

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH ZDROJOV

**SIGNALIZÁCIA OCHRANY KUKURICE PROTI
KUKURIČIAROVI KOREŇOVÉMU *DIABROTICA
VIRGIFERA VIRGIFERA* LECONTE, NA ZÁKLADE SUMY
EFEKTÍVNYCH TEPLÔT**

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Študijný program:	Agroekológia
Pracovisko (katedra/ústav):	Názov katedry ochrany rastlín
Vedúci diplomovej práce:	Doc. Ing. Ján Tancik, PhD.

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Jaroslava Kasáková vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Signalizácia ochrany kukurice proti kukuričiarovi koreňovému *Diabrotica virgifera virgifera* Leconte, na základe sumy efektívnych teplôt“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 2010

Jaroslava Kasáková

Podakovanie

Chcela by som poďakovať všetkým, ktorý mi akýmkoľvek spôsobom pomohli pri vypracovaní diplomovej práce a zároveň ma podporili počas celého štúdia na univerzite. Hlavne by som chcela poďakovať svojmu školiteľovi doc. Ing. Jánovi Tancikovi, PhD. za jeho ochotu, odborné rady a trpezlivosť pri práci. Zároveň chcem poďakovať Ing. Jozefovi Kubíkovi a Ľubici Jančovičovej za poskytnuté údaje z ÚKSUP-u.

Abstrakt v štátnom jazyku

Na základe meteorologických údajov vypočítať sumu efektívnych teplôt a stanoviť prognózu termínov pre začiatok liahnutia lariev, liahnutie 50% lariev z populácie a liahnutie prvých imág kukuričiara koreňového na troch vybraných lokalitách na Slovensku (Hurbanovo, Prievidza a Košice). Termín začiatku liahnutia lariev podľa tejto metódy v teplejších regiónoch bol stanovený na koniec mája, v chladnejších regiónoch polovicou júna. Termín začiatku liahnutia lariev imág v teplejších regiónoch bol prognózovaný na začiatok júla, v chladnejších regiónoch polovicou júla. Termíny začiatku liahnutia imág podľa prognózy vypočítanej na základe meteorologických údajov a termíny začiatku náletu imág do feromónových lapačov sledovaných UKSUP-om nie v každom sledovanom roku boli zhodné. Termíny začiatku liahnutia lariev a imág podľa prognózy vypočítanej na základe meteorologických údajov a termíny začiatku liahnutia lariev a imág stanovených našim pozorovaniami v poľných podmienkach na lokalite Nové Zámky v roku 2009 boli zhodné. Prvé larvy sme zistili 6. júna a prvé imága na žltých lapačoch sme konštatovali koncom júna. Prognóza termínu začiatku liahnutia lariev a imág môže poslúžiť na signalizáciu ochrany proti larvám v čase medziriadkovej kultivácie respektíve proti imágam kukuričiara koreňového.

Abstrakt v cudzom jazyku

Based on the meteorological data here is determined to calculate the amount of effective temperature and set up the forecast for the beginning of the larvae incubation as well as incubation of 50 % larvae from the population and incubation of the first corn rootworm adults in three selected locations in Slovakia (Hurbanovo, Prievidza and Kosice). The date of the beginning of larvae adults incubation is set at the end of May in the warmer locations and at half of June in the cooler locations. Beginning of the larvae adults incubation has been forecasted at the early July in the warmer locations and the later July in the cooler locations. Based on the forecast dates for the start of larvae adults incubation calculated on the basis of meteorological data and the beginning of the insect invasion to pheromone traps monitored by UKSUP have not been identical in every reporting year. The beginning of the larvae incubation and adults calculated from meteorological data as well as the beginning

of the larvae and adults incubation determined from our observation from fields in Nove Zamky location are identical in year 2009.

Larvae have been first detected at 6. June and the first adults to the yellow traps were found in late June. Forecast of larvae and adults incubation could be used to indicate protection against larvae at the time of interrow cultivation respectively against corn rootworm adults.

Obsah

Obsah	6
Zoznam tabuliek	8
Zoznam skratiek a značiek (pre technické a prírodné vedy)	9
Slovník termínov	10
1 Úvod	11
1 Literárny prehľad	12
1.1 Taxonomické zaradenie kukuričiara koreňového / <i>Diabrotica virgifera</i> virgifera, LeConte, 1868/	12
1.2 Morfológia škodcu.....	12
1.2.1 Vajíčko	12
1.2.2 Larva	13
1.2.3 Kukla.....	13
1.2.4 Imágo	13
1.3 Bionómia	14
1.4 Škodlivosť	15
1.5 Ekológia.....	17
1.5.1 Vývoj vajíčka	17
1.5.2 Vývoj larvy a kukly	18
1.5.3 Výskyt (lahnutie) a život imága.....	19
1.6 Situácia rozšírenia kukuričiara koreňového na SR v posledných rokoch	19
1.7 Ochrana.....	20
1.7.1 Agrotechnická metóda regulácie.....	20
1.7.2 Spôsob ochrany.....	21
1.7.3 Striedanie plodín	23
1.7.4 Chemická ochrana.....	23
1.7.5 Chemická ochrana proti larvám	23
1.7.6 Chemická ochrana proti imágam	24
1.8 Metódy sledovania výskytu škodcu a ich využitie v signalizácii ochrany	25
1.8.1 Stanovenie výskytu vajíčok v pôde.....	25
1.8.2 Stanovenie výskytu lariev v pôde	25
1.8.3 Stanovenie poškodenia koreňov	26

1.8.4	Stanovenie výskytu imág	26
1.8.5	Vplyv tepla na vývoj hmyzu	27
2	Cieľ práce.....	28
3	Metodika práce a metódy skúmania	29
3.1	Hurbanovo	29
3.2	Prievidza	29
3.3	Košice	30
3.4	Výpočet sumy efektívnych teplôt	30
3.4.1	Prognóza začiatku liahnutia lariev a imág na základe výpočtu sumy efektívnych teplôt	30
3.5	Nálet imág kukuricača koreňového do feromónových lapačov	31
3.5.1	Monitoring imág kukuricača koreňového	31
3.5.2	Stanovenie termínu liahnutia lariev kukuricača koreňového v prírodných podmienkach	32
4	Výsledky	33
	Výskyt lariev, kukiel a imág kukuricača koreňového v prírodných podmienkach.....	38
5	Diskusia	41
6	Záver.....	43
7	Použitá literatúra	44
8	Prílohy	49

Zoznam tabuliek

Tab. 1 Prognóza začiatku liahnutia lariev a imág, 50% populácie a začiatku ovipozície vypočítanej na základe sumy efektívnych teplôt na lokalite Hurbanovo

Tab. 2 Prognóza začiatku liahnutia lariev a imág, 50% populácie a začiatku ovipozície vypočítanej na základe sumy efektívnych teplôt na lokalite Prievidza

Tab. 3 Prognóza začiatku liahnutia lariev a imág, 50% populácie a začiatku ovipozície vypočítanej na základe sumy efektívnych teplôt na lokalite Košice

Tab. 4 Prognóza začiatku liahnutia imág kukuričiara koreňového vypočítaného na základe sumy efektívnych teplôt (SET) a výskyt prvých imága a 50% populácie na feromónových lapačoch (FL) v porastoch kukurice v lokalite Hurbanovo

Tab. 5 Prognóza začiatku liahnutia imág kukuričiara koreňového vypočítaného na základe sumy efektívnych teplôt (SET) a výskyt prvých imága a 50% populácie na feromónových lapačoch (FL) v porastoch kukurice v lokalite Prievidza

Tab. 6 Prognóza začiatku liahnutia imág kukuričiara koreňového vypočítaného na základe sumy efektívnych teplôt (SET) a výskyt prvých imága a 50% populácie na feromónových lapačoch (FL) v porastoch kukurice v lokalite Košice

Tab. 7 Počet lariev v rôznych instaroch (L1,L2,L3), kukiel (K) a imág (I) kukuričiara koreňového na hodnotených koreňoch kukurice v rôznych dátumoch v roku 2009 na lokalite Nové Zámky

Tab. 8 Nálet imág kukuričiara koreňového na žltý lapač Pherocom AM (ŽL1 a ŽL2) v poraste kukurice na lokalite Nové Zámky v roku 2009

Zoznam skratiek a značiek (pre technické a prírodné vedy)

s. e. t. suma efektívnych teplôt

Slovník termínov

Suma efektívnych teplôt je súčet denných priemerných teplôt, ktoré prevyšujú prahovú teplotu pre vývoj druhu, určitého vývojového štádia alebo instaru

Prahová teplota je fyziologicky nulový bod, fyziologicky teplotný prah, alebo spodná teplotná hranica

Ovipozícia je kladenie vajčiek

Signalizácia znamená v podstate veľmi krátku prognózu, na základe ktorej sa určuje presný termín výskytu škodlivého činiteľa v jeho kritickom štádiu, kedy je ho možné najúčinnšie zasiahnuť a zničiť

1 Úvod

Kukuričiar koreňový (*Diabrotica virgifera virgifera*) je jedným z predstaviteľov zavlečenia škodcu na polia. Dnes už predstavuje obrovské riziko pre pestovanie kukurice. Pri pestovaní v monokultúre zapríčiňuje významné škody. Na Slovensku spôsobil najväčšie škody v roku 2007. Jedným zo spôsobov ochrany proti larvám kukuričiara koreňového je morenie osiva insekticídmi a aplikácia pôdnych insekticídov do pásov vedľa osivového lôžka počas sejby. Tieto spôsoby ochrany nie sú vždy dostatočne účinné a to z toho dôvodu, že larvy sa liahnu od polovice mája, do konca mája, čím dochádza k zníženiu účinnosti insekticídov. Preto sa javí ako účinný spôsob ochrany aplikácia insekticídov počas medziriadkovej kultivácie kukurice. Toto opatrenie je účinné, lebo sa vykonáva v čase liahnutia a výskytu lariev v pôde. Otázka však spočíva v termíne aplikácie. Termín aplikácie sa môže zistiť pôdnymi výkopmi, čím zistíme prítomnosť lariev. To je časovo náročné a zároveň pre prax nevyhovujúce.

Možná alternatíva ako zistiť termín aplikácie insekticídov je metóda výpočtu sumy efektívnych teplôt pôdy. Túto možnosť signalizácie sme analyzovali pomocou poskytnutých meteorologických údajov zo SHMÚ v Bratislave a porovnali ich s údajmi o nálete imág do feromonových lapačov na sledovaných lokalitách, ktoré sme získali z ÚKSUP - u.

V poslednom desaťročí sa v EÚ využívala ochrana kukurice proti imágam kukuričiara koreňového. Jej cieľom je zníženie populácie škodcu a zároveň obmedzenie škôd zapríčinené larvami v nasledujúcom roku. Aj pri tejto aplikácii je veľmi dôležitý termín jej realizácie. Ten by mal byť v období pred začiatkom ovipozície, čiže cieľom tejto aplikácie je nám zničiť samičky kým ešte nenakladú vajíčka. Odhadnúť tento termín v praxi je dosť náročné. Metóda sumy efektívnych teplôt aj v tomto prípade sa javí ako dobré východisko.

1 Literárny prehľad

1.1 Taxonomické zaradenie kukuričiara koreňového /*Diabrotica virgifera virgifera*, LeConte, 1868/

RÍŠA:	Animalia –Živočíchy
PODRÍŠA:	Polycytozoa – Mnohobunkovce
KMEŇ:	Arthropoda – Člankovce
PODKMEŇ:	Tracheata – Vzdušnicovce
TRIEDA:	Insecta – Hmyz
PODTRIEDA:	Pterogyta – Krídlovce
RAD:	Coleoptera – Chrobáky
PODRAD:	Polyphaga – Všežravé
ČEĽAĎ:	Chrysomelidae – Liskavkovité
ROD:	Diabrotica
DRUH:	virgifera

(Smetana, 2001)

Do tejto čeľade sú zaradení aj iní známi škodcovia poľnohospodárskych plodín ako napr.: pásavka zemiaková, kohútik modrý, kohútik pestrý, skočky, ako aj štítatce a iné. V krajine pôvodu sa nachádzajú aj iné druhy z rodu *Diabrotica*, ktoré však nepoškodzujú kukuricu do takej miery (Siviček, 2001).

1.2 Morfológia škodcu

1.2.1 Vajíčko

Vajíčka sú bielo krémovej farby a veľmi drobné. Dlhé sú približne 0,6 mm, široké 0,4 mm (Siviček, 2004). Vajíčka pred vyliahnutím vyžadujú chladom vynútené obdobie diapauzy. V laboratórnych podmienkach bolo zistené, že teploty 4-5°C sú

vhodnejšie pre diapauzu než 0°C a nižšie (Siviček, 1998). Do bodu mrazu nemá dĺžka trvania chladu vplyv na vyľahnutie. Pri ďalšom poklese teploty a dlhšej dobe trvania nízkych teplôt podiel jedincov vyľahnutých vajíčok klesá (Drobník, 2002). Vzhľadom nato, že vajíčka kukuričiara sú veľmi drobné a ich vyhľadávanie v pôde technicky aj časovo značne náročné, nemá toto vývojové štádium z hľadiska ochrany pre pestovateľa kukurice praktický význam (Siviček, 2004).

1.2.2 Larva

Larva je štíhla, biela a po vyľahnutí z vajíčka meria asi 1,2 mm. Dorastená larva meria asi 1,1 – 1,3 mm a má žltohnedú farbu. Na poslednom článku tela larvy sa nachádza tmavý štítok. Hlava larvy je hnedá (Cagáň, 2006).

Vývoj lariev prebieha v troch etapách, pričom larvy prvého a druhého instaru sú biele a larvy tretieho instaru sú žltohnedé (Siviček, 2001). Začiatok vývoja lariev závisí od teploty. Liahnutie lariev začína približne od polovice mája do polovice júna. Vývoj lariev trvá za optimálnych podmienok 30 dní. Larvy žijú v pôde a majú tri larválne štádia, pričom posledné trvá najdlhšie. Najväčší počet lariev sa nachádza v hĺbke do 15 cm. Larvy sa vyvíjajú na povrchu, alebo vo vnútri koreňov kukurice (Siviček, 2001).

1.2.3 Kukla

Vývojové štádium kukly je krátkodobé (Siviček, 1998). Trvá približne 2 týždne. Obdobie kukly celej populácie je asi jeden mesiac (Barok, 2008). Kukla je mäkká, biela (Smetana, 2001). Tvarom zodpovedá stavbe tela imága (Cagáň, 2006).

1.2.4 Imágo

Dĺžka imág sa pohybuje od 4,2 do 6,8 mm v závislosti od pohlavia. Samčekovia majú dĺžku 4,4 – 6,4 mm a samičky 4,2 – 6,8 mm. Telo imág je žltozelenej farby s čiernymi pásmi na bokoch kroviek. Krovky samčekov sú skoro tmavé až čierne. Na

krovkách samičiek sa nachádzajú tri tmavé pravidelné pruhy, ktoré môžu čiastočne, alebo až úplne splývať (Siviček, 2001).

Samičky majú čierne pásiky výraznejšie, rozsah čiernej farby je menší (Smetana, 2001). Koniec a bočné okraje kroviok majú obyčajne žltó zelené sfarbenie. Nohy a tykadlá sú tmavej škoricovej farby. Tykadlá samčekov dosahujú dĺžku ich tela, samičie tykadlá sú kratšie a dosahujú iba $\frac{3}{4}$ dĺžky tela (Siviček, 2001).

1.3 Bionómia

Kukuričiar koreňový má jednu generáciu za rok a samičky kladú vajíčka takmer výlučne v kukuričných poliach (Levine, Oloumi – Sadeghi, 1991). Škodca prezimuje ako vajíčko v pôde (Krysan, 1986). Prezimujú vajíčka v pôde v hĺbke asi 4-16 cm. Vajíčka sa nachádzajú prevažne v horných asi 15 cm pôdy (Cagáň, 2008). Liahnutie vajíčok začína od polovice mája do začiatku júna nasledujúceho roka (Chiang, 1973).

Samičky kladú vajíčka už 7 – 10 dní po oplodnení. V závislosti od teploty, výživy a dĺžky dňa kladú 500 – 1000 kusov vajíčok. Hromadné kladenie vajíčok trvá od polovice júla do konca augusta. Samička kladie vajíčka v skupinkách a znášanie jej trvá približne tri týždne pričom uprednostňuje kypré a vlhké pôdy hlavne v porastoch kukurice (<http://www.agroporadenstvo.sk>).

Larvy sa vyvíjajú cez tri instary. V strednej Európe sa larvy kukuričiara koreňového liahnu od začiatku mája do začiatku júna. 90% lariev sa obyčajne nachádza v horných 10 cm pôdy. Žijú v pôde na koreňoch alebo v koreňoch kukurice. Ich vývin trvá asi 30 dní. Kuklia sa v blízkosti povrchu pôdy, ale kukly možno nájsť aj hlbšie v pôde (Cagáň, 2008). Dĺžka liahnutia bola v priemere zaznamenaná ako 29 dní u samcov a 32 dní u samičiek (Musick a Fairchild 1971, Branson 1976a, Palmer et al. 1977, Krysan et al. 1984, Levine et al. 2003). U samčekov je celkový vývin lariev, dospievanie rýchlejší ako u samičiek pri teplotách medzi 18-30°C (teda 0.9 až 2.8 dní v závislosti od teploty) ale stupeň vývoja oboch pohlaví je nižší pri teplote okolo 9°C (Jackson a Elliot 1988).

Vývoj od vajíčka do dospelého štádia prebieha pri teplotách 15 až 30,5°C. Pri teplote 33°C sa larvy druhého instaru prestali vyvíjať. Optimálny vývoj a prežitie prebieha pri teplotách 21-30°C (Jackson, Elliott, 1988). Larvy sú priťahované oxidom uhličitým (Strnad a kol. 1986). Pohybujú sa cez pôdne priestory vyplnené vzduchom (Gustin, Schumacher, 1989, MacDonald, Ellis, 1990).

Obdobie kukly je najkratšie obdobie vo vývine kukuričiara. Obdobie kukly celej populácie je asi jeden mesiac (Bartoš, nepub.). Kukla sa vyskytuje v pôde a vyvíja sa približne 10 dní (Jackson, Elliot, 1988).

Dospelé jedince možno vidieť od konca júna do polovice októbra, s vrcholom od 2. polovice júla a celého augusta. Jednotlivé vývinové fázy kukuričiara sú podmienené klimatickými podmienkami, prítomnosťou kukurice a ostatných hostiteľských rastlín (Bartoš, nepub.). Párenie prebieha asi za 6-8 dní po vyliahnutí (Cagáň, 2008).

1.4 Škodlivosť

Larvy aj dospelce kukuričiara koreňového škodia na rastlinách kukurice (Hrdina, 2007). Larvy môžu svojou škodlivosťou spôsobiť 30 – 70 % straty na úrode kukurice (Siviček, 2004). Počas rokov výskytu kukuričiara boli najvýznamnejšie škody spôsobené jeho larvami (Tancik, 2002).

Vyliahnuté larvičky žerú primárne koreňové vlásky a vonkajšie pletivo koreňov. Ako larvy rastú, vzrastajú aj ich požiadavky na potravu a vyžierajú do koreňov diery. Špičky koreňov hnednú a vo vnútri bývajú často aj vyhryzené až po bazálnu časť rastliny. Miesta poškodené larvami sú vstupnou bránou infekcie rôznych patogénov, a preto býva poškodenie spojené s rôznymi hnilobami koreňov (Hrdina, 2007).

Imága požierajú blizny a peľ na klasoch a metlinách kukurice (Bojňanský, 2002). Blizny poškodzujú tak, že ich buď priečne odhrýzajú alebo konzumujú postupne, ako vyrastajú z kvitnúceho klasu. Blizny na klase môžu byť po poškodení úplne

prehryzené až po špičku klasu. Úrodu zrna môže takto ovplyvniť veľký počet chrobákov škodiacich na bliznách ešte pred ich opelením (Siviček, 2004).

Výsledkom poškodenia je menšia alebo väčšia hluchosť klasu. Po odkvitnutí môžu poškodzovať aj vyvíjajúce sa zrná kukurice v mliečnej zrelosti (Bojňanský, 2002).

Sekundárne poškodenie nastáva prenosom niektorých ochorení kukurice. Známym je prenos vírusových ochorení, ako vírus chlorotickej strakatosti kukurice/*Maize chlorotic mottle virus*/ - vírus doposiaľ nebol zistený v Európe, vírus prúžkovitej mozaiky pšenice /*Wheat streak mosaic virus*/ a vírus mozaikovej zakrpatenosti kukurice/ *Maize dwarf mosaic virus*/ (Barok, 2008).

Kukuričiar koreňový skracovaním koreňov kukurice a následne obmedzovaním príjmu vody a živín spôsobuje vážny stres pre rastliny. K zníženiu úrody môže dôjsť najmä na kukurici trpiacej suchom, zhutňovaním pôdy ako aj nedostatočnou výživou (Siviček, 1998).

Korene napadnuté kukuričiarom koreňovým môžu byť oslabené až do takej miery, že rastliny poľahnú alebo rastú zakrivené. Takto poľahnuté alebo zdeformované rastliny sa ťažko zberajú, čo prispieva k stratám úrody (Hrdina, 2007). K poľahnutiu dochádza pri 50% poškodení koreňového systému. Ak po poľahnutí naprší, čo spôsobí čiastočnú regeneráciu koreňového systému, rastliny sa vzpriamia, pričom môžu mať charakteristicky ohnuté stebľa (Siviček, 2004).

Silná populácia dospelcov môže ohroziť opelenie kukurice odhryzovaním bližiem v čase kvitnutia a následne zlé vyplnenie klasu zrnom. Dospelce môžu tiež spôsobovať škody požerkami na listoch, podobné požerkom kohútikom. Silné poškodenia listov však bývajú spôsobované iba veľmi hustými populáciami dospelcov (Hrdina, 2007) .

Skúsenosti z krajín s výskytom škodcu jasne dokazujú, že:

- hospodársky významné škody vznikajú iba po premnožení kukuričiara koreňového
- samičky výrazne uprednostňujú kladenie vajíčok do porastov kukurice

-
- larvy ako pôdni škodcovia dokážu prekonať za potravou iba zanedbateľnú vzdialenosť od koreňov kukurice
 - striedanie kukurice s inými plodinami je hlavný spôsob na udržanie hustoty jeho populácie pod prahom škodlivosti
 - prah hospodárskej škodlivosti sa dosiahne, keď 10% rastlín vytvorilo blizny a na jednej rastline kukurice sa nachádza 8 až 10 (pri osivovej kukurici 5) imág škodcu
 - vylúčenie monokultúrneho spôsobu pestovania kukurice je jediné ekonomicky únosné riešenie (Siviček, 2001).

1.5 Ekológia

1.5.1 Vývoj vajíčka

Kukuričiar koreňový má jednu generáciu za rok a samičky kladú vajíčka takmer výlučne v kukuričných poliach (Levine, Oloumi-Sadeghi, 1991).

Samičky kladú vajíčka už 7 – 10 dní po oplodnení. V závislosti od teploty, výživy a dĺžky dňa kladú 500 – 1000 kusov vajíčok. Hromadné kladenie vajíčok trvá od polovice júla do konca augusta. Samička kladie vajíčka v skupinkách a znášanie jej trvá približne tri týždne pričom uprednostňuje kypré a vlhké pôdy hlavne v porastoch kukurice (<http://www.agroporadenstvo.sk>).

Latentná teplota pôdy pre vajíčka je mínus 8 °C. Rozhodujúce je tiež trvanie takto nízkej teploty (Wilde, 1971).

Vajíčka musia prejsť počas prezimovania obdobím chladu s teplotami pod bodom mrazu. Avšak teploty nižšie ako -8°C spôsobujú úhyn podobne ako obdobie sucha. V laboratórnych podmienkach sa zistilo, že najvhodnejšia teplota na prezimovanie vajíčok je 4-5°C. Asi 50% vajíčok zahynie, ak sú vystavené teplote -10°C po dobu jedného týždňa. Úmrtnosť vajíčok, ktoré boli vystavené teplote -15°C po dobu 4 týždňov je takmer 100% (<http://www.agroporadenstvo.sk>).

Na embrionálny vývoj kukuričiara v pôde majú značný vplyv teploty pôdy v apríli. V literatúre sa uvádza, že na vývoj vajíčok nepriaznivo vplyva, ak je priemerná

mesačná teplota pôdy v hĺbke 100 mm v apríli nižšia ako 12,8 °C (Levine E., Oloumi-Sadegi H., Ellis C.R. 1992)

Liahnutie vajíčok začína od polovice mája do začiatku júna (Chiang, 1973). Wilde (1971) stanovil prahovú teplotu 11°C pre vývin vajíčok nazbieraných na Minnesote a prahovú teplotu 12,8°C pre vývin vajíčok nazbieraných v Kansase. Po vyliahnutí majú larvy limitovaný čas na prechod pôdou a na lokalizovanie vhodných hostiteľských koreňov (Strnad, Bergman, 1987a, b).

V temperovaných regiónoch sú vajíčka ukladané v pôde medzi júlom a septembrom. Vznik zárodku zrejme začína v kladení alebo čoskoro po, ale vývin sa zastavuje počas 11-13 dňa pri teplote 20°C, ako vajíčko začína diapauzu (Krysan 1972, Branson 1976b). Priebežné chladenie vajíčok pred dosiahnutím diapauzy škodí a 2-3 týždňové obdobie pri teplote 25°C (Jackson 1986). V mieste vstupu do diapauzy je zárodek ponorený do žĺtka ako nediferencovaný zárodočný disk okolo 90µm dlhý a v tejto fáze ostáva pokiaľ je diapauza ukončená (Krysan 1972).

1.5.2 Vývoj larvy a kukly

Vývoj od vajíčka do dospelého štádia prebieha pri teplotách 15 až 30,5°C. Pri teplote 33°C sa larvy druhého instaru prestali vyvíjať. Optimálny vývoj a prežitie prebieha pri teplotách 21 – 30°C (Jackson, Elliott, 1988).

Počiatkové liahnutie lariev z vajíčok sa môže počas rokov odlišovať, ale zvyčajne nastáva koncom mája a začiatkom júna v U.S Corn Belt a východných krajinách Európy. Od 1985-2006 prvé liahnutie nastáva medzi 22. májom a 16.júnom v Itake, Nebraska, U.S.A. (Meinke, nepubl.).

Dĺžka liahnutia bola v priemere zaznamenaná ako 29 dní u samcov a 32 dní u samiciek (Musick a Fairchild 1971, Branson 1976a, Palmer et al. 1977, Krysan et al. 1984, Levine et al. 2003). U samčekov je celkový vývin lariev, dospievanie rýchlejšie ako u samiciek pri teplotách medzi 18-30°C (teda 0.9 až 2.8 dní v závislosti od teploty) ale stupeň vývoja oboch pohlaví je nižší pri teplote okolo 9°C (Jackson a Elliot 1988).

Larvy obývajú pôdu v okolí koreňov, pred štádiom kukly sa v pôde vytvára oddelený priestor potrebný na zakuklenie (Chiang 1973, Krysan 1999).

Pri teplote 33°C sa larvy druhého instaru prestali vyvíjať. Optimálny vývoj a prežitie prebieha pri teplotách 21 – 30°C. (Jackson, Elliot, 1988).

Obdobie kukly je najkratšie obdobie vo vývine kukuričiara a trvá približne 2 týždne. Obdobie kukly celej populácie je asi jeden mesiac. (Raučinová, Bartoš, Kubík, 2009)

Kukla sa vyskytuje v pôde a vyvíja sa približne 10 dní (Jackson a Elliot 1988). Medzi hostiteľské rastliny imág patria druhy z čeľade Gramineae (Ludwig, Hill, 1975) a Cucurbiteaceae (Howe a kol. 1976).

1.5.3 Výskyt (liahnutie) a život imága

Prvé imága v kukuričných porastoch možno pozorovať v tretej dekáde júna až v prvej dekáde júla v závislosti od lokality a roka. (Bartoš, 2003). Imága ovplyvňuje teplota vzduchu v letných mesiacoch. Vyhovuje im, keď je priemerná mesačná teplota vzduchu v júni, júli a auguste nad 17 °C (Tancik, 2009). Chrobáky majú najväčšiu aktivitu pri teplotách 23-27°C. Pri teplotách pod 10 a nad 30 °C letová aktivita ustáva (Filkorn, 2008).

Imága kukuričiara koreňového mali v lete roku 2007 priaznivé podmienky pre svoj vývoj, čo im umožní intenzívnejšie prijímanie potravy, kopuláciu, ovipozíciu a šírenie. Tieto údaje sú významné aj pre následnú situáciu s populáciou škodcu v roku 2008, kedy výhodné teplotné podmienky umožnili samičkám priaznivé podmienky pre nakladanie vajíčok do pôdy (Levine E., Oloumi-Sadegi H., Ellis C.R. 1992).

1.6 Situácia rozšírenia kukuričiara koreňového na SR v posledných rokoch

Od roku 1996 sa sleduje rozšírenie škodcu na Slovensku a vykonáva sa pomocou siete pozorovacích bodov vytvorenej pozdĺž južnej hranice Slovenska s Maďarskom (SIVIČEK, 2001).

Na Slovensku sa samčekom kukuričiara koreňového prvýkrát zistili na feromónových lapákoch začiatkom augusta 2000 v lokalite Kosihy nad Ipľom /okres Veľký Krtíš/. Ďalší výskyt na juhu stredného Slovenska sa identifikoval v lokalitách Sklabiná, Šiatorská Bukovina a Holiša. Prvý výskyt na juhu západného Slovenska sa zistil v lokalite Tôň (okres Komárno) koncom augusta.

V roku 2002 sa škodca rozšíril do nových oblastí pestovania kukurice v okresoch Galanta, Šaľa, Nitra, Trnava a Malacky.

V roku 2003 boli dospelce kukuričiara koreňového po prvýkrát zistené na východe Slovenska (Siviček 2004).

Pozorovania na Slovensku sa potvrdili, že škodca sa v roku 2004 rozšíril takmer na celej ploche pestovania kukurice a zistil sa aj na lokalitách, kde sa kukurica pestuje prevažne na siláž (Cagán, 2006).

1.7 Ochrana

1.7.1 Agrotechnická metóda regulácie

Z agrotechnických metód je najvhodnejším ochranným opatrením striedanie plodín a nepestovanie kukurice dva roky po sebe. Škodca kladie vajčka do pôdy prednostne v porastoch kukurice a larvy sa môžu vyvíjať iba na rastlinách kukurice. Preto škodca potrebuje minimálne dva roky pestovania kukurice po sebe pre svoj vývin. Larvy sa premiestňujú v pôde do vzdialenosti maximálne 20-50 cm. Ak nenájdu vhodnú hostiteľskú rastlinu, zahynú. Neskorá sejba môže znížiť početnosť lariev škodcu, ale rastliny vysiate skôr lepšie tolerujú poškodenie larvami. Rastliny vysiate neskôr môžu lákať imága z rastlín vysiatych skôr. Takéto rastliny môžu slúžiť ako lákacia plodina pre imága (Cagán, 2008).

Agrotechnické metódy majú veľký vplyv na škodcov. Ak sa uplatňuje správna agrotechnika ktorá umožňuje rovnomerné vzchádzanie a rýchly rast mladých rastlín a tým aj rýchle prekonávanie kritického obdobia, rastliny sa vyhýbajú väčším poškodeniam (Tancik, 2009).

Nie je známa metóda obrábania pôdy alebo inej agrotechniky, ktorá by rozhodujúcim spôsobom ovplyvnila výskyt kukuričiara koreňového.

Polia, ktoré sú pravidelne obrábané napomáhajú rýchlej kolonizácii kukuričiarom koreňovým, pretože sa v nich vyskytuje zvyčajne menej prirodzených nepriateľov, kým prezimovanie vajícok je znížené iba čiastočne. Orba a obrábanie pôdy spôsobí rovnomernejšie rozmiestnenie vajícok škodcu v pôdnom horizonte. Zavlažovanie má pozitívny vplyv na rastliny ale aj na premnoženie škodcu. Vyšší počet rastlín na hektár zvýši aj možnosť prežitia lariev škodcu. Poškodenie koreňov sa preukazne neodlišovalo pri rôznej hustote rastlín v poraste (Cagaň, 2008).

1.7.2 Spôsob ochrany

Ochrana kukurice proti kukuričiarovi v Severnej Amerike je hlavným problémom pri pestovaní tejto plodiny. Počas sejby sa obyčajne aplikujú granulované pôdne insekticídy na bazy rôznych ochranných látok ako trebufos alebo isofenphos. Niektorí autori zo svojho pohľadu na integrovanú ochranu rastlín opisujú nasledovné prístupy vo vzťahu k tomuto škodcovi: striedanie plodín, orba a pôdne podmienky, termín sejby a zberu, odolnosť hostiteľskej rastliny, biologická ochrana, insekticídna ochrana proti larvám a dospelcom (Siviček, 1998).

Terajšie taktiky integrovanej ochrany rastlín závisia na monitorovaní populácie škodcu, použití prahov hospodárskej škodlivosti a zlučovaní rôznych metód ochrany. Monitorovanie dospelcov (rôznymi druhmi lapákov) počas jedného vegetačného obdobia umožňuje vypracovať dobrú predpoveď škôd pre nasledujúce obdobie (Siviček, 1998).

Koncepciu ochrany kukurice proti kukuričiarovi koreňovému nebolo treba robiť v Juhoslávii od začiatku. Využili sa skúsenosti zo Severnej Ameriky, odkiaľ tento škodca pochádza. Juhoslovanskí odborníci, entomológovia, veľmi intenzívne skúmali všetky spôsoby ochrany, tak agrotechnické (striedanie plodín, termíny sejby, výber hybridov s rôznou dĺžkou vegetácie, hnojenie NPK hnojivami a prihnojovanie dusíkom) ako aj chemickú ochranu (Tancik, 2002).

Pri realizovaní ochrany kukurice proti kukuričiarovi koreňovému je mimoriadne dôležité dodržiavať zásady integrovanej ochrany rastlín. Systematické využívanie agrotechnickej ochrany umožňuje úsporu značných finančných prostriedkov, ktoré by inak museli byť investované do aplikácie insekticídov. Skúsenosti pestovateľov z bal-

kánských krajín poukazujú na efektívnosť agrotechnických ochranných opatrení každoročným striedaním kukurice v osevnom postupe a obmedzením jeho monokultúrneho pestovania. Niet pochýb o tom, že uvedené opatrenie je najlacnejším riešením pre udržanie škodcu pod prahom hospodárskej škodlivosti (Siviček, 2004).

V Juhoslávii sa z rôznych dôvodov toto opatrenie neuplatňovalo (pestovatelia sa vzdávajú monokultúrneho spôsobu pestovania kukurice len vtedy, keď utrpia značné škody) (Tancik, 2002).

Zaujímavé sú aj výsledky zo striedania kukurice a sóje. Zistilo sa, že samičky kukuričiara koreňového kládli vajíčka aj do porastov sóje, a tak poľahli rastliny kukurice aj na pozemku, kde predtým bola pestovaná sója. Prvýkrát to bolo zistené v roku 1998 na ploche 30 ha. Zaujímavé sú výsledky z pokusov pri rôznych sústavách pestovania. Priemerný počet imág, chytených do žltých lapačov, poukazuje na významné rozdiely medzi atraktivitou porastov v bikultúre a trikultúre oproti monokultúre. Ak považujeme počet chytených imág v monokultúre za 100%, potom v bikultúre (kukurica - pšenica) je to 41,8%, kukurica-sója 48,2% a v irikultúre len 20,3 %. To sa prejavuje aj v úrode, keď v podmienkach vysokej populácie škodcu bola úroda zrna kukurice 4.6 t/ha a v trikultúre až 9.04 t/ha (Csekes, 2005)

Dátum sejby určuje veľkosť koreňového systému. Skôr zasiata kukurica so svojim rozšíreným koreňovým systémom je viac poškodzovaná larvami než kukurica zasiata neskôr s menšími koreňami. Vyšší počet rastlín na hektár podporuje vyšší počet lariev pri zväčšovaní percenta ich prežitia. Aj keď neskorší termín sejby znižuje poškodenie spôsobené larvami, naďalej je potrebné používať vhodnejšie termíny sejby rovnako ako optimálny počet rastlín na hektár a ochranu kukurice vykonávať inými opatreniami (Siviček, 1998).

Výberom termínu sejby hybridov s rôznou vegetačnou dobou môžeme cielene vplývať na zníženie napadnutia ako aj na zvýšenie atraktivity rastlín pre imága kvôli potrave, a tým aj na znášanie vajíčok .

Porasty vysiate v neskorých termínoch sa vyhnú silnému napadnutiu larvami, lebo veľký počet lariev hynie pre nedostatok potravy (Tancik, 2002).

1.7.3 Striedanie plodín

Pestovanie kukurice v monokultúre je najvýznamnejší faktor zvyšovania počtu imág a lariev. Škodca sa v týchto poliach stupňovité šíri a ďalej rozširuje súčasne s rozširovaním monokultúrneho spôsobu pestovania kukurice. Nakoľko kukuričiar kladie vajíčka takmer výhradne do kukuričných polí, a jeho larva je škodcom kukurice, je striedanie plodín najefektívnejšou metódou ochrany vzhľadom k všetkým využiteľným pestovateľským praktikám, biologickým a chemickým opatreniam (Siviček, 1998).

Efektívnosť tohto opatrenia súvisí s využívaním poznatkov o biológii škodcu, resp. o spôsobe jeho života a nárokoch na prostredie. Pri hodnotení nárokov lariev na pôdne prostredie možno vidieť značnú zhodu s požiadavkami kukurice. Z hľadiska agrotechnickej ochrany proti kukuričiarovi koreňovému je vhodnou predplodinou pre kukuricu taká plodina, do ktorej samička škodcu nekladie vajíčka a larvám neposkytuje vhodnú potravu pre ich vývin. Z predplodín používaných na Slovensku možno za takéto plodiny považovať obilniny (ozimná pšenica, jarný jačmeň) (Siviček, 2004).

1.7.4 Chemická ochrana

Chemickú ochranu proti týmto škodcom treba vykonávať len po prekročení prahovej škodlivosti.

1.7.5 Chemická ochrana proti larvám

Chemické ochranné opatrenia proti larvám sa vykonávajú iba v monokultúrnych porastoch a len po zhodnotení populačnej hustoty škodcu. Aplikácia je opodstatnená iba po zistení predpokladu výskytu kritického počtu škodcu, ak je populácia škodcu nad prahom hospodárskej škodlivosti. Hodnotenie populačnej hustoty škodcu sa robí pomocou pozorovania náletu imág do optických (žltých) lapákov. Existuje viac druhov žltých lapačov, v Amerike sa najviac používajú žlté lapače Pherocom AM ale aj iné lapače. Na jednu parcelu treba umiestniť 2-6 lapákov vo výške kukuričného klásu. Ak

na jeden lapák nalieta 35 a viac imág v nasledujúcom roku je potrebné vykonať insekticídne ošetrovanie aby sa zabránilo poškodeniu koreňov larvami (Tancik, 2008).

Chemická ochrana proti larvám sa môže vykonávať rôznymi spôsobmi: morením osiva insekticídmi, aplikáciou kvapalných a granulovaných insekticídov do pôdy pri sejbe, a aplikácia počas medziriadkovej kultivácie proti larvám kukuričiara koreňového (Tancik, 2009).

Na ochranu proti larvám sa odporúča morenie osiva alebo aplikácia insekticídov do pôdy počas sejby do riadkov (granulované, kvapalné), alebo neskôr medzi riadky. Účinnosť moridiel nebýva dostatočná, z dôvodu oneskoreného liahnutia lariev po vysiatí osiva a pohybuje sa priemerne od 60% do 70%. Účinnosť larvicídov býva iba v rozmedzí 70 -80 %. (KOCOUREK, 2007)

1.7.6 Chemická ochrana proti imágam

Ochrana proti imágam kukuričiara koreňového sa robí len vtedy, keď je populácia nad prahom hospodárskej škodlivosti. Pri pestovaní kukurice na osivo sú prahom škodlivosti 1-3 imága na klas a pri kukurici na zrno je to 6-9 imág na klas (Cagáň, 2006).

Dôvody aplikácie proti imágam sú dvojaké: obmedziť škody zapríčinené imágami a znížiť populáciu imág, ktoré by nakládli vajíčka do pôdy, čiže znížiť škody od lariev v nasledovnom roku. Z tohto vyplýva, že zásah robíme na tých plochách na ktorých budúcim roku plánujeme znovu zasiať kukuricu. Účinná ochrana vychádza z poznania bionómie škodcu (Tancik, 2008).

Termín aplikácie insekticídu by mal byť v čase najväčšieho výskytu samičiek, ktoré ešte nezačali znášať vajíčka. To obdobie je 2-3 týždne po prvom výskyte imág na feromónových lapačoch. Začiatok výskytu imág na Slovensku je prvá polovica júla. Maximálny výskyt je 3-4 týždne po prvom výskyte – polovica augusta. Odporúča sa sledovať nálet imág na žlté lapače, ktoré dávajú reálnu situáciu populácie škodcu v poraste. V čase maximálneho výskytu imág treba robiť postrek (Tancik, 2008).

Názory odborníkov na tento spôsob ochrany sú protichodné. Niektorí odborníci uprednostňujú zákrok proti larvám a zákroky proti imágam považujú za menej efektívne, kým iní zasa práve zákrok proti imágam považujú za najsprávnejší lebo sa

presne môže určiť populácia škodcu nad prahom hospodárskej škodlivosti (Tancik, 2008).

Imága sú považované za vážnych škodcov iba keď sa vo vysokých počtoch vyskytujú v poraste kukurice počas opeľovania (najmä na cukrovej a osivovej). Vysoké počty môžu byť zistené i na neskoro siatej kukurici (Cagáň, 2006).

1.8 Metódy sledovania výskytu škodcu a ich využitie v signalizácii ochrany

Na stanovenie výskytu škodcu sa používa niekoľko metód, niektoré z nich sa môžu použiť na signalizáciu ochrany opatrení:

1.8.1 Stanovenie výskytu vajíčok v pôde

Odber vzoriek pôdy sa robí z vybraného poľa tak, že sa odoberá vzorka z hĺbky 5-15 cm hrubá približne 4-5 cm na najmenej piatich miestach poľa. Obyčajne vznikne priemerná vzorka hmotnosti 6-10 kg. Táto priemerná vzorka sa premieša a odoberú sa z nej 2 kg, ktoré sa premývajú vo vode nad sitom neprepúšťajúcim vajíčka kukuričiara koreňového (priemer otvorov sita musí byť menší ako 0,3 mm). Po premytí vzorky sa zvyšok nad sitom vloží do 2M roztoku $MgSO_4$. Vajíčka vyplávajú na povrch za niekoľko minút, vzbierajú sa pomocou sita a opláchnú vo vode. Po takejto procedúre sú naďalej životaschopné. Táto metóda je pomerne náročná a v poľnohospodárskej praxi nepoužiteľná. Pre (Cagáň, 2008).

1.8.2 Stanovenie výskytu lariev v pôde

Pri určení výskytu lariev na koreňoch sa odporúča odobrať 40 koreňových balov kukuričných rastlín, každý z nich analyzovať a určiť počet lariev, kukiel, prípadne dospelých jedincov na 1 koreňový bal. Táto metóda stanovenia výskytu je v poľnohospodárskej praxi nepoužiteľná, pretože je časovo náročná. Ale agronóm môže

odobrať iba 10 koreňových balov, prepláchnuť ich vo vode na sito a zistiť počet lariev škodcov na koreňoch (Cagáň, 2008). Tato metóda sa môže využiť na signalizáciu ochrany koreňov kukurice vpočas medziriadkovej kultivácie.

1.8.3 Stanovenie poškodenia koreňov

Na hodnotenie poškodenia koreňov sa používa stupnica IOWA, kde 6 je maximálne poškodenie. Hodnotí sa poškodenie 40 rastlín na koreňoch kukurice po vykopaní koreňa do hĺbky 15 cm. Stupnica hodnotenia je nasledovná:

- 1= bez požerku alebo len malá jazva,
- 2= viditeľný požerok do 4 cm na jednej rastline,
- 3= niekoľko koreňov požerok do 4 cm,
- 4= 1 úplne zničené kolienko na koreni,
- 5= 2 kolienka zničené,
- 6 = 3 alebo viac kolienok zničených.

Toto hodnotenie sa najčastejšie používa, ale ak má byť presné, potom sa odporúča každú hodnotenú rastlinu opláchnuť vo vode. Niekedy je dosť ťažké presne stanoviť stupeň poškodenia a subjektívny faktor má pomerne významnú úlohu. Pri hodnotení poškodenia je najjednoduchšie stanoviť počet poľahnutých rastlín alebo rastlín, ktoré sa snažia regenerovať poškodenie a sú ohnuté v tvare husích krkov. Táto metóda je v praxi použiteľná, ale treba zhodnotiť väčšie množstvo rastlín(Cagáň, 2008).

1.8.4 Stanovenie výskytu imág

Počet imág na jednu rastlinu sa stanovuje obyčajne ako priemer zo 100 rastlín. Stanovenie je pomerne náročné a subjektívne.

Veľmi presnou metódou je určenie výskytu škodcu pomocou žltých lapačov. Škodca reaguje na žltú farbu. Lapač má tvar žltej doštičky natretej nevysychajúcim lepidlom. Imágo, ktoré na lapač prilepí, sa prilepí na doštičku. Na zistenie výskytu škodcu sa

používajú feromónové lapače. Princíp ich použitia je jednoduchý. Vedci zistili zloženie chemickej látky, pomocou ktorej samičky lákajú samčeky. Feromónový lapač obsahuje gumičku obsahujúcu feromón a plastickú priehľadnú doštičku natretú nevysychajúcim lepidlom. Tieto lapače sú mimoriadne citlivé a pomocou nich sa dá zistiť aj malý výskyt škodcu. Nie sú však použiteľné pri stanovení ekonomického výskytu škodcu (Cagaň, 2008).

1.8.5 Vplyv tepla na vývoj hmyzu

Poznatky o vplyve tepla umožnili vysloviť teóriu o tzv. termickej konštante, ktorá nachádza uplatnenie v ochrane kultúrnych rastlín. Podľa tejto teórie potrebuje každé vývojové štádium hmyzu prijať určité množstvo efektívneho tepla. Za efektívne teplo považujeme len to, ktoré teplotnou hodnotou prevyšuje prahovú teplotu pre vývoj, t. j. teplotu, pod ktorou sa už vývoj príslušného štádia zastavuje.

Závislosť vývoja na teplote vyjadruje rovnica:

$$y = \frac{y}{t - x} n \quad (1)$$

y = termická konštanta

t = priemerná denná teplota

x = prahová teplota pre vývoj

n = čas vývoja v dňoch

2 Cieľ práce

Cieľom diplomovej práce bolo:

- na základe meteorologických údajov vypočítať sumu efektívnych teplôt pre začiatok liahnutia lariev, liahnutie 50% lariev z populácie a liahnutie prvých imág kukuričiara koreňového na troch vybraných lokalitách na Slovensku
- porovnať prognózu termínu výskytu prvých imág kukuričiara koreňového stanoveného na základe výpočtu sumy efektívnych teplôt s údajmi z ÚKSUP-u o nálete imág do feromónových lapačov na troch vybraných lokalitách na Slovensku
- porovnať prognózu termínu začiatku liahnutia lariev, liahnutie 50% lariev z populácie a liahnutie prvých imág kukuričiara stanoveného na základe výpočtu sumy efektívnych teplôt s našimi údajmi získanými v teréne na lokalite Nové Zámky v roku 2009

3 Metodika práce a metody skúmania

3.1 Hurbanovo

Na základe dlhodobých meraní teploty vzduchu z viacerých regiónov Slovenska je v priemere najteplejšou oblasťou Podunajská nížina s priemernou teplotou vzduchu v januári -1 až -2 °C, v júli 18 až 21 °C a v ročnom priemere 9 až 11 °C. Najvyššia nameraná teplota vzduchu 40,3°C bola v Hurbanove roku 2007 a najvyššia priemerná teplota vzduchu 12,1°C roku 2000.

3.2 Prievidza

Podľa údajov meteorologickej stanice SHMÚ (údaje za obdobie 1961-1990) nachádzajúcej sa v Prievidzi priemerná ročná teplota vzduchu dosahovala 8,8 °C najteplejším mesiacom bol júl (priemerná teplota 18,9 °C) a najchladnejším bol január (priemerná teplota -1,6 °C). Ročná amplitúda teploty vzduchu je 20,5 °C. Ročne sa tu v priemere vyskytuje 50 a viac letných dní (s denným maximom teploty vzduchu aspoň 25 °C) a vyše 100 mrazových dní (s denným minimom teploty vzduchu nižším než 0 °C). Prevládajúcim prúdením vetra na sledovanom území je severovýchodné, resp. juhozápadné, transformované v smere doliny rieky Nitry v rámci Hornonitrianskej kotliny. Úplné bezvetrie je pre Prievidzu podľa dlhodobých pozorovaní málo častým javom.

Popri teplote vzduchu sú rozhodujúcim ukazovateľom klímy zrážky. Ročný chod zrážok je jednoduchý s maximom v júli (97mm) a minimom v marci (41 mm). V jarných mesiacoch sa úhrn zrážok zvyšuje a vrcholí v lete, kedy sú časté letné búrkové lejaky. V zimných mesiacoch výdatnosť zrážok (zväčša vo forme snehu) klesá, priemerný počet dní so snehovou pokrývkou je 60 až 80. Priemerný ročný úhrn zrážok je 697 mm.

3.3 Košice

Územie patrí do severného mierneho pásma s priemernými ročnými teplotami na vybraných meteorologických staniách okolo 10°C (Košice - letisko, Rožňava). Severné časti sú chladnejšie, juhovýchod však v niektorých oblastiach dosahuje až teploty vnútrozemských subtrópov. Podnebie Košíc je kontinentálne, mierne s priemernými teplotami -3°C v januári a 19°C v júli. Priemerná ročná teplota sa pohybuje okolo 8,4 - 8,7 °C. Priemerný ročný úhrn zrážok je asi 600 - 650 mm.

3.4 Výpočet sumy efektívnych teplôt

Suma efektívnych teplôt je súčet denných priemerných teplôt, ktoré prevyšujú prahovú teplotu pre vývoj druhu, určitého vývojového štádia alebo instaru. Vyjadruje sa vzorcom

$$K = n \sum (t - c) \quad (2)$$

Kde, K = suma efektívnych teplôt

n = priemerná dĺžka trvania vývoja v dňoch

t = priemerná teplota počas vývoja

c = prahová teplota, ktorá sa vypočíta, $t - c$ = efektívna teplota

3.4.1 Prognóza začiatku liahnutia lariev a imág na základe výpočtu sumy efektívnych teplôt

Zoskupili sme údaje zo SHMÚ o stredných denných teplotách pôdy na 10 cm od marca do júla v rokoch 2005-2009 na 3 lokalitách Slovenska. Na základe týchto meteorologických údajov sme vypočítali prognózu začiatku liahnutia prvých lariev kukuričiara koreňového, liahnutie 50% lariev z populácie a liahnutie prvých imág.

Na prognózu začiatku liahnutia lariev ako teplotnú konštantu sme určili 12,7°C a termálna konštanta bola 176,5 DD. Na prognózu liahnutia 50% populácie lariev sme použili teplotnú hranicu 11,2°C a termálna konštanta bola 353,8°C (Levine et al., 1992).

Na určenie termínu začiatku liahnutia imág sme použili teplotnú konštantnú hranicu ktorú určil Jackson a Elliot, (1998). Výpočet sumy efektívnych teplôt sme začali od dátumu začiatku liahnutia lariev. Pre samčekov sme použili teplotnú hranicu 9,2°C a pre samičky 8,2°C. Teplotná konštanta pre samčekov bola 403,4°C a pre samičky 465,6°C. Tou istou metódou sme vypočítali aj výskyt 50% populácie imág rozdielom, že sme výpočet začali dňom keď sme prognózovali liahnutie 50% populácie lariev.

Na výpočet začiatku ovipozície sme použili teplotnú konštantu $t=10^{\circ}\text{C}$, ktorú určil Kuhlman (1990). Keď suma efektívnych teplôt od termínu výskytu prvej samičky bola 90-108°C považovali sme, že začalo kladenie vajčiek.

3.5 Nálet imág kukuriačara koreňového do feromónových lapačov

3.5.1 Monitoring imág kukuričiara koreňového

Údaje o nálete imág kukuriačara koreňového do feromónových lapačoch počas sledovaných rokov 2005 – 2009 na troch sledovaných lokalitách (Hurbanovo, Prievidza, Košice) sme dostali z ÚKSUP-u Bratislava. Termíny prvého výskytu imág a výskytu 50% populácie imág sme porovnali s termínmi, ktoré sme získali na základe výpočtu sumy efektívnych teplôt.

Na ÚKSUP – e sa monitoring imág kukuričiara koreňového vykonáva nasledovne:

Na sledovanie výskytu škodcu kukurice - kukuričiara koreňového v poraste kukurice, boli použité dva typy lapačov: feromónový lapač Csalomon a žltý lapač Pherocom AM. Tieto lapače boli vyrobené na Ústave ochrany rastlín Akadémie vied v Maďarsku.

-
- feromónový lapač Csalomon: aktívnu časťou je sexuálny feromón v kapsulách, ktorý láka samčekov škodcu rovnakým spôsobom ako ich vábia samičky. Feromónové kapsule treba uchovávať v mrazničke, prípadne vo výparníku chladničky pri teplote $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - žltý lapač Pherocom AM : aktívnu časťou tohto vizuálneho lapača je špeciálny odtieň žltej farby lákajúci ako samčekov, tak aj samičky kukuričiara koreňového.
- V prípade vážneho poškodenia alebo straty treba lapač okamžite nahradiť novým.

3.5.2 Stanovenie termínu liahnutia lariev kukuričiara koreňového v prírodných podmienkach

Stanovenie termínu liahnutia lariev kukuričiara koreňového sme robili v poraste kukurice hybrid LG 3475 na lokalite Nové Zámky na pozemkoch firmy Poľnohospodár a.s. Nové Zámky. Kukurica bola vysiata 27.04. 2009 a predplodina bola kukurica.

Pri určení termínu začiatku liahnutia lariev sme odoberali po 10 koreňových balov kukuričných rastlín (koreň spolu s pôdou), každý z nich sme analyzovali a určili počet lariev v rôznych instaroch, tiež aj počet kukiel, prípadne dospelých jedincov na 1 koreňový bal. S odoberaním koreňových balov sme začali 15. mája a posledný 5 odber sme urobili 6.júla 2009.

4 Výsledky

Prognóza termínu liahnutia lariev a imág na základe sumy efektívnych teplôt

Na základe meteorologických údajov ktoré sme získali od Slovenského hydrometeorologického ústavu z Bratislavy a uvedenej metodiky o výpočte sumy efektívnych teplôt sme urobili prognózu začiatku liahnutia lariev a imág, výskytu 50% populácie lariev a imág v období 2005 – 2009 na sledovaných lokalitách Slovenska (Tab. 1, 2, 3).

Tab. 1

Prognóza začiatku liahnutia lariev a imág, 50% populácie a začiatku ovipozície vypočítanej na základe sumy efektívnych teplôt na lokalite Prievidza

Rok	Larvy		Imágo		
	Začiatok liahnutia	50% populácie	Začiatok liahnutia	50% populácie	Začiatok ovipozície
2005	30.5.	14.6.	5.7.	17.7.	22.7.
2006	10.6.	20.6.	9.7.	18.7.	24.7.
2007	26.5.	6.6.	23.6.	3.7.	10.7.
2008	29.5.	7.6.	27.6.	4.7.	14.7.
2009	25.5.	6.6.	1.7.	8.7.	15.7.
priemer	30.5.	10.6.	1.7.	10.7.	17.7.

V tabuľke 4.1 sú uvedené termíny začiatku liahnutia lariev a imág na základe sumy efektívnych teplôt na lokalite Hurbanovo. V sledovaných rokoch sme zistili, že termín začiatku liahnutia lariev sa pohyboval od 25.5. v roku 2009 až do 10.6. v roku 2006. V priemere larvy kukuričiara koreňového na tejto najteplejšej lokalite sa začínajú liahnúť okolo 30. mája. Výskyt 50% populácie lariev sme zaznamenali od 6.6. v roku 2009 do 20.6. v roku 2006. Termín začiatku liahnutia imág sme zistili od 23.6. v roku 2007 a v roku 2006 by sa mali larvy liahnúť až od 9.7. Výskyt 50% populácie imág najskôr by prebiehal v roku 2007 už 3.7. kým v roku 2006 by to bolo až 18.7.

Najdôležitejšie je signalizáciu ochrany proti imágam je obdobie začiatku kladenia vajíčok. To sa pohybovalo v dátume od 10.7. v roku 2007 do 24.7 v roku 2006.

Tab. 2

Prognóza začiatku liahnutia lariev a imág, 50% populácie a začiatku ovipozície vypočítanej na základe sumy efektívnych teplôt na lokalite Prievidza

Rok	Larvy		Imágo		
	Začiatok liahnutia	50% populácie	Začiatok liahnutia	50% populácie	Začiatok ovipozície
2005	5.6.	20.6.	10.7.	21.7.	28.7.
2006	16.6.	26.6.	14.7.	23.7.	29.7.
2007	28.5.	16.6.	13.7.	22.7.	31.7.
2008	20.6.	1.7.	25.7.	5.8.	13.8.
2009	17.6.	28.6.	24.7.	1.8.	10.8.
priemer	11.6.	24.6.	17.7.	26.7.	3.8.

V tabuľke 4.2 sú uvedené prognózy začiatku liahnutia lariev, imág a ich 50% populácie na základe výpočtu SET. Začiatok liahnutia lariev na tejto najchladnejšej lokalite bol prognózovaný od 28.5. v roku 2007 až po 20.6 v roku 2006. Priemer za sledované roky by bol 11.6. 50% populácia lariev by mal byť vyľahnutá od 16.6. do 1.7. Podľa prognózy liahnutie imág začína od 10.7. do 25.7, priemerne 17.7. Obdobie 50% populácie imág v rokoch 2005-2009 môžeme prognózovať v uvedených dátumoch od 21.7. do 5.8. Na lokalite Prievidza môžeme pomocou získaných výpočtov od 28.7. do 13.8. signalizovať kladenie vajíčok.

Tab. 3

Prognóza začiatku liahnutia lariev a imág, 50% populácie a začiatku ovipozície vypočítanej na základe sumy efektívnych teplôt na lokalite Košice

Rok	Larvy		Imágo		
	Začiatok liahnutia	50% populácie	Začiatok liahnutia	50% populácie	Začiatok ovipozície
2005	19.6.	1.7.	26.7.	4.8.	11.8.
2006	22.6.	1.7.	25.7.	31.7.	9.8.
2007	2.6.	14.6.	4.7.	17.7.	20.7.
2008	10.6.	22.6.	14.7.	27.7.	2.8.
2009	18.6.	28.6.	22.7.	30.7.	9.8.
priemer	14.6.	25.6.	18.7.	28.7.	4.8.

V tabuľke 4.3 uvádzame prognózu výskytu začiatku liahnutia lariev, imág a ich 50% populácie na základe SET na lokalite Košice v rokoch 2005 až 2009. Začiatok liahnutia lariev podľa tejto metódy by mal byť od 2.6. v roku 2007 až do 22.6. v roku 2006, priemere začiatok liahnutia na tejto lokalite by bol okolo 14.6. Termín výskytu 50 % populácie vyliahnutých lariev sme prognózovali od 14.6. do 1.7, priemerne 25.6. Liahnutie imág podľa prognózy začína od 4.7. do 26.7. Začiatok ovipozície podľa prognózy by mal byť od 20.7. do 11.8, priemerne okolo 4.8.

Porovnanie termínu začiatku liahnutia imág na základe sumy efektívnych teplôt a náletu do feromónových lapačov

Tab. 4

Prognóza začiatku liahnutia imág kukuričiara koreňového vypočítaného na základe sumy efektívnych teplôt (SET) a výskyt prvých imága a 50% populácie na feromónových lapačov (FL) v porastoch kukurice v lokalite Hurbanovo

Rok	Začiatok liahnutia imág SET	Začiatok nálet imág FL	50% populácie SET	50% populácie FL
2005	5.7.	27.6.	17.7.	25.7.
2006	9.7.	31.7.	18.7.	14.8.
2007	23.6.	6.7.	3.7.	17.7.
2008	27.6.	12.7.	4.7.	8.8.
2009	1.7.	13.7.	8.7.	10.8.

V roku 2005 začiatok liahnutia imág na základe výpočtu SET by mal byť 5.07., kým na feromónových lapačov bolo zistené prvé imágo o 8 dní skôr 27.6. (Tab.4) V ostatných rokoch rozdiel v termínoch je ešte väčší. Prognóza výskytu imág na základe výpočtov bola skôr o 9 až 22 dní ako výskyt prvých imág na feromónových lapačov. Medzi prognózou výskytu 50% populácie imág na základe SET a údajov z lapačov bol ešte väčší rozdiel. Termín podľa výpočtu bol skôr o 8 až 32 dní.

Tab. 5

Prognóza začiatku liahnutia imág kukuričiara koreňového vypočítaného na základe sumy efektívnych teplôt (SET) a výskyt prvých imága a 50% populácie na feromónových lapačov (FL) v porastoch kukurice v lokalite Prievidza

Rok	Začiatok liahnutia imág SET	Začiatok nálet imág FL	50% populácie SET	50% populácie FL
2005	10.7.	4.7.	21.7.	1.8.
2006	14.7.	24.7.	23.7.	28.8.
2007	13.7.	10.7.	22.7.	24.7.
2008	25.7.	4.7.	5.8.	1.8.
2009	24.7.	26.7.	1.8.	24.8.

V tabuľke 5 uvádzame nálet imág kukuričiara koreňového na feromónový lapač a prognózu začiatku liahnutia imág v rokoch 2005 - 2009 na lokalite Prievidza. Rozdiel v termínoch začiatku liahnutia imág a prvého výskytu na feromónových lapačoch bol menší ako na lokalite Hurbanovo. V rokoch 2007 a 2009 rozdiel bol len 3 respektíve 2 dni, čo je zanedbateľné. Rozdiely medzi prognózou výskytu 50% populácie imág a údajov z feromónových lapačov je podobný. Veľký rozdiel bol zistený v roku 2006 až 35 dní medzi prognózou termínu a náletom na feromónový lapač. V rokoch 2007 a 2008 ten rozdiel bol minimálny iba 2 respektíve 4 dni.

Tab. 6

Prognóza začiatku liahnutia imág kukuričiara koreňového vypočítaného na základe sumy efektívnych teplôt (SET) a výskyt prvých imága a 50% populácie na feromónových lapačoch (FL) v porastoch kukurice v lokalite Košice

Rok	Začiatok liahnutia imág SET	Začiatok nálet imág FL	50% populácie SET	50% populácie FL
2005	26.7.	11.7.	4.8.	29.8.
2006	25.7.	23.7.	31.7.	14.8.
2007	4.7.	4.7.	17.7.	19.7.
2008	14.7.	31.7.	27.7.	14.8.
2009	22.7.	19.7.	30.7.	26.7.

Pri porovnaní termínov začiatku náletu imág do feromónových lapačov a termínov získaných na základe výpočtu SET na lokalite Košice (Tab 6) môžeme konštatovať veľkú zhodu v rokoch 2006, 2007 a 2009. Vysoká zhoda termínov výskytu 50% populácie imág bola v rokoch 2007 a 2009. V rokoch 2005 a 2008 rozdiel medzi prognózovaním termínov výskytu prvých imág a údajmi z feromónových lapačov bolo až 15 dní.

Výskyt lariev, kukiel a imág kukuričiara koreňového v prírodných podmienkach

Sledovanie výskytu lariev a kukiel kukuričiara koreňového v pôde v poraste kukurice na lokalite Nové Zámky podľa danej metodiky sme začali 15.5 (Tab 7). Prvé larvy v pôde sme zaznamenali 8.6. V tomto termíne sme našli iba 3 larvy: 1 larvy prvého instaru (L1) a 2 larvy druhého instaru (L2). Najväčší počet lariev sme zistili 22.06 až 12 kusov. V tomto termíne sme zistili aj prvú kuklu. V poslednom pozorovaní, 6.07. sme celkovo zistili 16 jedincov kukuričiara, najviac bolo v štádiu kukly - 8. V tomto termíne sme zistili aj zaznamenali prvé dve vyliahnuté imága.

Na poraste kukurice sme na žltých lapačoch prvé imága zistili 29.06. Maximálny výskyt sme zaznamenali 3.08. a posledné imága sme zaznamenali 21.09 (Tab 8).

Tab. 7

Počet lariev v rôznych instaroch (L1,L2,L3), kukiel (K) a imág (I) kukuričiara koreňového na hodnotených koreňoch kukurice v rôznych dátumoch v roku 2009 na lokalite Nové Zámky.

Dátum	L1	L2	L3	K	I
15.5	0	0	0	0	0
25.5	0	0	0	0	0
8.6	1	2	0	0	0
22.06	4	3	5	1	0
6.7.	1	1	4	8	2

Tab 8.

Nálet imág kukuričiara koreňového na žltý lapač Pherocom AM (ŽL1 a ŽL2) v poraste kukurice na lokalite Nové Zámky v roku 2009

Dátum	ŽL1	ŽL2
29.06	1	1
6.7	2	1
15.07	15	18
22.07	4	2
29.07	18	20
3.08	26	33
10.08	12	16
17.08	9	16
24.08	3	2
31.08	9	12
7.09	6	3
14.09	7	5
21.09	5	2

Porovnanie termínu začiatku liahnutia lariev a imág na základe výpočtu sumy efektívnych teplôt a sledovania v prírodných podmienkach

Podľa prognózy vypočítanej na základe SET začiatok liahnutia začiatok liahnutia lariev na lokalite Nové Zámky by malo byť 25.05. My sme v našich pozorovaniach prvé larvy zistili 8.6, teda 8 dní neskoršie. Pri začiatku liahnutie imág rozdiel bol oveľa menší. Podľa prognózy imága by sa mali začať liahnúť 1.07.. My sme na žltých lapačoch zaznamenali imága už 29.06 – čo je len dva dni skôr (Tab 9).

Tab 9.

Prognóza začiatku liahnutia lariev a imág kukuričiara koreňového na základe SET a výskyt prvých lariev a imága v porastoch kukurice na lokalite Nové Zámky v roku 2009

Začiatok liahnutia lariev SET	Začiatok liahnutia lariev - pole	Začiatok liahnutia imág SET	Začiatok nálet imág ŽL
25.05.	8.06.	1.07.	29.06.

5 Diskusia

Na základe meteorologických údajov pre lokalitu Hurbanovo, Prievidza a Košice sme prognózovali termíny začiatku liahnutia lariev, liahnutia 50% a začiatok liahnutia imág, výskyt 50% populácie imág a začiatok ovipozície. Na lokalite Hurbanovo by sa larvy mali začať liahnuť okolo 30. mája, na lokalite Prievidza 11. júna a na lokalite Košice okolo 14. júna. Lokality Prievidza a Košice sú chladnejšie a dalo sa očakávať že liahnutie lariev bude v neskorších termínoch. Tieto výsledky by sa mohli využiť na signalizáciu aplikácie insekticídov v čase medziriadkovej kultivácie.

Dobrinčičová (2000) použila rovnakú metódu výpočtu SET na prognózu začiatku liahnutia lariev pre lokalitu Županja v Slavónsku (juhozápadné Chorvátsko) počas rokov 1996 - 2000 ako my a zistila, že termín liahnutia lariev je okolo 29. mája. Je to skoro rovnaký termín ako sme my prognózovali na lokalite Hurbanovo.

Podľa našich výpočtov prvé imága by sa na lokalite Hurbanovo mali začať liahnuť okolo 1. júla, na lokalite Prievidza okolo 17. júla a na lokalite Košice 18. júla. Pre signalizáciu aplikácie insekticídov proti imágam by sa mohla využiť prognóza začiatku ovipozície. Termín začiatku ovipozície na lokalite Hurbanovo sme prognózovali v priemere na 17. júl, pre Prievidzu 3. august a Košice 4. august.

Pri porovnávaní termínu začiatku liahnutia imág podľa uvedenej metódy a začiatku náletu imág do feromónových lapačov sledovaných ÚKSUP-om výsledky sú rozporuplné. Niektorých rokoch prognóza bola presná, niektorých zasa rozdiel bol aj viac ako 15 dní.

Tepelné konštanty ktoré dali Jacson a Elliot (1988) pre liahnutie imág sú výsledkom laboratórnych meraní a neboli preverené v poľných podmienkach USA. Naše výpočty poukázali na menšie rozdiely, v niektorých rokoch aj veľké. Považujeme, že aj napriek niektorým rozdielom táto prognóza môže byť užitočná pre stanovenie termínu začiatku monitoring. Správny monitoring lariev či imág na konkrétnom poli je základ správneho určenia potrebných termínov. Podobné údaje uvádza aj Dobrinčíc (2000) v pozorovaniach v Chorvátsku.

V roku 2009 v pôde, v poraste kukurice na lokalite Nové Zámky sme prvé larvy zamenali 8.6. a prvé imága na žltých lapačoch 29.6. Podľa prognózy začiatok liahnutia lariev by mal byť 25.5. čo o 14 dní skôr. Pri hodnotení výskytu lariev v pôde

8. júna sme našli 2 larvy L2. Podľa údajov ktoré dali Jacson a Elliot (1988) vývoj prvého instaru lariev trvá 6 dní pri teplote 21°C. To znamená, že tieto larvy sa vyliarli okolo 2. júna, čo už je rozdiel len 7 dní. Larvy prvého instaru sú veľmi malé a populácie lariev na tejto lokalite nebola až taká veľká tak je možné, že sme preto pri prvých dvoch hodnoteniach nenašli larvy. Podobné problémy mali aj Zseller a Szell (2000) pri pozorovaniach v Maďarsku.

Ešte menší rozdiel medzi bol medzi prognózovaným termínom začiatku liahnutia imág a termínom začiatku výskytu imág na žltých lapačoch. Prognózovaný termín bol stanovený na 1. júl, kým my sme na lapačoch imága zistili už 29. júna, teda iba 2 dni skôr, čo je veľmi malý rozdiel. Naše pozorovania povrdili možnosť využitia tejto metódy pre prognózu výskytu jednotlivých vývojových štádií kukuričiara koreňového a tieto údaje môžu následne poslúžiť na signalizáciu termínu aplikácie insekticídmi. Odporúčame túto metódu ešte overiť v praxi.

6 Záver

V mojej diplomovej práci sme sa zamerali na vypracovanie prognózy termínov výskytu kukuričiara koreňového na základe meteorologických údajov na troch lokalitách na Slovensku. Tiež sme porovnali prognózy výskytu s výskytom kukuričiara v poľných podmienkach. Zo získaných výsledkov možno urobiť nasledovné závery:

- Termín začiatku liahnutia lariev podľa prognózy na základe meteorologických údajov v teplejších regiónoch bol stanovený na koniec mája, v chladnejších regiónoch polovicou júna
- Termín začiatku liahnutia lariev imág prognózy na základe meteorologických údajov v teplejších regiónoch bol stanovený na začiatok júla, v chladnejších regiónoch polovicou júla
- Termíny začiatku liahnutia imág podľa prognózy vypočítanej na základe meteorologických údajov a termíny začiatku náletu imág do feromónových lapačov sledovaných UKSUP-om nie v každom sledovanom roku boli zhodné
- Termíny začiatku liahnutia lariev a imág podľa prognózy vypočítanej na základe meteorologických údajov a termíny začiatku liahnutia lariev a imág stanovených našimi pozorovaniami v poľných podmienkach na lokalite Nové Zámky v roku 2009 boli zhodné
- Naše pozorovania potvrdili možnosť využitia tejto metódy pre prognózu výskytu jednotlivých vývojových štádií kukuričiara koreňového a tieto údaje môžu následne poslúžiť na signalizáciu termínu aplikácie insekticídu na ochranu kukurice proti larvám v čase medziriadkovej kultivácie a proti imágam v období pred začiatkom znášania vajíčok
- Je nutné ďalšie skúmanie využitia metódy prognózy termínu liahnutia lariev a imág na ich využitia v praxi

7 Použitá literatura

BAČA, F. 1994. New member of the entomofauna of Yugoslavia *Diabrotica virgifera* LeConte, (Chrysomelidae: Coleoptera). In: Zashita bilja, vol. 45, 1994, p. 125-131

BAČA, F. 1994. Novi član štetne entomofaune u Jugoslaviji *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte (Chrysomelidae: Coleoptera). In: Zaštita bilja. vol 45, 1994, p. 125 – 131.

BAROK, S. 2008. Ochrana kukurice proti kukuričiarovi koreňovému *Diabrotica virgifera* Leconte. In: Zborník z odborného seminára. 2008, s.27 – 29

BRANSON, T.F., E.E. ORTMAN. 1967. Host range of larvae of the western corn rootworm. In. *J. Econ. Entomol.* vol. 60, 1967, p. 201-203

BRANSON, T.F., E.E. ORTMAN. 1970. The host range of larvae of the western corn rootworm: further studies. In. *J. Econ. Entomol.* vol. 63, 1970, p. 800-803

CAGÁŇ, Ľudovít. 2006. *Metodika ochrany proti škodcom kukurice*. 1.vyd., Nitra : SPU, 2006. 24 s. ISBN 80-80-69-658-6

CAGÁŇ, Ľudovít. 2008. *Metodika ochrany proti škodcom kukurice*. 1. vyd. Nitra : SPU, 2008. 95 s. ISBN 978-80-552-0049-1

ČAMPRAK, D. – Bača, F. – KEREŠI, - T. – KRNJAJIĆ, S. – MANOJLOVIĆ, B. – SEKULIĆ, R. – SIVČEV, I. 1995. Kukuruzna zlatica *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Beograd. Društvo za zaštitu bilja Srbije. 1995, 112 s. ISBN 632.9(082)

DOBRINČIĆ, R. 2001. Istraživanja biologije i ekologije *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte: Doktorska disertacija. Zagreb, 2001. 215 s.

DROBNÍK, J. 2002. Diabrotica – americký koreňožout kukuričný. In: *Úroda*, 2002, č.5, s. 16-17.

GREŇČÍK, M. 1989. *Ochrana rastlín proti živočíšnym škodcom*, 1. vyd. Bratislava : Príroda, 1989. 363 s. ISBN 80-07-00150-6

HALUZA, Ivan. 2007. Slovensko si vie poradiť so suchom, roč. 14, č. 11, str. 22 [cit. 2007-11-12]. Dostupné na : <http://ekonomika.etrend.sk/ekonomika-slovensko/slovensko-si-vie-poradit-so-suchom.html>

HOWE, W. L.- SANBORN, J. R. – RHODES, A. M. 1976. Western corn rootworm adult and spotted cucumber beetle associations with Cucurbita and cucurbitacins. In: *Environmental Entomology*, 5, 1976, no. 6, 1043 – 1048 s.

HRDINA, F. 2007. Nové karanténne ochorenia rastlín. In: *Naše pole*, 2007, č. 9, s. 38 - 39

Chemická ochrana proti kukuričiarovi koreňovému ÚKSUP Piešťany . 2008 [online] Piešťany : ÚKSUP, aktualizované 2008. [cit. 2008-05-23]. Dostupné na : <http://www.uksup.sk/index.php?n=67>

CHIANG, H.C. 1973. Bionomics of the northern and western corn rootworms. In: *Annu. Rev. Entomol.*, vol. 18, 1973, p. 47-72

IGRC BARČIĆ, J. – MACELJSKI, M. 1998. Prognoza mogućnosti udomaćenja i razvoja nekih pridošlica entomofauni srednje Europe. In: *Znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama*, Zagreb. 1998. s. 303 – 311

JACKSON, J. J. - ELLIOTT, N. C. 1988. Temperature-dependent development of immature stages of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* (Chrysomelidae). In: *Environmental Entomology*, vol. 17, 1988, no. 2, p. 166-171.

JACKSON, J.J. 1986. Rearing and handling of *Diabrotica virgifera* and *Diabrotica undecimpunctata howardi*, In: *J. L. Krysan and T. A. Miller (eds), Methods for the study of pest Diabrotica*. vol 8, 1986, no. 5, p. 25-47.

JASIČ, Ján – kolektív. 1984. *Entomologický náučný slovník*, 1. vyd. Bratislava : Príroda, 1984. 680 s. ISBN 301-03-16-5539

KRYSAN, J.L. 1972. Embryonic stages of *Diabrotica virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) at diapause. In: *Ann. Entomol. Soc.* vol. 65, 1972. p. 768-769

LEVINE E., Oloumi-Sadegi H., Ellis C.R. 1992. Thermal requirements, hatching patterns, and prolonged diapause in western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) eggs. In: *Journal of Economic Entomology*, vol. 85, no. 6: 2425-2432

LEVINE, E. – OLOUMI-SADEGHI, H. 1991. Management of Diabroticite Rootworms in corn. In: *Annu. Rev. Entomol.*, vol. 36, 1991, 229-255s.

LUDWIG, K. E. – HILL, R. E. 1975. Comparison of gut contents of adult western and northern corn rootworms in northeast Nebraska. In: *Environmental Entomology*, vol. 4, 1975, no. 3, 435-438 s.

MEINKE, L.J. 1995. *Adult corn rootworm namagement*. MP63-C, Agricultural Research Division, Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska. 1995

MUSICK, G.J., H. C. Chiang, W. H. Luckmann, ZB Mayo, and F. T. Turpin. 1980. Impact of planting dates of field corn on beetle emergence and damage by the western

and the northern corn rootworms in the Corn Belt. In: *Ann. Entomol. Soc. Am.* 1980. 73:207-215

Ochrana proti kukuričiarovi koreňovému *Diabrotica virgifera* LeConte ÚKSUP. 2009 [online] Piešťany : ÚKSUP, aktualizované 2008. [cit. 2010-03-16]. Dostupné na: http://www.agroporadenstvo.sk/ochrana/kukuriciar_korenovy.pdf

RAUČINOVÁ, Ľubica. – BARTOŠ, - KUBÍK, 2009. Pozor na kukuričiara koreňového *Diabrotica virgifera virgifera* Leconte. In *Agromanuál*, 2009, č. 8, s.2,

SIVIČEK, P. 1998. Kukuričiar koreňový - *Diabrotica virgifera virgifera* (Le Conte) – nebezpečný škodca kukurice. In: *Polnohospodárska výroba a Skúšobníctvo*, roč. 6, 1998, č. 1-2, s. 22-24.

SIVIČEK, P. 1998. Ohrozí kukuričiar porasty už v tomto roku?. In: *Rolnícke Noviny*, roč. 69,1998, č. 19

SIVIČEK, P. 2001. *Diabrotica virgifera* LeConte kukuričiar koreňový nový škodca kukurice na Slovensku. In: *Ústredný a skúšobný ústav polnohospodársky*. 2001, s. 3-14

SMETANA, M. 2001. Kukuričiar koreňový (*Diabrotica virgifera virgifera*) nový škodca kukurice v Európe. 2001. [online] Bratislava: Dostupné na internete:<http://www.krp.sk>

TANCIK, J. 2002. Problémy namiesto slávy. *Naše pole*, roč. 6, č. 9, 2002.

TANCIK, Ján. 2008. Kukuričiar koreňový bionómia a ochrana. In *Agromanuál*, 2008,

TANCIK, Ján. 2009. Regulácia hlavných škodcov kukurice v prvej polovici vegetácie. In *Agromanuál*, 2009, č. 4, s. 26-28

TANCIK, Ján. – BÍLIKOVÁ, Jana. 2009. Možnosti prežitia kukuričiara koreňového (*Diabrotica virgifera virgifera*) na Slovensku. In *Česká a slovenská konference o ochrane rostlin*. Brno: Sborník abstraktů, 2009, s. 174. ISBN 978-80-7375-316-0

WILD, G.E. 1971. Temperature effect on development of western corn rootworm eggs. J. Kans. In: *Entomol.*, 1971, č. 44, p. 185-187

WILD, G.E. 1971. Temperature effect on development of western corn rootworm eggs. In: *Journal of the Kansas Entomological Society*, 1971, č. 44, no.2, p.185-178

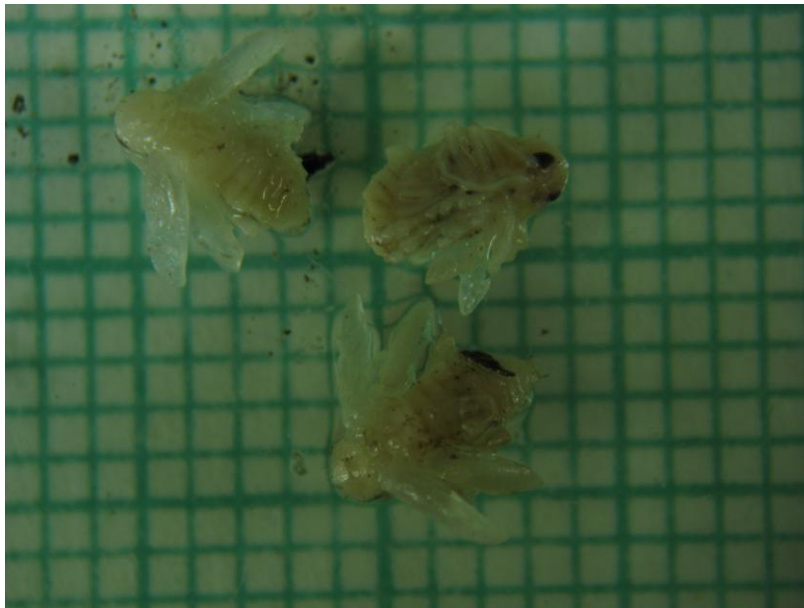
8 Prilohy



Obr. č.1 Imágo kukuričiara koreňového (Tancik, 2009)



Obr. č.2 Larva



Obr.č.3 Kukla



Obr. č 4 Vymývanie odobraných vzoriek (Kasáková, 2009)



Obr.č.5 Aplikácia insekticídov do porastu kukurice



Obr.č.6 Medziriadková kultivácia porastu