové vrstvě plynnou ochrannou zónu. Škůdce hubí jako dýchací, dotykový a požerový jed. Tento insekticid se aplikuje při setí kukuřice přímo do řádků speciálními aplikátory (SYNGENTA, 2014a).

4.3.3 Feromonový lapák Csalomon PAL

Feromonový lapák se skládá z leповé desky, na kterou jsou dospělí brouci zachytáváni, a odparníku uvolňujícího druhově specifický, uměle syntetizovaný feromon lákající samce. Odpočet chycených brouků je potřeba udělat jednou za 7-10 dní a atraktant by měl být měněn každých 4–5 týdnů (SYNGENTA, 2014b; ŠEFROVÁ, 2006).

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Hodnocení počtu odchycených brouků v textilních klecích

Odchyt vylíhlých brouků z půdy do textilních klecí byl prováděn na pokusných lokalitách Čejč a Hostěradice. V tabulce 5 jsou uvedeny počty odchycených brouků pro varianty K, CH, D na lokalitě Čejč. V Čejči byly umístěny čtyři odchytové klece pro každou variantu (viz schéma v kapitole 4.1.2).

Tab. 5 Počet odchycených brouků bázlivce kukuřičného v textilních klecích (Čejč)

Varianta K							
Klece	14.7.	21.7.	28.7.	4.8.	11.8.	18.8.	25.8.
1	35	82	357	168	42	49	62
2		102	398	263	23	18	23
3	32	216	563	320	51	8	26
4		148	473	163	73	17	1
Průměr	33,5	137,0	447,8	228,5	47,3	23,0	28,0
Varianta CH							
Klece	14.7.	21.7.	28.7.	4.8.	11.8.	18.8.	25.8.
1	106	147	151	19	7	3	7
2		63	187	35	38	2	0
3	54	47	14	25	11	6	2
4		41	69	3	3	2	12
Průměr	80,0	74,5	105,3	20,5	14,8	3,3	5,3
Varianta D							
Klece	14.7.	21.7.	28.7.	4.8.	11.8.	18.8.	25.8.
1	32	43	92	23	13	3	4
2		47	190	105	6	8	12
3	25	69	120	229	26	16	4
4		55	413	546	253	86	18
Průměr	28,5	53,5	203,8	225,8	74,5	28,3	9,5

Mezi ošetřenými variantami byl statisticky neprůkazný vliv na počet vylíhlých brouků z půdy. Testované varianty se od neošetřené kontroly statisticky prokazatelně lišily (Tab. 6 a 7).

Tab. 6 Anova pro počet odchycených brouků v textilních klecích (Čejč)

Faktory	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Testované kritérium F	p
Varianta	2	884280	442140	4,02090	0,056529
Chyba	9	884280	109961		
Abs. člen	1	4326002	4326002	39,34141	0,000146

Tab. 7 Průměrný počet odchycených brouků a průkaznost rozdílu variant (Čejč)

Varianta	Průměr	Statistická průkaznost rozdílu
K	263,50	a
CH	609,50	b
D	928,25	ab

Pozn.: Písmena a, b vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($p > 0,05$) podle Tukeyova testu.

Během trvání pokusu bylo do klecí zachyceno v kontrolní variantě celkem 3713 kusů brouků bázlivce kukuřičného. Ve variantě, kde byl aplikován přípravek Dianem, bylo odchyceno celkem 2438 brouků. Největší vliv na mortalitu larev a následně i počet vylíhlých brouků z půdy měla varianta s chemickou ochranou, kde bylo odchyceno 1054 brouků. Účinnost u varianty CH je dle Abbottova vzorce 67,9 %. U varianty D bylo dosaženo účinnosti 34 %. Účinnost byla počítána z celkového množství odchycených brouků v klecích.

V Hostěradicích byly umístěny do každé varianty dvě odchytové klece. Rozmístění klecí v jednotlivých variantách je znázorněno na schématu v kapitole 4. 1. 3. Počet odchycených brouků bázlivce kukuřičného na této lokalitě uvádí tabulka 8.

Rozdíl mezi jednotlivými variantami v počtu odchycených brouků vylíhlých z půdy nebyl statisticky průkazný (tabulka 9).

Tab. 8 Počet odchycených brouků bázlivce kukuřičného v textilních klecích (Hostěradice)

Varianta K								
Klece	16.7.	23.7.	30.7.	6.8.	13.8.	20.8.	27.8.	3.9.
1	0	19	163	137	48	40	3	1
2	1	11	58	106	63	-	6	4
Průměr	1	15	111	122	56	40	5	3
Varianta CH								
Klece	16.7.	23.7.	30.7.	6.8.	13.8.	20.8.	27.8.	3.9.
1	1	15	76	43	7	10	2	2
2	1	21	106	126	28	28	5	2
Průměr	1	18	91	85	18	19	4	2
Varianta D								
Klece	16.7.	23.7.	30.7.	6.8.	13.8.	20.8.	27.8.	3.9.
1	0	5	61	161	28	7	2	2
2	2	9	49	36	12	8	6	3
Průměr	1	7	55	99	20	8	4	3

Tab. 9 Anova pro počet odchycených brouků v textilních klecích (Hostěradice)

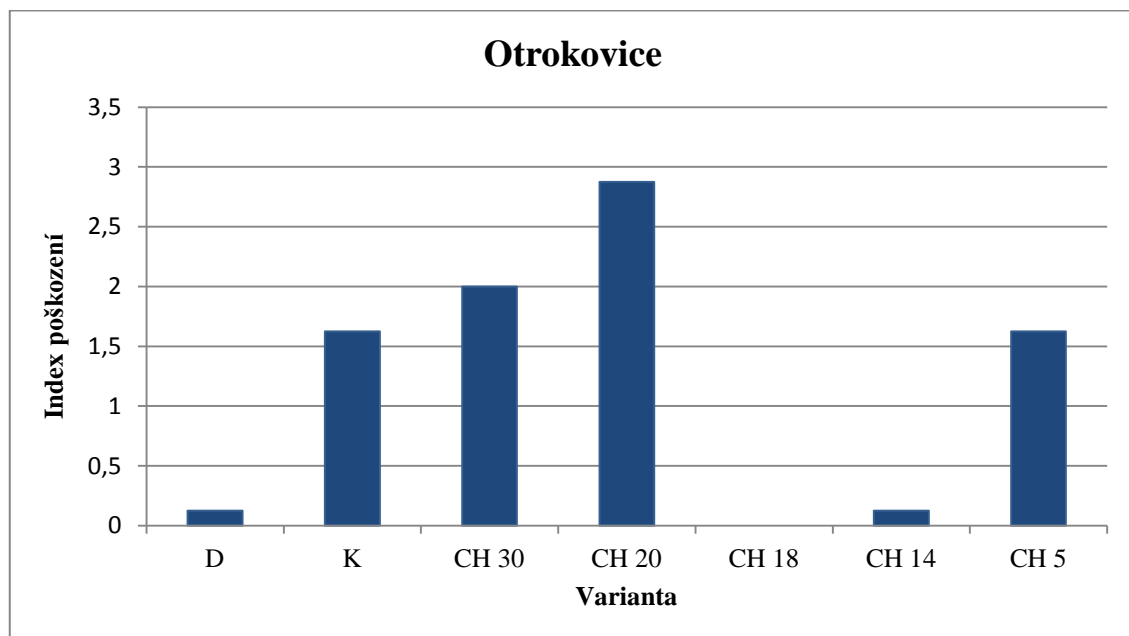
Faktory	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Testované kritérium F	p
Varianta	2	19009,0	9504,5	0,79154	0,529599
Chyba	3	36023,0	12007,7		
Abs. člen	1	387096,0	387096,0	32,23740	0,010825

Během hodnocení došlo v Hostěradicích k poničení odchytových klecí zvěří, kdy byla porušena izolace od okolí. Z tohoto důvodu mohou být počty odchycených brouků nižší oproti tomu, kolik se jich skutečně vylíhlo z půdy uvnitř klece. Nejvíce brouků bylo zachyceno v kontrolní variantě K, kde byl celkový počet 660 brouků bázlivce kukuřičného. Ve variantě CH bylo do klecí zachyceno celkem 473 brouků a u varianty D 391 brouků. Účinnost u varianty D je dle Abbottova vzorce 40,8 %. Ve variantě CH účinnost dosahovala 28,3 %.

TOEPFER, KURTZ & KUHLMANN (2010) zkoumali při svých studiích v Maďarsku účinnost kromě námi vybraného bioagens *Heterorhabditis bacteriophora* také účinnost hlístice *Steinernema feltiae*. Dlouholeté pokusy probíhaly na uměle zamořených pozemcích kukuřice na třech různých půdních druzích. Pro stanovení počtu vylíhlých dospělých brouků z neošetřené kontroly a ošetřených variant také využili textilní odchytné klece. Jejich výsledky naznačují, že hlístice mají potenciál snížit početnost larev bázlivce kukuřičného, což jsme našimi výsledky potvrdili. Dále z experimentu zjistili, že účinnost aplikovaných bioagens může být vyšší v kukuřičných polích s těžkými jílovitými půdami než v písčitých půdách. To je v rozporu s obecným tvrzením, kdy se předpokládá, že hlístice lépe účinkují v písčitých než v těžkých půdách.

5.2 Hodnocení poškození stébel kukuřice (tzv. husí krky)

Při vyhodnocování poškození stébel rostlin kukuřice bylo hodnoceno 25 rostlin z osmi různých řádků v každé variantě, celkem tedy 200 rostlin. Indexy napadení u jednotlivých variant vypočítané dle Townsend-Heubergerova vzorce na lokalitě Otrokovice zachycuje graf 5.



Graf 5 Index poškození stébel kukuřice u jednotlivých variant dle Townsend-Heubergera (Otrokovice)

Z grafu je patrné, že aplikace přípravku Dianem omezila napadení rostlin kukuřice larvami bázlivce kukuřičného, které se následně projeví charakteristickým poléháním stébel. Účinnost testovaných variant byla vypočítána dle Abbottova vzorce. U varianty D dosáhla 92,3 %. Mezi jednotlivými hybridy, kde byla použita chemická ochrana (aplikace přípravku Force), byla intenzita napadení dosti variabilní. Hybridy KOMPETAS (CH 20) a KXB 5707 (CH 30) byly napadeny více, než tomu bylo u neošetřené (kontrolní) varianty. U hybridu KXB3356 (CH 18) byly hodnocené rostliny bez poškození. Volba hybridu kukuřice nemá dle studií TOEPFERA ET AL. (2012) význam na napadení bázlivcem kukuřičným, ani není důležitá při rozhodování o aplikaci entomopatogenních hlístic i když některé hybridy ztratily schopnost emitovat β -karyofylen (seskviterpen obsažený v rostlinných silicích).

Výsledky byly dále statisticky zpracovány. Mezi ošetřenými variantami a variantou kontrolní (neošetřenou) se neprojeví statisticky průkazné rozdíly, které uvádí tabulka 10, 11 a graf 6.

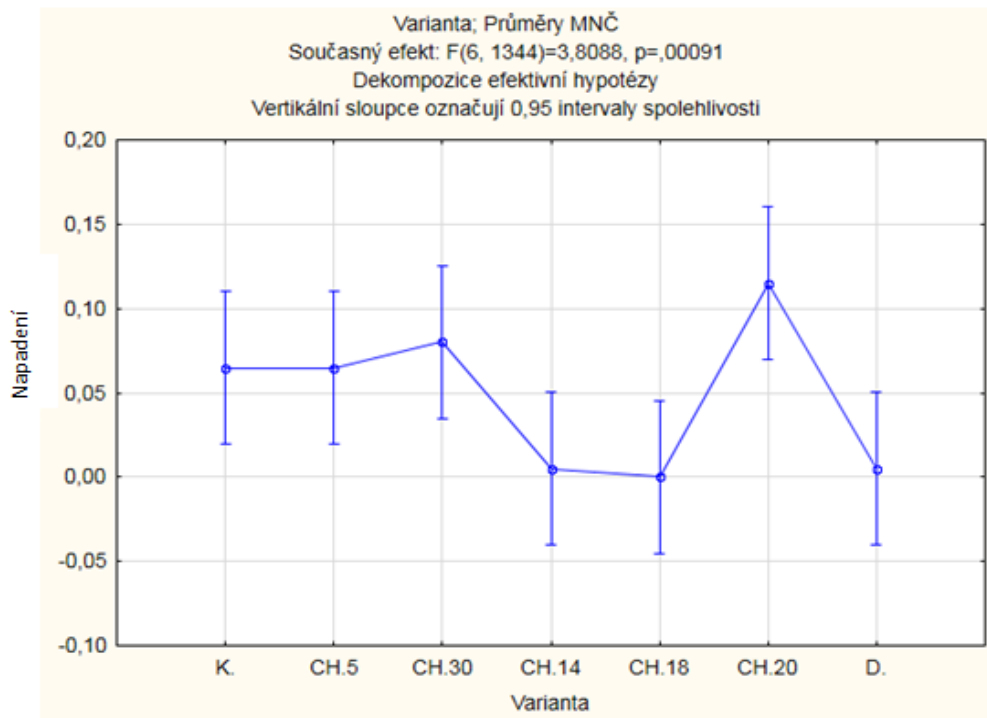
Tab. 10 Anova pro napadení rostlin kukuřice (Otrokovice)

Faktory	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Testované kritérium F	P
Varianta	6	2,4186	0,403095	3,80877	0,000906
Opakování	7	0,9021	0,128878	1,21774	0,289531
Varianta*Opakování	42	8,2329	0,196020	1,85216	0,000849
Chyba	1344	142,2400	0,105833		
Abs. člen	1	3,2064	3,206429	30,29696	0,00000

Tab. 11 Průměrné napadení rostlin kukuřice a průkaznost rozdílu variant (Otrokovice)

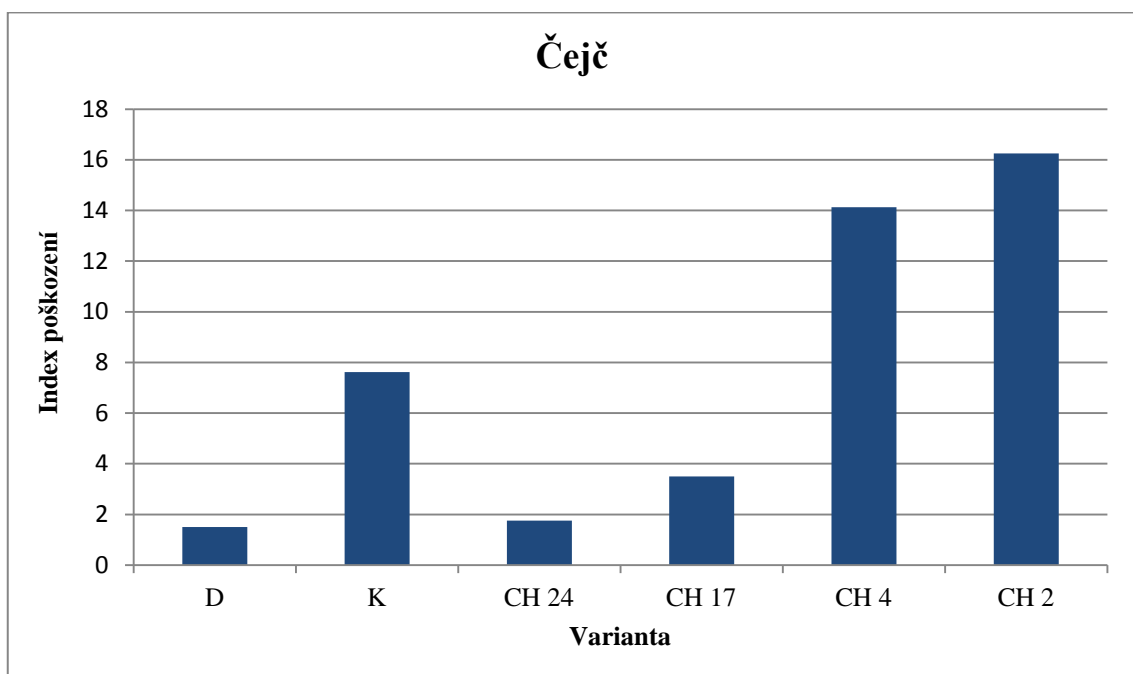
Varianta	Průměr	Statistická průkaznost rozdílu
K	0,065	ab
CH 18	0,000	a
CH 14	0,005	a
CH 5	0,065	ab
CH 30	0,080	ab
CH 20	0,115	b
D	0,005	a

Pozn.: Písmena a, b vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($p > 0,05$) podle Tukeyova testu.



Graf 6 Napadení rostlin kukuřice (Otrokovice)

Hodnocení poškozených rostlin kukuřice na lokalitě Čejč proběhlo o den později. Graf 7 zachycuje index napadení rostlin kukuřice u jednotlivých variant na této lokalitě.



Graf 7 Index poškození stébel kukuřice u jednotlivých variant dle Townsend-Heubergera (Čejč)

Získané výsledky byly podobné výsledkům z pokusné lokality Otrokovice. Účinnost použitého přípravku Dianem u varianty D byla oproti neošetřené kontrole 80,3 %. Stejnou účinnost (až 81 %) hlístic rodu *Heterorhabditis* popisují i TOEPFER ET AL. (2012) ve své práci. Dále popisují, že důležitá je pro orientaci hlístic rodu *Heterorhabditis* těkavá sloučenina β -karyofylen vylučovaná kořeny rostlin, díky níž naleznou hlístice larvy bázlivce kukuřičného u kořenů kukuřice. Jiní autoři uvádí, že karyofylen je málo významný pro hlístice (RASMANN ET AL., 2005).

Téměř stejné účinnosti dosahovala chemicky ošetřená varianta CH 24 (hybrid kukuřice DKC 5815). Varianta CH 17 (hybrid KOMPETAS) měla účinnost 54,1 %. V porovnání s lokalitou Otrokovice, kde byl tento hybrid také hodnocen a jeho napadení bylo vyšší než v neošetřené kontrole (varianta K), dosáhla tato varianta opačných výsledků.

Při srovnání grafů 5 a 7 je patrné, že intenzita napadení rostlin kukuřice bázlivcem kukuřičným byla na lokalitě Čejč vyšší oproti lokalitě Otrokovice.

Výsledky byly také zpracovány ve statistickém programu. Tabulka 12, 13 a graf 8 ukazují, že mezi jednotlivými variantami jsou statisticky významné rozdíly a že vliv ošetření na napadení stébel kukuřice je statisticky průkazný. Ošetřená varianta D se statisticky významně liší od neošetřené kontroly.

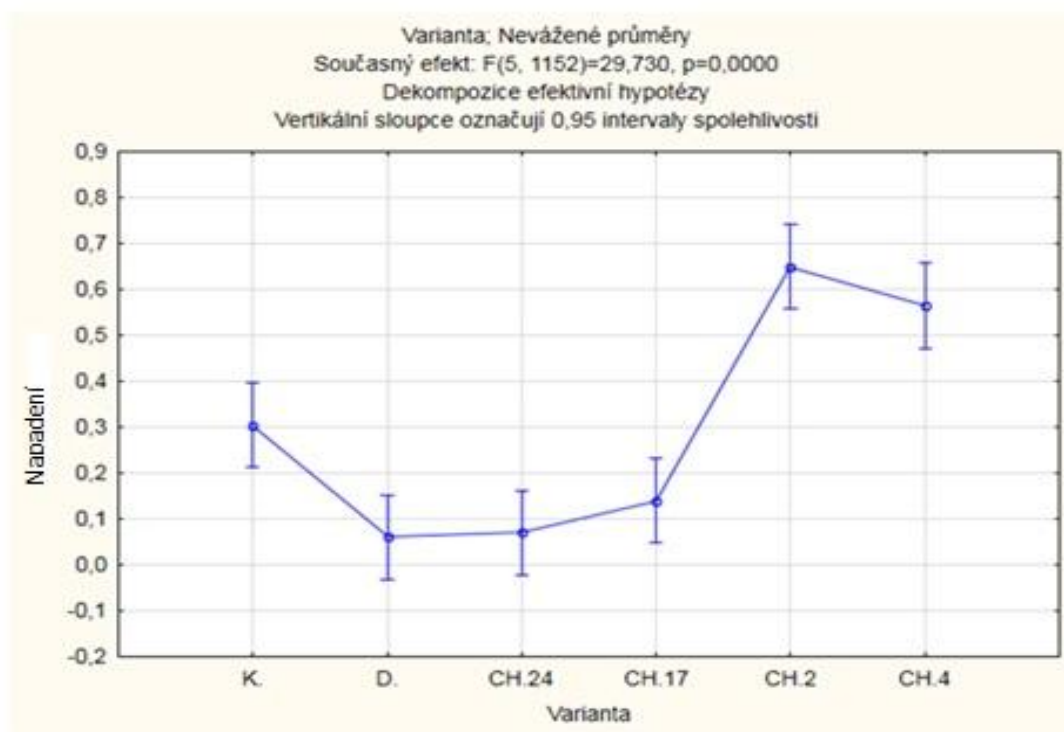
Tab. 12 Anova pro napadení rostlin kukuřice (Čejč)

Faktory	Stupně volnosti	Součet čtverců	Průměrný čtverec	Testované kritérium F	p
Varianta	5	65,7667	13,1533	29,7297	0,0000
Opakování	7	64,9300	9,2757	20,9654	0,0000
Varianta*Opakování	35	184,8200	5,2806	11,9354	0,0000
Chyba	1152	509,6800	0,4424		
Abs. člen	1	106,8033	106,8033	241,4013	0,0000

Tab. 13 Průměrné napadení rostlin kukuřice a průkaznost rozdílu variant (Čejč)

Varianta	Průměr	Statistická průkaznost rozdílu
K	0,3050	b
CH 24	0,0700	a
CH 17	0,1400	ab
CH 4	0,5650	c
CH 2	0,6500	c
D	0,0600	a

Pozn.: Písmena a, b vyznačují statisticky průkazné rozdíly ($p > 0,05$) podle Tukeyova testu.



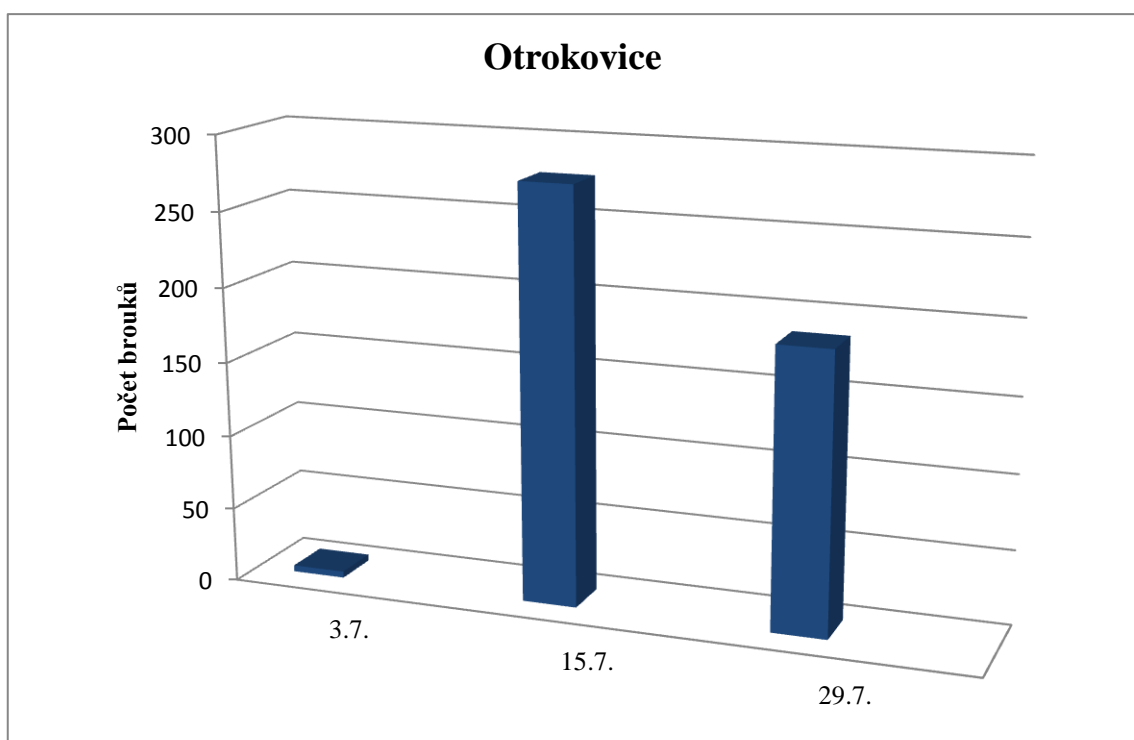
Graf 8 Napadení rostlin kukuřice (Čejč)

Z důvodu nízkého napadení porostu kukuřice bázlivcem kukuřičným na lokalitě Hostěradice zde nebylo toto hodnocení provedeno.

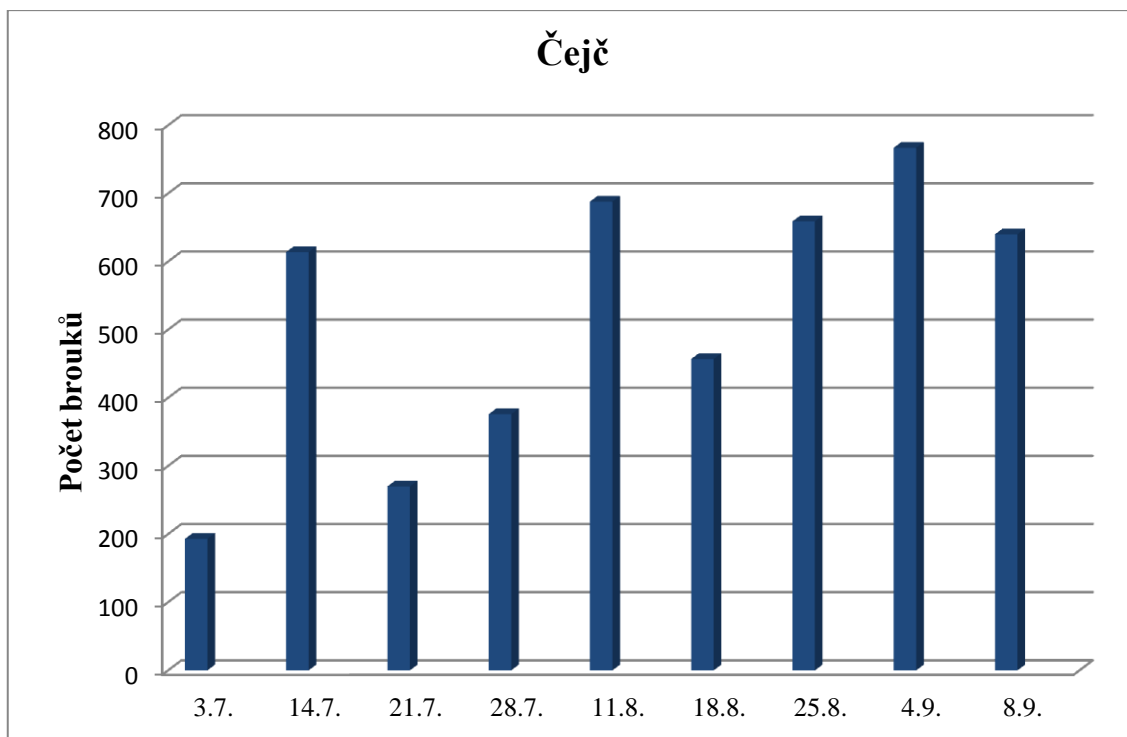
TOEPFER ET AL. (2010) popisuje také hodnocení poškození kořenového systému dle IOWA stupnice 1–6, kdy při hodnocení stupněm 3 je u konvenčně pěstované kukuřice na zrna dosažen ekonomický práh škodlivosti.

5.3 Výsledky monitoringu bázlivce kukuřičného

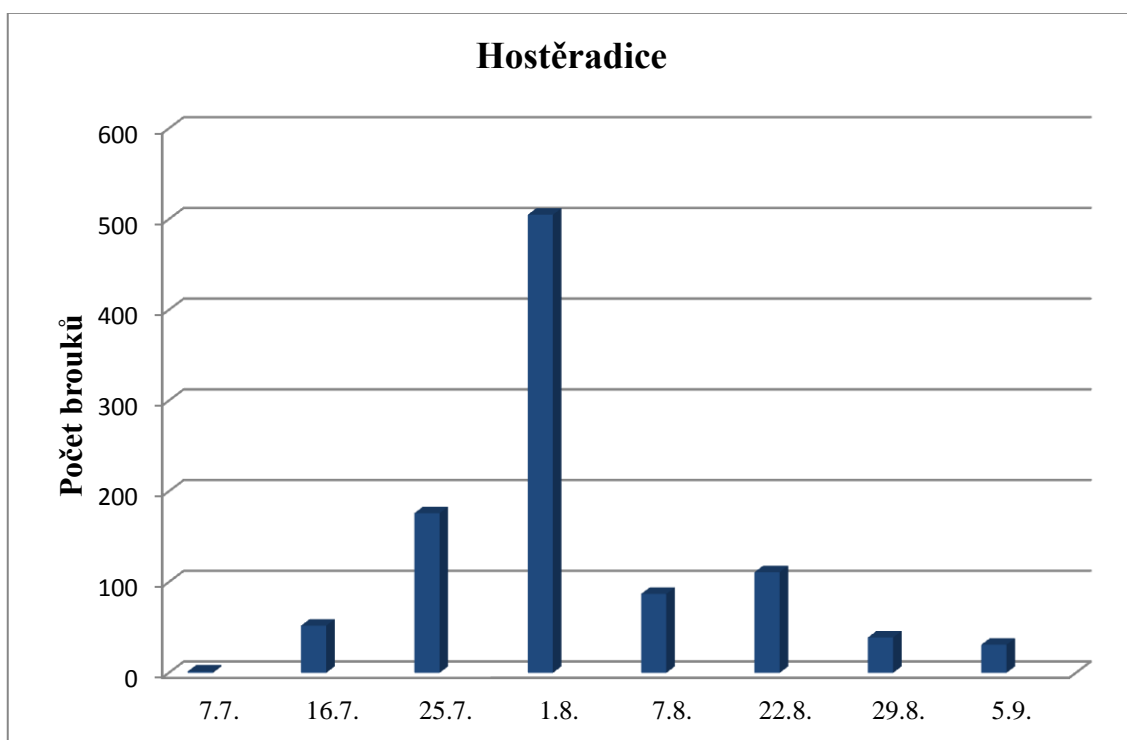
Početnost bázlivce kukuřičného byla sledována pomocí feromonových lapáků umístěných do porostu kukuřice. Průměrný počet odchycených brouků na lokalitách Otrokovice, Čejč a Hostěradice ukazují grafy 9, 10 a 11. Na lokalitě Otrokovice byly odpočty zachycených brouků provedeny pouze třikrát, z důvodu insekticidního zásahu majitele pozemku (21. 7. 2014). Z důvodu deštivého počasí během léta, které snižovalo účinnost lepových desek, nejsou výsledky zcela přesné, jelikož nedocházelo k úplnému zachytávání hmyzích druhů.



Graf 9 Průměrný počet odchycených brouků na jeden lapák (Otrokovice)



Graf 10 Průměrný počet odchycených brouků na jeden lapák (Čejč)



Graf 11 Průměrný počet odchycených brouků na jeden lapák (Hostěradice)

Z výsledků monitoringu odchyty brouků bázlivce kukuřičného na feromonový lapák nelze posuzovat účinnost jednotlivých ošetřených variant, jelikož námi provedená

ošetření byla směřována proti larvám v půdě a ne dospělým broukům, kteří se v porostu nachází a migrují mezi sousedními porosty kukuřice.

První výskyt jedinců bázlivce byl na všech lokalitách až počátkem července. Tento termín popisují i STŘEDA, VAHALA & STŘEDOVÁ (2013), podle kterých jsou vývoj bázlivce kukuřičného rozhodující teplé podnebí, nízká nadmořská výška a půdní podmínky. Oblasti vhodné pro vývoj bázlivce jsou v první řadě okres Znojmo, Břeclav, Hodonín a Kroměříž. V těchto oblastech probíhal také náš experiment. Nejvíce odchycených brouků bázlivce kukuřičného bylo v našem experimentu na lokalitě Čejč. Během sledovaného období bylo v Čejči odchyceno celkem 4464 brouků. Vysoký výskyt bázlivců zde byl i v první polovině září. To se shoduje s výsledky monitoringu ROTREKLA & KOLAŘÍKA (2014b), kteří také zaznamenali v první dekádě září výskyt bázlivců ve vysoké početnosti na lokalitě Žabčice v roce 2013.

Vysoká populační hustota tohoto škůdce na lokalitě Čejč může poukazovat i na to, že v této lokalitě bylo napadení bázlivcem kukuřičným a poškození rostlin vyhodnoceno jako nejvyšší z pokusných lokalit. Výskyt bázlivců na lokalitě v Hostěradicích byl oproti Čejči podstatně menší, i přesto byl ale dosažen práh škodlivosti směřující k ochraně proti larvám v následujícím roce. Celkem zde bylo za sledované období zachyceno 1003 brouků bázlivce kukuřičného.

KROUTIL (2014a) uvádí, že na území České republiky bylo v roce 2013 odchyceno celkem 12 928 dospělců na 83 pozorovacích bodech, přičemž nejvyšší počet odchycených brouků byl zaznamenán na jižní Moravě a nejnižší počet byl pozorován v severních Čechách.

6 ZÁVĚR

V rámci diplomové práce byla ověřována účinnost biologické ochrany za použití přípravku Dianem, s bioagens *Heterorhabditis bacteriophora*, proti larvám bázlivce kukuřičného v půdě.

Z výsledků jednoletého poloprovozního polního pokusu lze vyvodit následující závěry:

- Při hodnocení počtu odchycených brouků vylíhlých z půdy do textilních klecí nebyly statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými variantami. Nejvíce brouků bylo na obou lokalitách zachyceno v neošetřených (kontrolních) variantách. V Čejči dosáhla účinnost u varianty D 34 % a nedosáhla účinnosti varianty s chemickým ošetřením. Na lokalitě v Hostěradicích byla účinnost přibližně o 6 % vyšší. Tyto výsledky jsou ale značně nehomogenní, jelikož docházelo k poškození odchytových klecí a úletu brouků.
- Vliv ošetření přípravkem Dianem se statisticky průkazně projevil při hodnocení husích krků na lokalitě Čejč, kde byly dosaženy opačné výsledky oproti předchozímu hodnocení odchycených brouků v textilních klecích. Účinnost varianty D dosáhla 80,3 % a v porovnání s ostatními variantami, kde byla použita chemická ochrana, bylo napadení nejmenší.
- V Otrokovicích nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými variantami pokusu při hodnocení husích krků. Z důvodu nízkého napadení rostlin kukuřice se toto hodnocení na lokalitě Hostěradice neprovádělo.
- V rámci pokusů byl také proveden monitoring bázlivce kukuřičného pomocí feromonových lapáků Csalomon PAL. Nejvíce zachycených brouků bylo na lokalitě Čejč, kde byla populační hustota tohoto brouka vysoká ještě počátkem září. V Hostěradicích byl vrchol výskytu zaznamenán v týdnu od 25. 7. do 1. 8. 2014, kdy bylo na jeden feromonový lapák zachyceno v průměru 505 brouků. I když byla početnost bázlivce kukuřičného v Hostěradicích nižší, přesto byla dosažena prahová hodnota škodlivosti a v příštím roce by měla být provedena ochrana proti larvám tohoto škůdce.

Přípravek Dianem není v České republice registrován. Při ochraně proti larvám nebo dospělým broukům bázlivce kukuřičného se v České republice používají chemické insekticidy. Ačkoli nebyla v porovnání s chemicky ošetřenou variantou prokázána

významně vyšší účinnost, je třeba zohlednit při výběru ochrany i její vlastnosti, jako je šetrnost k životnímu prostředí a necílovým organismům.

Pokusy s přípravkem Dianem budou probíhat i v následujících letech firmou Biocont Laboratory a věřím, že bude dosaženo výsledků, které přimějí pěstitele přehodnotit nedůvěru v biologickou ochranu a zvolit tuto metodu ochrany jako jednu z alternativ k syntetickým pesticidům v produkci kukuřice.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ABBOTT, W. S. (1925): A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, č. 18: s. 256-267.

ACKERMANN, P. (2013): *Metodická příručka integrované ochrany rostlin proti chorobám, škůdcům a plevelům: polní plodiny*. Praha: Česká společnost rostlinolékařská, 360 s. ISBN 978-80-02-02480-4.

AGRONOM: samostatná příloha časopisu *Úroda* (2014): Profi Press, roč. 9, č. 6. ISSN 1801-6022.

AGRONOM: samostatná příloha časopisu *Úroda* (2015): Profi Press, roč. 10, č. 3. ISSN 1801-6022.

ANONYM (2009): Charakteristika biogeografických podprovincií a bioregionů v České republice [online]. [2. 2. 2015]. Dostupné z: http://is.muni.cz/el/1423/jaro2009/HEN414/um/7510928/7510937/charakteristiky_bioregionu.pdf>.

BEENEN R. (2013): Fauna Europaea: Chrysomelidae. In: Audisio P. (2013) Fauna Europaea: Coleoptera, Chrysomelidae. Fauna Europaea version 2.6, <http://www.faunaeur.org>>.

BIOCONT LABORATORY (2015): *Katalog produktů pro ekologickou a integrovanou ochranu rostlin*. 94s.

BUŠO, R., HAŠANA, R. & GREGOROVÁ, E. (2014): Trendy v pěstování kukurice. *Úroda*, roč. 62, č. 2: s. 30. ISSN: 0139-6013.

CAGÁŇ, Ľ. (2010): *Choroby a škodcovia poľných plodín: Ludovít Cagáň a kolektív*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 894 s. ISBN 978-80-552-0354-6.

CULEK, M. (1996): *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, 1996, 347 s.

CULEK, M. (2005): *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 589 s. ISBN 80-86064-82-4.

ČESKÁ BIOPLYNOVÁ ASOCIACE (2014): *Statistiky výroby bioplynu*. [online]. 2014 [cit. 17. 1. 2015]. Dostupné z: <http://www.czba.cz/>>.

ČESKÁ REPUBLIKA (2012): O rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů. In: *326/2004, Sb.*, Ministerstvo vnitra, roč. 2012, č. 199, částka 68. Dostupné z: aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=24334>.

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV (2015): Historická data – počasí [online]. [cit. 17. 3. 2015]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&nc=1&menu=JSPTabContainer/P1_0_Home

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD (2014a). *Statistická ročenka: České republiky 2014* [online]. 1. vyd. Klatovy: Dragon Press s.r.o., [cit. 16. 1. 2015]. ISBN 978-80-250-2580-2. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/t/770029FCAC/\\$File/32019814.pdf](http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/t/770029FCAC/$File/32019814.pdf)>.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD (2014b): *Soupis ploch osevů 2014* [online], [cit. 16. 1. 2015]. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/t/0F00440585/\\$File/2701431404.pdf](http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/t/0F00440585/$File/2701431404.pdf)

DOUBKOVÁ, J. (2014): Sonido – zkušenosti první sezóny. *Agromanuál*, roč. 9, č. 11-12: s. 34. ISSN 1801-7673.

EDWARDS, R. C. (2008): *Diabrotica virgifera* (DIABVI). *EPPO Gallery* [online] [cit. 23. 1. 2015]. Dostupné na: <http://photos.eppe.int/index.php/image/2245-diabvi-02>>.

EHLERS, R., GÜLDENZOPF, CH., TOEPFER, S., BURGER, R., KUHLMANN, U. (2004): Using Augmentative Biological Control Against an Invasive Maize Pest in Europe: Testing Susceptibility of *Diabrotica* to entomopathogenic nematodes. *IWCO Newsletter*, roč. 25, č. 1: s. 33.

E-NEMA (2015): Dianem – Biological control of the Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*) with entomopathogenic nematodes [online]. [12. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.e-nema.de/assets/Uploads/Downloads/ENG-flyer-dianem.pdf>>.

EPPO (2004): *Diabrotica virgifera*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin [online]: č. 34: s. 289-293 [cit. 29. 1. 2015]. Dostupné z: https://www.eppo.int/QUARANTINE/insects/Diabrotica_virgifera/pm7-36%281%29%20DIABVI%20web.pdf>.

FUKSA, P., HAKL, J. & KOCOURKOVÁ, D. (2006): Produkční charakteristiky různě raných hybridů kukuřice. *Úroda*, r. 54, č. 3: s. 24-26. ISSN 0139-6013.

FUKSA, P. & KALISTA, J. (2006): Výběr hybridů kukuřice v roce 2006 [online]. [cit. 16. 1. 2015]. Dostupné z: <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/vyber-hybridu-kukurice-v-roce-2006.html>>.

GALL, J. (2014): Přehled ochrany rostlin v únoru a březnu. *Rostlinolékař*, roč. 25, č. 1: s. 5-12. ISSN 1211-3565.

HIBBARD, B. E. *ET AL.*, (2011): Mortality Impact of Bt Transgenic Maize Roots Expressing eCry3.1Ab, mCry3A, and eCry3.1Ab Plus mCry3A on Western Corn Rootworm Larvae in the Field, *Journal of Economic Entomology*, roč. 104, č. 5: s. 1584-1591, October 2011, Entomological Society of America.

HONSOVÁ, H. (2013): Pěstování kukuřice na výrobu bioplynu. *Biom.cz* [online]. [cit. 23. 1. 2015]. Dostupné z: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pestovani-kukurice-na-vyrobu-bioplynu>>. ISSN: 1801-2655.

HUDEC, K. & GUTTEN, J. (2007): *Encyklopedie chorob a škůdců: komplexní ochrana vaší zahrady*. 1. vyd., Brno: Computer Press, 359 s. ISBN 978-80-251-1768-2.

HUNT, D. J. (2013) Fauna Europaea: Heterorhabditidae. In: AUDISIO P. (2013) Fauna Europaea: Strongylida, Heterorhabditidae. Fauna Europaea version 2.6, <http://www.faunaeur.org>>.

CHLOUPEK, O. (2008):. *Genetická diverzita, šlechtění a semenářství*. 3. vyd., Praha: Academia, 307 s. ISBN 978-80-200-1566-2.

JEŽKOVÁ, A. (2006): Výběr hybridů kukuřice podle FAO [online], [cit. 16. 1. 2015]. Dostupné z: <http://naschov.cz/vyber-hybridu-kukurice-podle-fao/>>.

KAČICOVÁ L. & PROKEŠ, K. (2011): Otevíráme nové možnosti s produktem KWS, s. 6-16. In: PROKEŠ K., ZEMAN L. (2011): *Kukuřice v praxi 2011. Sborník z odborného semináře*. Mendelova univerzita v Brně a KWS Osiva s.r.o., 55 s. ISBN 978-80-7375-477-8.

KAJAN, M. (2012): Bioplynové stanice v České republice [online], [cit. 17. 1. 2015]. Dostupné z:<http://www.czemp.cz/sites/default/files/clanek/146/prilohy/bioplynovestanicevcring.kajan.pdf>>.

KAZDA, J. (2014). *Škůdci polních plodin*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 108 s. ISBN 978-80-86726-61-8.

KAZDA, J., MIKULKA, J. & PROKINOVÁ, E. (2010). *Encyklopedie ochrany rostlin: polní plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 399 s. ISBN 978-80-86726-34-2.

KISS J., KHOSBAYAR, B., KOMAROMI, J., BARCIC, J., DOBRINCIC, R., SIVCEV, I., EDWARDS, C. R., HATALA-ZSELLER, I. (2001): Is the Western Corn Rootworm Adapting it self to the European Crop Rotation System? Results of a Joint European Trial. In: *8th International IWGO Workshop on Diabrotica virgifera*. Venezia.

KISS, J., KOMÁROMI, J., BAYAR, K., EDWARDS, C. R., HATALA-ZSELLÉR, I. (2005): Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) and the Crop Rotation Systems in Europe, s. 189-220. In: Kuhlmann, U., Edwards, C. (2005): *Western Corn Rootworm: Ecology and Management*. Wallingford: CAB International. ISBN 0-85199-817-8.

KOLAŘÍK, P. & ROTREKL, J. (2011): Výskyt a škodlivost bázlivce kukuřičného (*Diabrotica virgifera virgifera*) na vybraných lokalitách jižní Moravy. *Úroda* 12, 2011, vědecká příloha, s 47-52, ISSN 0139-6013.

KOLAŘÍK, P. & ROTREKL, J. (2013): Monitoring bázlivce kukuřičného v České republice. *Úroda*, roč. 61, č. 9: s. 19-23. ISSN 0139-6013.

KOLAŘÍK, P. & ROTREKL, J. (2014a): Ochrana kukuřice před zavíječem kukuřičným a bázlivcem kukuřičným. *Úroda*, roč. 61, č. 9: s. 19-23. ISSN: 0139-6013.

ROTREKL, J. & KOLAŘÍK, P. (2014b): Bázlivec kukuřičný jako budoucí významný škůdce kukuřice. *Úroda*, roč. 62, č. 4: s. 14-16. ISSN: 0139-6013.

KOLAŘÍK, P. & ROTREKL, J. (2014c): Kukuřice setá – hmyzí škůdce bázlivec kukuřičný. *Agromanuál – profesionální ochrana rostlin*, roč. 9, č. 6: s. 27-29. ISSN 1801-7673.

KOUBOVÁ, D. (2006): *Bázlivec kukuřičný nebezpečný škůdce kukuřice* [online]. [cit. 2. 2. 2015]. ÚZPI, Praha, 18 s. Dostupné z: http://www.agronavigator.cz/attachments/Bazlivec_kukuricny.pdf>.

KOUBOVÁ, D. (2012): *Bázlivec kukuřičný rezistentní vůči GM kukuřici* [online]. [cit. 2. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/service.asp?act=email&val=120119>>.

KOUTNÝ, T. (2013): Kukuřice pro výrobu bioplynu. *Úroda*, roč. 61, č. 12: s. 10. ISSN: 0139-6013.

KROUTIL, P. (2013): Rozšíření bázlivce kukuřičného v České republice. *Úroda*, roč. 61, č. 3: s. 14-17. ISSN: 0139-6013.

KROUTIL, P. (2014a): Bázlivec kukuřičný v ČR – výskyt v roce 2013 a aktuální situace. *Rostlinolékař*, roč. 25., č. 2: s. 21-22. 1211-3565.

KROUTIL, P. (2014b): Bázlivec kukuřičný – závěrečná zpráva za rok 2013 [online]. [2. 2. 2015]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/skodlive-organismy/informace-o-vyskytu-so-a-poruch/vysledky-pruzkumu-bazlivec-kukurice/bazlivec-kukuricny-zaverecna-zprava-2013.html>>.

KŘÍSTKOVÁ, M. (2009): *Dosavadní zkušenosti s pěstováním geneticky modifikované Bt kukuřice v ČR 2005 – 2009*. Ministerstvo zemědělství, Praha, 48 s. ISBN 978-80-7084-871-5.

KUBÁSEK, J. (2013): Význam C₄ rostlin pro zemědělství. *Úroda*, roč. 61, č. 12: s. 50-51. ISSN: 0139-6013

KUHLMANN, U., TOEPFER, S. & ZHANG, F. (2005): Is Classical Biological Control against Western Corn Rootworm in Europe a Potential Sustainable Management Strategy?, s. 263-284. In: KUHLMANN, U., EDWARDS, C. (2005): *Western Corn Rootworm: Ecology and Management*. Wallingford: CAB International. ISBN 0-85199-817-8.

LOKAJ, Z., UHLÍŘ, P. (2009): *Entomologie (nejen) pro farmáře*. 1. vyd., Praha: BASF, 70 s.

MAHR., S. (2001): The Nematode *Heterorhabditis bacteriophora* [online]. [cit. 10. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf611.html>>.

MAŇÁSEK, J. (2011): Ochrana kukuřice před zavíječem kukuřičným a bázlivcem kukuřičným. *Úroda*, roč. 59, č. 7: s. 13. ISSN: 0139-6013.

MEINKE, L. J. (2003): The Relative Fitness of Western Corn Rootworm Adults after Larval and/or Adult Feeding on Transgenic Corn. Lecture 29, University of Nebraska, Department of Entomology, Lincoln, s. 38. In: Kuhlmann, U., Moeser, J., Vidal, S. (eds.). *International Symposium on the Ecology and Management of Western Corn Rootworm*, 19-23 January 2003, Conference center Paulinerkirche, 67 s.

MEINKE, L. J., SAPPINGTON, T. W., ONSTAD, D. W., GUILLEMAUD, T., MILLE, N. J., KOMÁROMI, J., LEVAY, N., FURLAN, L., KISS, J., TOTH, F. (2009): Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) Population Dynamics. *Agricultural and Forest Entomology*, č. 11: s. 29-46.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ (2006): Nebezpečný škůdce kukuřice Bázlivec kukuřičný - informační leták [online]. [2. 2. 2015]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/dokumenty-a-publikace/informacni-letaky/skodlive-organismy/nebezpecny-skudce-kukurice.html>>.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ (2014): Praktická příručka: Zásady, kterými se stanovují podmínky pro poskytování dotací pro rok 2014 na základě § 2 a § 2d zákona č. 252/1997 Sb., o zemědělství [online]. [2. 2. 2015]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/307091/Prakticka_prirucka_Zasady_2014.pdf>.

MOESER, J. & HIBBARD, B. E. (2005): A Synopsi sof the Nutritional Ecology of Larvae and Adults of *Diabrotica virgifera virgifera* (Le Conte) in the New and Old World – Nouvelle Cuisine for the Invasive Maize Pest *Diabrotica virgifera virgifera* in Europe?, s. 41-66. In: KUHLMANN, U. & EDWARDS, C. (2005): *Western Corn Rootworm: Ecology and Management*. Wallingford: CAB International. ISBN 0-85199-817-8.

NAVRÁTILOVÁ, M. (2013): Biologická ochrana rostlin [online]. [cit. 2. 2. 2015]. Dostupné na: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=169

NEDĚLNÍK, J. (2013): Kukuřice a mykotoxiny. *Úroda*, roč. 61, č. 12: s. 33-36. ISSN: 0139-6013.

NĚMEC, J. (2009): Bázlivec kukuřičný, *Diabrotica virgifera* LeConte 1858. *Biolib.cz* [online] [cit. 23. 1. 2015]. Dostupné na: <http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id98541/?taxonid=242049&type=1>>.

NOVÁK, J. & SKALICKÝ, M. (2008): *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Praha: Powerprint, 327 s. ISBN 978-80-904011-1-2.

PERNICOVÁ, A. (2013): *Integrovaný systém ochrany rostlin*. Diplomová práce (in MS), MU v Brně, Brno, 73 s.

PETR, J. (2010): Ozdobnice, kukuřice a bázlivec. *Úroda*, roč. 58, č. 2: s. 12. ISSN: 0139-6013.

POKORNÝ, E., DENEŠOVÁ, O., PODEŠVOVÁ, J., CHUTNÁ, H. (2013): Potřebuje nepoškozenou půdu. *Úroda*, roč. 61, č. 12: s. 40. ISSN: 0139-6013.

POLÁKOVÁ, L. (2007): Kukuřice pro bioplyn. *Zemědělec*, č. 1: s. 14.

POVOLNÝ, M. & VACEK, E. (2014): *Přehled odrůd 2014: Kukuřice*. 1. vyd. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 89 s. ISBN 978-80-7401-096-5.

PROKEŠ, K. & ROMÁNKOVÁ, Z. (2013): Kukuřice je plodina budoucnosti, s. 6- 24 In: PROKEŠ, K. & ZEMAN, L. (2013): *Kukuřice v praxi 2013, Sborník z mezinárodní konference*. Mendelova univerzita v Brně a KWS Osiva s.r.o. 69 s. ISBN 978-80-7375-691-8.

- PROKEŠ, K. & ZEMAN, L. (2011): Kukuřice přináší zisk, s. 5. In: Prokeš, K. & Zeman, L. (2011): *Kukuřice v praxi 2011. Sborník z odborného semináře*. Mendelova univerzita v Brně a KWS Osiva s.r.o., 55 s. ISBN 978-80-7375-477-8.
- RADOVÁ, Š. (2014): Kontrola zásad integrované ochrany rostlin. *Rostlinolékař*, roč. 25, č. 2: s. 23-25. ISSN 1211-3565.
- RASMANN, S., KOLLNER, T. G., DEGENHARDT, J., HILTPOLD, I., TOEPFER, S., KUHLMANN, U., GERSHENZON, J. & TURLINGS, T. C. J. (2005): Recruitment of Entomopathogenic Nematodes by Insect-damaged maize Roots. *Nature*, roč. 434, 732-737.
- ROMÁNKOVÁ, Z. (2005): Kritéria pro výběr hybridů kukuřice podle směru využití [online]. [cit. 16. 1. 2015]. Dostupné z: http://kws.de/aw/KWS/czechia/Kuku_345_ice/Articles_from_different_years/Rok_2005/Articles_2004/~bntv/Kriteria_pro_v_b_283_r_hybrid_367_kuk/>.
- ROTREKL, J. & KOLAŘÍK, P. (2014a): Ochrana kukuřice před zavíječem kukuřičným a bázlivcem kukuřičným. *Úroda*, roč. 62, č. 12: s. 25-28. ISSN: 0139-6013.
- ROTREKL, J. & KOLAŘÍK, P. (2014b): Bázlivec kukuřičný jako budoucí významný škůdce kukuřice. *Úroda*, roč. 62, č. 4: s. 14-16. ISSN: 0139-6013.
- ROUDNÁ, M. (2008): *Genetické modifikace – možnosti jejich využití a rizika*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 48 s. ISBN 978-7212-493-0.
- RUDEEN, M. L. & GASSMANN, A. J. (2012): Effects of Cry34/35ab1 Corn on the Survival and Development of Western Corn Rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera*. *Pest Management Science*, roč. 69, č. 6: s. 709-716. DOI 10.1002/ps.3425.
- RŮŽIČKA, T. (2002): *Diabrotica virgifera virgifera* – současné rozšíření v Evropě a návrh českého jména. *Rostlinolékař*, roč. 13, č. 6: s. 24. ISSN 1211-3565.
- SEDLÁK, E. (2002): *Zoologie bezobratlých*. 2. vyd., Brno: MU Přírodovědecká fakulta.
- SHARMA, H. (2009): *Biotechnological approaches for pest management and ecological sustainability* [online]. Boca Raton: CRC Press, 526 s. [cit. 2. 2. 2015]. ISBN 15-602-2163-1.

STOCK, S. P. & HUNT, D. J. (2005): Morphology and Systematics of Nematodes Used in Biocontrol. In: Grewal, P., Ehlers, R. & Shapiro-Ilan, D. (2005): *Nematodes as Biocontrol Agents*. Wallingford: CABI Publishing, 18. ISBN 0-85199-0177.

STRATILOVÁ, Z. (2013): Geneticky modifikovaná kukuřice. *Rostlinolékař*, roč. 61, č. 12: s. 58-60. ISSN 0139-6013.

STŘEDA, T., VAHALA, O. & STŘEDOVÁ, H. (2013): Prediction of Adult Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) Emergence. *Plant Protection*, roč. 49, č. 2: s. 89-97. ISSN 1805-9341.

SYNGENTA (2014a): Bázlivec kukuřičný je karanténní škůdce. [online], [29. 1. 2015]. Dostupné z: <http://www3.syngenta.com/country/cz/cz/syngenta/informacni-blog/aktuality-z-tisku/Pages/bazlivec-kukuricny-je-karantenne-skudce.aspx>

SYNGENTA (2014b): *Plodinový katalog – osiva, přípravky na ochranu rostlin*. [online], [29. 1. 2015]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/janfilipcik/syngenta-plodinov-katalog-214>

ŠAFAŘÍK, M. & HABART, J. (2008): Expertní systém pro bioplyn: Legislativa založení a provozu bioplynových stanic. *Biom.cz* [online]. [cit. 20. 1. 2015] Dostupné z: <http://expert.biom.cz/bioplyn.stm>. ISSN: 1801-2655.

ŠEFROVÁ, H. & LAŠTŮVKA, Z. (2011): Invazní škůdci – narůstající problém. *Rostlinolékař*, roč. 22, č. 5: s. 9-12. ISSN 1211-3565.

ŠULÁK, M. & ŠMOGROVIČOVÁ, D. (2008): Bioetanol: Súčasný trendy vo výskume a v praxi. *Chem. listy* [online], č. 102: s. 108-115. [cit. 26. 1. 2015]. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz>.

TALLAMY, D. W., HIBBARD, B. E., CLARK, T. L., GILLESPIE, J. J. (2005): Western Corn Rootworm, Cucurbits and Cucurbitacins, s. 67-94. In: KUHLMANN, U. & EDWARDS, C. (2005): *Western Corn Rootworm: Ecology and Management*. Wallingford: CAB International. ISBN 0-85199-817-8.

TICHÁ, K. (2001): *Biologická ochrana rostlin*. 1. vyd. Praha: Grada, 86 s. ISBN 80-247-9043-2.

TOEPFER, S., HATALA-ZSELLER, I., EHLERS, U. R., PETERST, A. & KUHLMANN, U. (2010): The Effect of Application techniques on field-scale efficacy: Can the Use of Entomopathogenic Nematodes Reduce damage by Western Corn Rootworm Larvae? *Agricultural and Forest Entomology*, roč. 12: s. 389-402. ISSN: 1461-9563.

TOEPFER, S., KURTZ, B. & KUHLMANN, U. (2010): Influence of Soil on the Efficacy of Entomopathogenic Nematodes in Reducing *Diabrotica virgifera virgifera* in Maize. *Journal of Pest Science*, roč. 83: s. 257-264. ISSN: 1612-4758.

TOEPFER, S., KNUTH, P., GLAS, M. & KUHLMANN, U. (2012): Successful Application of Entomopathogenic Nematodes for the Biological Control of Western Corn Rootworm Larvae in Europe – a Mini Review [online]. *Proceedings International Conference on the German Diabrotica Research Program*, November 14-16, Berlin. [cit. 20. 1. 2015] Dostupné z: <http://pub.jki.bund.de>.

TOEPFER, S. & KUHLMAN, U. (2013): Research and Development for a Nematode-based Biological Control Solution for Western Corn Rootworm in Maize. *Insect Pathogens and Entomoparasitic nematodes. IOBC-WPRS Bulletin*, roč. 90: 277–282.

TOMÁŠEK, J. (2013): Pěstování kukuřice novými technologiemi - ano, nebo ne?. *Úroda*, roč. 61, č. 11: s. 10. ISSN: 0139-6013.

TOWNSEND, G. R. & HEUBERGER, J. W. (1943): Methods for Estimating Losses Caused by

Diseases in Fungicide Experiments. *Plant disease reporter*, roč. 27, č. 17: s. 340-343.

ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ (2015): Registr přípravků na ochranu rostlin [online]. [12. 2. 2015]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>

VAHALA, O. (2008): Výsledky speciálního monitoringu bázlivce kukuřičného (*Diabrotica virgifera*) – 2007. *Rostlinolékař*, roč. 19, č. 4: s. 13-17. ISSN 1211-3565.

VAHALA, O. & BEZDĚK, J. (2002): První nález mandelinky *Diabrotica virgifera virgifera* v České republice. *Rostlinolékař*, roč. 13, č. 6: s. 24. ISSN 1211-3565.

VALÍČEK, P., HLAVA, B., HUŠÁK, S., KOKOŠKA, L., MATĚJKA., V., MICHL, J., PAE ,L., POLESNÝ, Z., WROBLEWSKÁ, E., ZELENÝ, V. (2002): *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. 2. vyd. Praha: Academia, 486 s. ISBN 80-200-0939-6.

WEISER, J. & MRÁČEK, Z. (1988): *Parazitické hlístice hmyzu*. 1. vyd., Praha, Academia, 258 s.

YONOW, T. & KRITICOS, D. J. (2014): *Diabrotica virgifera virgifera* [online]. [2. 2. 2015], *HarvestChoice Pest Geography*. St. Paul, MN: InSTePP-HarvestChoice. Dostupné z: <http://www.instepp.umn.edu/sites/default/files/product/downloadable/Diabrotica%20virgifera%20HC.pdf>.

ZÁRUBA, J. (2007): Bázlivec kukuřičný – nový nebezpečný škůdce kukuřice?. *Rostlinolékař*, roč. 18, č. 4: s. 22-23. ISSN 1211-3565.

ZIMOLKA, J. ET AL. (2008). *Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry*. 1. vyd. Praha: Profi Press. ISBN 978-808-6726-311.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1</i> Mapa bioplynových stanic v ČR (ČESKÁ BIOPLYNOVÁ ASOCIACE, 2014)	17
<i>Obr. 2</i> Samička bázlivce kukuřičného (DOLEŽALOVÁ).	19
<i>Obr. 3</i> Sameček bázlivce kukuřičného (NĚMEC, 2009).	20
<i>Obr. 4</i> Typické poškození rostlin kukuřice bázlivcem kukuřičným, tzv. husí krky (EDWARDS, 2008).	21
<i>Obr. 5</i> Žír brouků na bliznách kukuřice (KOLAŘÍK & ROTREKL, 2011).	22
<i>Obr. 6</i> Poškození listů kukuřice žírem brouků (KOLAŘÍK & ROTREKL, 2014c).	22
<i>Obr. 7</i> Oblasti vymezené ke zpomalení šíření bázlivce kukuřičného v České republice pro rok 2013 (KROUTIL, 2014a)	24
<i>Obr. 8</i> Hluchost palic kukuřice způsobená žírem dospělců bázlivce kukuřičného (DOLEŽALOVÁ)	25
<i>Obr. 9</i> Mapa pozorovacích bodů bez výskytu a s výskytem bázlivce kukuřičného v České republice v roce 2013 (KROUTIL, 2014b).	27
<i>Obr. 10</i> Mapa pokusných lokalit – Otrokovice, Čejč, Hostěradice (http://www.google.cz/intl/cs/earth/).	38
<i>Obr. 11</i> Schéma pokusného pole na lokalitě Otrokovice	39
<i>Obr. 12</i> Mapa pokusného stanoviště Otrokovice (https://www.google.cz/maps)	39
<i>Obr. 13</i> Schéma pokusného pole na lokalitě Čejč včetně umístění odchytných klecí ...	40
<i>Obr. 14</i> Mapa pokusného stanoviště Čejč (https://www.google.cz/maps)	41
<i>Obr. 15</i> Schéma pokusného pole na lokalitě Hostěradice včetně umístění odchytných klecí	42
<i>Obr. 16</i> Mapa pokusného stanoviště Hostěradice (https://www.google.cz/maps)	42
<i>Obr. 17</i> Upravený secí stroj s aplikátorem na roztok hlístic (DOLEŽALOVÁ, TEPLÝ)	47
<i>Obr. 18</i> Instalace feromonových lapáků do porostu kukuřice 25. 6. 2014 (BAGAR).....	48
<i>Obr. 19</i> Textilní klece pro odchyt vylíhlých brouků z půdy (BAGAR)	49
<i>Obr. 20</i> Nejvyšší stupeň napadení při hodnocení husích krků (BAGAR)	50

9 SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Vývoj ploch osevů kukuřice na zrno a na siláž v letech 2005–2014 v ČR (ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2014a,b)</i>	13
<i>Tab. 2 Rozdělení hybridů kukuřice dle ranosti (POVOLNÝ & VACEK, 2014)</i>	15
<i>Tab. 3 Povolené insekticidní přípravky proti bázlivci kukuřičnému v roce 2014 (ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ, 2015; AGRONOM, 2014)</i>	30
<i>Tab. 4 Varianty pokusů na jednotlivých lokalitách – Otrokovice, Čejč, Hostěradice</i>	46
<i>Tab. 5 Počet odchycených brouků bázlivce kukuřičného v textilních klecích (Čejč)</i>	52
<i>Tab. 6 Anova pro počet odchycených brouků v textilních klecích (Čejč)</i>	53
<i>Tab. 7 Průměrný počet odchycených brouků a průkaznost rozdílu variant (Čejč)</i>	53
<i>Tab. 8 Počet odchycených brouků bázlivce kukuřičného v textilních klecích (Hostěradice)</i>	54
<i>Tab. 9 Anova pro počet odchycených brouků v textilních klecích (Hostěradice)</i>	54
<i>Tab. 10 Anova pro napadení rostlin kukuřice (Otrokovice)</i>	56
<i>Tab. 11 Průměrné napadení rostlin kukuřice a průkaznost rozdílu variant (Otrokovice)</i>	56
<i>Tab. 12 Anova pro napadení rostlin kukuřice (Čejč)</i>	58
<i>Tab. 13 Průměrné napadení rostlin kukuřice a průkaznost rozdílu variant (Čejč)</i>	59

10 SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1 Průběh teplot a srážek v roce 2014 – Otrokovice (ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2015)</i>	43
<i>Graf 2 Průběh teplot a srážek v roce 2014 – Čejč (ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2015)</i>	44
<i>Graf 3 Průběh teplot a srážek v roce 2014 – Hostěradice (ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2015)</i>	44
<i>Graf 4 Dlouhodobý normál teplot a srážek (1961 – 1990) Jihomoravského kraje (ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2015)</i>	45
<i>Graf 5 Index poškození stébel kukuřice u jednotlivých variant dle Townsend-Heubergera (Otrokovice)</i>	55
<i>Graf 6 Napadení rostlin kukuřice (Otrokovice)</i>	57
<i>Graf 7 Index poškození stébel kukuřice u jednotlivých variant dle Townsend-Heubergera (Čejč)</i>	57
<i>Graf 8 Napadení rostlin kukuřice (Čejč)</i>	59
<i>Graf 9 Průměrný počet odchycených brouků na jeden lapák (Otrokovice)</i>	60
<i>Graf 10 Průměrný počet odchycených brouků na jeden lapák (Čejč)</i>	61
<i>Graf 11 Průměrný počet odchycených brouků na jeden lapák (Hostěradice)</i>	61