

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Možnosti omezení výskytu zavíječe kukuřičného na
kukuřici**

Bakalářská práce

Autor práce: Josef Srb

Obor studia: Rostlinolékařství

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Tomášek, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Možnosti omezení výskytu zavíječe kukuřičného na kukuřici" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Jaroslavu Tomáškoví, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a pomoc při tvorbě bakalářské práce.

Chtěl bych také poděkovat zaměstnancům Výzkumné stanice Červený Újezd za poskytnuté podklady k mé práci.

Dále bych chtěl poděkovat mé rodině a partnerce za pomoc při tvorbě bakalářské práce a podporu během celého studia.

Možnosti omezení výskytu zavíječe kukuřičného na kukuřici

Souhrn

Bakalářská práce byla zaměřena na choroby a škůdce vyskytujících se u kukuřice. V literární rešerši byly popisovány nejčastější škůdci a choroby kukuřice, a jejich možné způsoby regulace. Ze škůdců kukuřice je nejvýznamnějším zavíječ kukuřičný. Jeho larvy způsobují žír na listech, později ve stéblech a palicích kukuřice. Zavíječ kukuřičný je v České republice pozorován jako monovoltinní druh, ale vlivem změny klimatu musíme počítat s příchodem bivoltinní generace tohoto škůdce, zvláště do teplejších oblastí naší republiky. Pro regulaci tohoto škůdce se nejvíce používají chemické insekticidy. V posledních letech ale dochází k postupnému omezování používání pesticidů v zemědělství a větší pozornost je zaměřována na biologické prostředky na ochranu rostlin, např. parazitické vosičky rodu *Trichogramma*. Jejichž larvy se vyvíjí ve vajíčkách škůdce a tím ho zahubí.

V metodické části byla práce zaměřena na vliv aplikace insekticidního přípravku na výskyt zavíječe kukuřičného a výskyt na jednotlivých hybridech kukuřice. Pokusným stanovištěm byla Výzkumná stanice FAPPZ Červený Újezd České zemědělské univerzity. Pokus proběhl v létě roku 2020 na sedmi hybridech kukuřice s číslem ranosti FAO 260-290. Hodnocení napadení se uskutečnilo dne 7. září 2020, hodnotily se rostliny s jakýmkoliv poškozením larvami zavíječe kukuřičného, stanovilo se procentuální napadení a vyhodnocení proběhlo na základě metodiky ÚKZÚZ.

Jednotlivé hybridy vykazovaly slabý výskyt zavíječe kromě jednoho, který nevykazoval žádný. Jednalo se o nejranější z hybridů ze sledované skupiny.

Insekticid Coragen 20 SC byl aplikován 10. srpna 2020 do porostu kukuřice a vykazoval účinek 37,5 % oproti kontrolní variantě. Bylo by vhodnější aplikovat přípravek na jednotlivých parcelkách s určitým časovým odstupem např. 10 dní. Výsledky by tak mohly ukázat i vliv termínu na aplikaci insekticidu, který je u ochrany proti zavíječi klíčový.

Klíčová slova: zavíječ kukuřičný, bázlivec kukuřičný, ochrana, fungicid, aplikace, termín

Possibilities of reducing the occurrence of corn borer on a maize

Summary

The Bachelor thesis was focused on diseases and pests which has been found in maize. The literary research described the most common pests and diseases of maize, and their possible ways of regulating them. European corn borer is the most important maize pest. Its larvae cause damage in the leaves, later in the straws and mallets of corn. The European corn borer is observed as a monovoltin species in the Czech Republic, but due to climate change we have to expect the arrive of a bivoltin generation of this pest, especially in the warmer regions of our republic. Chemical insecticides are most used to control this pest. But the use of pesticides in agriculture has been gradually reduced in recent years and more attention has been focused on biological products for plant protection, such as parasitic wasps of the genus *Trichogramma*. Whose larvae develop in the eggs of a pest and thus kill it.

In the methodological section, the work was focused on the effect of the insecticide application on the occurrence of the European corn borer and the presence the pest on individual maize hybrids. The experimental place was the research station FAPPZ Červený Újezd Czech University of Life Science Prague. The experiment took place in the summer of 2020 on seven hybrids of corn with the FAO number 260-290. The assesment of the infestation was carried out on 7 September 2020. The plants were assessed with any damage caused by European corn borer larvae. The percentage infestation was determined and the evaluation was carried out on the basis of the ÚKZÚZ methodology.

Individual hybrids showed a weak presence of the European corn borer except for one which showed none presence. This hybrid was the earliest of the hybrids in the group.

Insecticide Coragen 20 SC was aplicated into the maize crop on 10 August 2020 and showed an effect of 37.5 % over the control variant. It would be preferable to apply the insecticide on individual parcels with some time interval e.g. 10 days. The results could show the effect of the term on the application of the insecticide, which is crucial for protection against the European corn borer.

Keywords: European corn borer, Western corn rootworm, protection, fungicide, application, date

Obsah

1	ÚVOD.....	9
2	CÍL PRÁCE	10
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	11
3.1	Dějiny pěstování kukuřice	11
3.1.1	Pěstování kukuřice v České republice	12
3.2	Biologická charakteristika kukuřice.....	12
3.2.1	Vegetační faktory.....	12
3.2.1.1	Světlo	12
3.2.1.2	Teplo	13
3.2.1.3	Voda.....	13
3.2.1.4	Vzduch.....	13
3.2.2	Botanické rozdělení	13
3.3	Škůdci kukuřice	14
3.3.1	Zavíječ kukuřičný	14
3.3.1.1	Popis škůdce	15
3.3.1.2	Agrohygienická opatření:	16
3.3.1.3	Přirozená odolnost:	16
3.3.1.4	Chemická ochrana:	16
3.3.1.5	Biologická ochrana:	17
3.3.1.5.1	<i>Nosema pyrausta</i>	17
3.3.1.5.2	Parazitické vosičky	17
3.3.1.5.3	<i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner (1915).....	18
3.3.1.6	Transgenní kukuřice	18
3.3.1.7	Přirození nepřátelé	19
3.3.2	Bázlivec kukuřičný	19
3.3.2.1	Popis škůdce	19
3.3.2.2	Monitoring	20
3.3.2.3	Agrotechnická opatření.....	20
3.3.2.3.1	Výběr odrůdy	20
3.3.2.3.2	Transgenní kukuřice	20
3.3.2.4	Biologická ochrana	21
3.3.2.4.1	Kuklicovití.....	21
3.3.2.4.2	Hlístice.....	21
3.3.3	Bzunka ječná.....	22
3.3.3.1	Ochrana.....	22

3.3.4	Černopáska bavlníková.....	22
3.3.4.1	Popis škůdce	22
3.3.4.2	Agrotechnický vliv na ochranu.....	23
3.3.4.3	Biologická ochrana	23
3.3.4.4	Chemická ochrana.....	23
3.3.5	Larvy kovaříků (drátovci).....	23
3.3.5.1	Popis škůdce	23
3.3.5.2	Monitoring	24
3.3.5.3	Ochrana	24
3.3.5.3.1	Agrotechnická opatření.....	24
3.3.5.3.2	Chemická ochrana.....	24
3.3.6	Květilka všežravá.....	24
3.3.6.1	Popis škůdce	25
3.3.6.2	Monitoring	25
3.3.6.3	Ochrana	25
3.3.6.3.1	Agrotechnická opatření.....	25
3.3.6.3.2	Chemická ochrana.....	25
3.3.7	Mšice.....	25
3.3.7.1	Popis škůdce	26
3.3.7.2	Biologická ochrana	26
3.3.7.3	Chemická ochrana.....	26
3.3.8	Osenice.....	26
3.3.8.1	Popis škůdce	26
3.3.8.2	Monitoring	27
3.3.8.3	Ochrana	27
3.3.9	Sviluška chmelová	27
3.3.9.1	Popis škůdce	27
3.3.9.2	Ochrana	28
3.3.10	Třásnokřídli (<i>Thysanoptera</i>).....	28
3.3.10.1	Popis škůdce	28
3.3.10.2	Ochrana	28
3.3.10.3	Chemická ochrana.....	28
3.4	Choroby kukuřice.....	28
3.4.1	Virové choroby	29
3.4.1.1	Virus hrubé zakrslosti kukuřice (Maize rough dwarf virus-MRgDV)	29
3.4.1.2	Virus žluté zakrslosti ječmene (Barley yellow dwarf virus-BYDV).....	29
3.4.1.3	Virus zakrslé mozaiky kukuřice (Maize dwarf mosaic virus-MDMV).....	29
3.4.2	Bakteriální choroby.....	30
3.4.2.1	Bakteriální vadnutí kukuřice.....	30
3.4.2.2	Hniloba stébla kukuřice	30
3.4.2.3	Bakteriální okrouhlá skvrnitost kukuřice.....	30
3.4.3	Houbové choroby.....	30
3.4.3.1	Obecná snětivost kukuřice	31

3.4.3.1.1	Popis choroby	31
3.4.3.1.2	Ochrana.....	31
3.4.3.2	Fuzariózy	31
3.4.3.2.1	Padání klíčních rostlin	32
3.4.3.2.2	Napadení palic	32
3.4.3.2.3	Hniloby stonků.....	32
3.4.3.2.4	Ochrana proti fuzariozám	32
3.4.3.3	Spála kukuřice	33
3.4.3.4	Rzivost listů kukuřice	33
3.4.3.5	Antraknózová listová spála.....	33
3.4.3.6	Diplodiová hniloba palic a stébel kukuřice	34
4	METODIKA.....	34
4.1	Charakteristika pokusného stanoviště.....	35
4.1.1	Klimatické podmínky	35
4.2	Agrotechnika pokusu.....	36
4.2.1	Popis sledovaných hybridů kukuřice	36
4.2.2	Popis použitého přípravku	36
4.3	Metodika sledování výskytu škůdce.....	37
5	VÝSLEDKY	38
5.1	Napadení zavíječem kukuřičným na jednotlivých hybridech kukuřice.....	38
5.2	Vliv insekticidu na početnost zavíječe kukuřičného.....	39
6	DISKUZE	40
6.1	Napadení zavíječem kukuřičným na jednotlivých hybridech	40
6.2	Vliv insekticidu na početnost zavíječe kukuřičného.....	40
7	ZÁVĚR	42
8	LITERATURA.....	43

1 Úvod

Kukuřice setá patří mezi nejvýznamnější plodiny světa. V posledních letech se její plochy významně rozšiřují. V devadesátých letech minulého století se kukuřicí na zrno oselo celosvětově přes 131 milionů hektarů. V roce 2017 se výměra kukuřice pohybovala přes 197 milionů hektarů a její plochy se budou i nadále zvyšovat. Nenarůstá však jen plocha kukuřice, ale zvedají se i výnosy. V roce 1990 byl průměrný výnos z jednoho hektaru 3,69 tuny. O 27 let později průměrný výnos dosahoval 5,75 t.ha⁻¹. Přispělo k tomu především intenzivnější šlechtění a zlepšující se agrotechnika (Hezký 2021). V současné době se zrnová kukuřice v České republice pěstuje na 80 tisících hektarech (ČSÚ).

S narůstající plochou roste i riziko napadení rostlin chorobami a škůdci. Velkým dílem k tomu přispívají i podstatné změny klimatu, které lze prokázat i rozšířením některých teplomilných druhů škůdců a chorob různých plodin do oblastí, kde se ještě v minulém století vůbec nevyskytovaly. Svou měrou k tomu přispívají i zúžené osevnické postupy a změna agrotechniky (Říha 2021).

Pěstitelé kukuřice se potýkají s celou řadou chorob a škůdců. Mezi nejvýznamnější škůdce patří zavíječ kukuřičný. Jeho housenky škodí nejen žírem ve stéblu a na palicích kukuřice, ale vzniklé ranky mohou být vstupní branou pro infekci houbovými chorobami, např. *Fusarium spp* (Válean et al. 2017). Relativně novým škůdcem kukuřice u nás je bázlivec kukuřičný, který se v České republice poprvé objevil v roce 2002. Larvy bázlivce ožirají kořínky kukuřice, které jsou pak náchylné k polehání (Zimolka et al. 2008). Houbové choroby jsou také velmi významné, mohou postihovat vzcházející rostliny a semena, způsobovat hnilobu stébel a trouchnivění palic (Kazda et al. 2001). Některé patogeny produkují i nebezpečné toxiny, které znehodnocují kvalitu sklizeného produktu a mohou být nebezpečné jak pro lidské zdraví, tak i hospodářská zvířata, která jsou krmena kukuřičnou siláží (Říha 2021).

Regulace škůdců a chorob je tedy velmi významným činitelem pro zachování kvality produktu a stability výnosů.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo v teoretické rovině popsat nejdůležitější choroby a škůdce kukuřice seté (*Zea mays*). Dalším cílem práce bylo zhodnotit moderní možnosti ochrany kukuřice ve vztahu k předpokládaným změnám klimatu. Dalším cílem bakalářské práce bylo vyhodnotit účinek aplikace insekticidu na výskyt zavíječe kukuřičného.

3 Literární rešerše

3.1 Dějiny pěstování kukuřice

Historie pěstování kukuřice začíná již kolem roku 7000 př.n.l. Genetické výzkumy vzorků této plodiny pocházející z údolí řeky Balsas v Mexiku na to poukazují. Výzkumníci se zaměřili na tři geny se zásadním významem. Šlo jednak o gen, který omezuje růst vedlejších stébel, aby se kukuřice lépe sklízela, dále o gen snižující obsahu proteinu a gen měnící vlastnosti škrobu. Výsledkem byla již skutečná odrůda vhodnější k přípravě stravy. Vědecké rozbory ukázaly u všech tří genů minimální variace. Tento výsledek poukazuje na to, že už v 7 tisíciletí př.n.l. šlo o poměrně dokonalé pěstování kukuřice. Také se uvažuje o další možné oblasti domestikace kukuřice v údolí Tehuacán (Kovarník et al. 2012).

Podle všeho křížením plané, dávno vyhynulé kukuřice s příbuznými rostlinami, mutacemi vzniklými vlivem prostředí a výběrem vznikla kukuřice v dnešní podobě. I v současných dobách můžeme naleznout velmi příbuzné rostliny s kukuřicí, např. jednoleté teosinty (*Euchlaena mexicana* Schrad.), vytrvalé teosinty (*Euchlaena perennis* Hitchc.) a několik druhů rodu *Tripsacum* (Šuk et al. 1998).

Člověk si vybíral od prvopočátku (od doby sběračství) vždy největší palice. Pomohl tak zásadně změnit podobu planě se vyskytující rostliny teosinty s kláskem velkým něco přes centimetr v kukuřici, kterou známe dnes. Patrně během relativně krátké doby se tak z drobné trávy vyvinula již vpravdě zemědělská plodina s dobrou úrodou. Díky tomuto zásadnímu okamžiku se umožnil rozkvět středoamerických a jihoamerických indiánských kultur (Kovarník et al. 2012).

Stejně jako pšenice, tak se i kukuřice nemůže pěstovat bez přičinění člověka, protože zrna drží pevně v klasu. O kukuřici a jejím původu vypráví i některé staré legendy. Aetensic, dcera Velkého Ducha, podle mýtu severoamerického indiánského kmene Huronů, se jednou neopatrně naklonila dírou z oblaků a dopadla na zemi na krunýř velké želvy. Při pádu s sebou strhla tři sestry: kukuřici, tykev a fazoli, které darovala prvním lidem, jež také stvořila. Indiáni proto uctívají kukuřici jako božskou plodinu (Kovarník et al. 2012).

Aztékové, Mayové, Inkové a jiné kmeny vypěstovanou kukuřici používali k nejrozmanitějším účelům. V hrobkách Severní, Střední a Jižní Ameriky se dokonce uchovaly palice a zrna kukuřice, se kterými se pohřbívali (Šuk et al. 1998).

Některé další teorie tvrdily, že kukuřice je asijskou plodinou. Tyto teorie předpokládaly, že již dávno před Kolumbem došlo přes Tichý oceán ke styku mezi národy obývajícími Jižní Ameriku, Polynésii a jihovýchodní Asii. Teorie však nebyly potvrzeny (Šuk et al. 1998).

Podle jiné pravděpodobnější teorie se kukuřice do Evropy, Afriky a Asie dostala po objevení Ameriky. Avšak není jisté, jestli byla do Evropy dovezena již z první Kolumbovy cesty (r. 1492) nebo až ze druhé (r. 1494). Z počátku se pěstovala jako zvláštnost v západoevropských zahradách. Během pár let se rozšířila do severní Afriky. Benátskými kupci byla dovezena do Malé Asie, ve východní Evropě ji pomohli rozšířit Turci. Později se v nových pěstitelských oblastech pojmenovávala podle země, odkud byla dovezena. Z tohoto důvodu se v zemích podrobených turky kolem poloviny 16. století pěstovala pod názvem turecká pšenice (do dnes na Moravě „turkyně“) (Zimolka et al. 2008).

3.1.1 Pěstování kukuřice v České republice

Na naše území se kukuřice dostala z Blízkého východu, odkud se za turecké nadvlády rozšířila na Balkánský poloostrov a přes Rumunsko, Maďarsko a Rakousko k nám. Za nejstarší zmínku o pěstování kukuřice v českých zemích se považuje Mittelpacherovo „Rozmlouvání o přípravování cukru ze zoftu stébel tureckého žita“ z roku 1813 (Šuk et al. 1998).

Větší pěstování kukuřice začalo od roku 1907 na Poděbradsku, kde se stala východiskem z nouze jako náhrada za cukrovku. Z důvodu řepařské krize na počátku 20. století bylo nutné najít náhradu za cukrovku. Jednak jako náhradu krmných zdrojů, ale také jako předplodinu pro sladovnický ječmen. Pěstovala se hlavně odrůda Polabanka od Františka Špičky, jenže po skončení řepařské stávky, odezněla i konjunktura kukuřice. Další rozšířenější pěstování nastalo až v roce 1920. Velmi se na tom podílel šlechtitel Zajíček, který nejprve vyšlechtil odrůdu Zajíčkův koňský zub. Tato odrůda byla charakteristická zralými palicemi na zelené rostlině a dala se dobře silážovat. V roce 1953 vyšlechtil odrůdu Český koňský zub bílý, která se později stala opylovačem odrůdy Kočovské rané a díky tomu vznikl první československý hybrid KaZ se světovými parametry heterozního efektu. Největší rozmach pěstování kukuřice u nás nastal teprve po druhé světové válce (Šuk et al. 1998).

Na našem území se kukuřice pěstuje především jako silážní plodina. Pro pěstování na zrno se zpočátku hodila pouze jižní Morava. Ke konci 20. století se však pěstování kukuřice na zrno rozšířilo i do netradičních oblastí, především Poohří, Polabí, ale i jinam (Šuk et al. 1998).

3.2 Biologická charakteristika kukuřice

Kukuřici setou řadíme do skupiny takzvaných C_4 rostlin. V této skupině rostlin, převážně v jejich listech, najdeme navíc od C_3 rostlin v mezofylových buňkách enzym fosfoenolpyruvát karboxylaza (PEPc). V pletivech, kde probíhá fotosyntéza, se díky enzymu PEPc hromadí až desetkrát vyšší koncentrace CO_2 , než ve vzduchu, a enzym ribulosa-1,5-bisfosfátkarboxylasa (Rubisco) v Calvinově cyklu tak může pracovat efektivněji, než u C_3 rostlin (Hezký 2021).

3.2.1 Vegetační faktory

Kukuřice dokáže vytvořit v relativně krátké době vegetace velké množství hmoty s vysokým obsahem energie, a proto se využívá jako píce pro silážování. Pro správný růst potřebuje harmonické působení dílčích faktorů (Šuk et al. 1998).

3.2.1.1 Světlo

Kukuřice dokáže využívat světlo velmi dobře. Její index listové plochy se pohybuje od 2 do 6 LAI (Solaimalai et al. 2020).

Pravidelné rozmístění rostlin a menší hustota pomáhá k lepšímu využití slunečního záření, a tím k vyššímu výnosu sušiny a živin (Šuk et al. 1998).

3.2.1.2 Teplo

Kukuřice je teplomilná rostlina. Nejen že má značné požadavky na teplotu půdy a vzduchu, ale je velmi citlivá na kolísání teplot (pozdní jarní mrazíky) (Šuk et al. 1998).

Dle Zimolka et al. (2008) je hraniční teplota pro růst 6 °C. Šuk et al. (1998) uvádí, že roste teprve při 10 °C, pod 6 °C rostlina dokáže pouze klíčit.

Pro celý svůj životní cyklus potřebuje rostlina od 1700 do 3120 °C sumy efektivních teplot (SET) (Šuk et al. 1998). Sumu efektivních teplot jednotlivých hybridů můžeme využít k zjištění ranosti daného hybridu. Je to dokonce přesnější metoda, než v praxi častěji využívané číslo FAO (Zimolka et al. 2008).

Číslo ranosti FAO hybridu určuje délku vegetační doby a je vypočítáno na základě středního obsahu sušiny v palici v době zralosti kukuřice na siláž ve srovnání s kontrolními hybridy (Zimolka et al. 2008).

3.2.1.3 Voda

Dostupnost vody je jedním z faktorů, které nejvíce omezují výnos kukuřice. Při závlahovém pěstování kukuřice byly zaznamenány násobně větší výnosy, než v běžném pěstování (Dóka & Pepó 2009).

Kukuřice dobře hospodaří s vodou, jedná se o C4 rostlinu. Na produkci 1 kg sušiny potřebuje asi 349 l vody. Pro porovnání např. ječmen na 1 kg sušiny spotřebuje 527 l vody (Zimolka et al. 2008).

Kritickým obdobím je růst listů, kvetení a začátek nalévání zrn (Dóka & Pepó 2009).

Pro udržení vláh v půdě je přínosné pěstování meziplodin. Některé studie ukazují, že v porostu meziplodin se dokážou udržet dva až tři milimetry rosy za den. Mají tedy značný vliv na zadržení srážek (Pančíková 2021).

3.2.1.4 Vzduch

Při nesprávném uspořádání porostu v suchých oblastech dochází vlivem proudění vzduchu k nadměrné transpiraci, tím pádem k možnosti narušení rovnováhy mezi příjmem a výdajem vody. Dalším faktorem je i vlhkost vzduchu, která nejen že ovlivňuje transpiraci, ale má také vliv na životnost pylových zrn a s tím spojené opylení palic (Šuk et al. 1998).

3.2.2 Botanické rozdělení

Z botanického hlediska je kukuřice setá (*Zea mays* L.) řazena jako jednoletá, jednodomá rostlina, s prašníkovými a pestíkovými květy uspořádanými do oddělených květenství (laty a palice) (Zimolka et al. 2008).

Řadíme ji do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) a dělíme ji na poddruhy, které souvisí s množstvím škrobu v zrnu.

Kukuřice obecná (*Zea mays* convar. *indurata*)

Endosperm kukuřice je měkký a uprostřed škrobnatý a zcela uzavřený velmi tvrdou vnější vrstvou. Semena jsou nahoře kulatá, zbarvená do žluta nebo bíla (Solaimalai et al. 2020). Patří k rannějším typům kukuřic a pěstujeme ji především na zrno a siláž (Šuk et al. 1998). Snáší

lépe chlad a zamokření než ostatní poddruhy kukuřice, proto je vhodná k pěstování ve vyšších nadmořských výškách (Dowswell et al. 1996).

Kukuřice koňský zub (*Zea mays* convar. *identata*)

Je charakteristická tvarem semene, které na horní části tvoří důlek, což je výsledkem rychlého vysychání a zmenšení měkkého škrobu v koruně semene (Solaimalai et al. 2020). Je to hospodářsky nejdůležitější poddruh kukuřice, většinou pozdnější a výnosnější. Pěstuje se jako zrnová, ale i pro silážní účely (Šuk et al. 1998).

Kukuřice polozubovitá (*Zea mays* convar. *aorista* Grebensc., syn. *Zea mays* convar. *semidentata* Kulesh.)

Představuje přechodnou formu mezi kukuřicí koňský zub a kukuřicí obecnou, ze kterých křížením vznikla. Na vrcholu není tak výrazná jamka jako u koňského zubu. Pěstuje se na zrno a siláž (Zimolka et al. 2008).

Kukuřice škrobnatá (*Zea mays* convar. *amylacea* Sturt.)

Zrno má měkký, moučnatý endosperm. Má nízký obsah bílkovin, a naopak vysoký obsah škrobu. Povrch zrna je matný. Pěstuje se hlavně pro škrobárenský a lihovarský průmysl (Solaimalai et al. 2020).

Kukuřice cukrová (*Zea mays* convar. *saccharata* Sturt.)

Endosperm je složen převážně z vodorozpustných glycidů. Při dozrání se zrna svašťují, jelikož chybí podpurná rohovitá vrstva. Většinou se sklízí pro konzumní účely ve voskově mléčné zralosti. Nejčastěji se konzumuje jako vařená nebo sterilovaná v salátech (Zimolka et al. 2008). Je velmi dobrým zdrojem energie a vitamínů A a C (Dowswell et al. 1996).

Kukuřice vosková (*Zea mays* convar. *ceratina* Greensc., Kulesh.)

Zrna mají voskový vzhled. Škrob v zrnu je zcela složen z amylopektinu na rozdíl od běžného kukuřičného škrobu s 78 % amylopektinu a 22 % amylosy. Pěstuje se především pro papírenský a textilní průmysl. Z důvodů zachování čistoty pro průmyslové zpracování, musí být při pěstování dodržena izolace od jiných druhů kukuřice. Při sklizni se sklízí prvních 12 až 16 řad po obvodu pozemku odděleně. Za horní mez se považuje 5 % kontaminace pylem běžné kukuřice (Solaimalai et al. 2020).

Kukuřice pukancová (*Zea mays* convar. *everta* Sturt.)

Má velmi drobné zrno. Endosperm je tvrdý a sklovitý. Obsahuje hodně bílkovin a používá se na výrobu popkornu, vloček a krup (Šuk et al. 1998).

3.3 Škůdci kukuřice

Kukuřice je hostitelskou plodinou pro řadu škůdců, které mohou mít vliv na její pěstování během celého vegetačního období. Řízení populací škůdců na kukuřici vyžaduje kombinaci preventivních a včasných opatření, která jsou podložena monitoringem škůdců na pozemku (Solaimalai et al. 2020).

3.3.1 Zavíječ kukuřičný

Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis* Hübner, 1796) je považován za nejvýznamnějšího škůdce kukuřice ve střední Evropě (Magg et al. 2001). Na území České republiky byl do 70 let 20. stol.

zaznamenáván pouze na jižní Moravě. K rozšíření zavíječe kukuřičného do všech oblastí pěstování kukuřice v České republice dochází od roku 1971 (Trnka et al. 2007).

V České republice běžně zavíječ kukuřičný tvoří pouze jednu generaci za rok (Zimolka et al. 2008). Díky globálnímu oteplování a používání raných hybridů lze očekávat další zvyšování výskytu zavíječe (Munkvold & Desjardins 1997). Bagar (2021) ve svém článku uvádí, že na jižní Moravě při hodnocení napadení kukuřice v průběhu srpna a září, narazil na mladé housenky a kukly zavíječe. Domnívá se tedy, že by mohlo jít o výskyt dvougenerační populace tohoto motýla. Zřejmě se jedná o geneticky zakódovanou schopnost. Poukazuje také na to, že podobnou situaci bylo možné pozorovat před čtyřiceti lety na jihu Slovenska, kde je dnes běžné, že druhá generace je početnější než první. V budoucnu tedy musíme počítat s možností výskytu bivoltinních generací tohoto škůdce, zejména v teplejších oblastech naší republiky.

3.3.1.1 Popis škůdce

Taxonomicky řadíme zavíječe kukuřičného do řádu motýli (*Lepidoptera*), čeledi zavíječovití (*Pyralidae*). Motýl má zbarvení okrově až šedohnědé s tmavším vlnkovaním. Rozpětí křídel měří 27-32 mm. Řídce ochlupené, šedožluté až okrově načervenalé housenky jsou v dospělosti dlouhé 20-25 mm (Čača et al. 1990). Dospělci se během dne skrývají v plevelu a trávě nebo pod listy kukuřice a jiných rostlin. Ve večerních hodinách a někdy i v průběhu noci, kdy jsou příznivé povětrnostní podmínky, přelétají z rostliny na rostlinu a snášejí vajíčka. Průměrně přibližně 400, ale bylo pozorováno až 1900. Vejce jsou velká asi jako špendlíková hlavička a navzájem se překrývají jako rybí šupiny. Ze začátku jsou bílá, ale později se mění na světle žlutá a těsně před vylíhnutím ztmavnou (Brindley et al. 1955). Šuk et al. (1998) uvádí, že housenky L₁ jsou dlouhé 2 mm, L₂ 2-3 mm, L₃ 3,2-4,6 mm a L₄ 4,6-17 mm. Kukly mají délku 15,1-16,2 mm. Na kaudálním segmentu kukly se nachází kremaster s 5-8 zahnutými háčky, které slouží k přichycení kukly ke kokonu.

Dorostlé housenky po přezimování ve zbytcích kukuřičných stébel, která po sklizni zůstala na povrchu půdy, se v květnu kuklí. Líhnutí probíhá od poloviny června do konce srpna. Již po prvních dnech letu samic začíná snůška vajíček. Kladou bílá vajíčka po 10-30 kusech na spodní stranu listu (Häni et al. 1993). Bylo zjištěno, že 95 % vajíček se nacházelo na pátém až sedmém listu odspodu. K embryonálnímu vývoji je potřebná vysoká vzdušná vlhkost a teplota 18-30 °C (Šuk et al. 1998). Líhnutí housenek probíhá po 10-15 dnech. Zpočátku ožirají listy nebo prašníky květů. Teprve po druhém svlékání pronikají do stébel nebo palic (Häni et al. 1993). Na konci léta se housenky dostávají do spodních částí stonku kukuřice a ve zbytcích přezimují do příštího jara (Bagar 2021).

Przybyłowicz et al. (2015) s odkazem na původní autory ve svém článku píše o zavíječi kukuřičném jako o vysoce polyfágním druhu, který se živí více než 220 druhy rostlin z různých čeledí. Uvádí, že vývoj může probíhat na slunečnici, čiroku, nebo dokonce pepři a zmiňuje se také o výskytu na volně žijících rostlinách, včetně Lopuchu plstnatého (*Arctium tomentosum* Mill.), Pelyňku černobýl (*Artemisia vulgaris* L.), nebo chmelu (*Humulus lupulus* L.).

Larvy vyžirají stébla nejčastěji pod samčím květenstvím, často se prožirají i do palic. Díry v napadených stéblech jsou vyplněny trusem a zbytky rostlinných pletiv, často dochází k lámání stébel (Kazda et al. 2001). Při zevním pohledu jsou zjevné otvory o průměru 3-4 mm

ve stéblech nebo palicích s drtí v okolí. Drť se hromadí v úžlabí listů. Stébla se lámou převážně nad palicí, méně pod palicí (Häni et al. 1993).

Larvy způsobují fyzické poškození stonků a klasů a umožňují tak infekci *Fusarium* spp. dvěma způsoby. Při prvním způsobu (přímá infekce) larva zavíječe kukuřičného přenese spory *Fusaria* spp. z povrchu rostliny dovnitř stonku nebo klasu, kde dojde k infekci. Životaschopné spory se mohou nacházet na těle, nebo uvnitř larvy. Druhým způsobem (nepřímá infekce) larva poškodí stonek nebo klas. I když nezanese přímo spory hub do stonku. Spory se množí v okolí rány a infikují rostlinu (Válean et al. 2017).

Technologických možností ochrany proti zavíječi je několik, liší se v účinnosti, nákladnosti i potenciálním nepříznivým vlivům na životní prostředí.

3.3.1.2 Agrohygienická opatření:

Významným faktorem je agrotechnika. Důležité je zaorávání rostlinných zbytků hluboko do půdy (Čača et al. 1990). Ke zlepšení účinnosti orby na zahubení housenek také pomáhá rozdrčení, nebo spálení zbytků stébel a ponechání nízkého strniště. Při velmi silném výskytu se doporučuje zrotavátorování strniště, kterým může být zničen velký počet housenek, které se v něm nacházejí (Häni et al. 1993). Čača (1990) píše, že zavíječ se vyvíjí i v různých robustních plevelích, například v černobýlu, laskavci, řepeni apod., které je nutné jako ohniskové rostliny likvidovat.

Při sklizení silážní kukuřice je účelné, aby kolo sklízecího stroje přejíždělo strniště posečeného řádku; tímto způsobem lze rovněž zahubit větší počty housenek (Häni et al. 1993).

Zajímavým poznatkem je, že v mulčovacích systémech pěstování byla pozorována vyšší úmrtnost zavíječe kukuřičného. Tento nečekaný výsledek lze vysvětlit vyšším výskytem přirozených nepřátel tohoto škůdce (sluněčka, dravé plošnice, zlatoočka, střevlíkovití) (Hartwig & Ammon 2002).

3.3.1.3 Přirozená odolnost:

Tato odolnost je zajištěna mechanickými a fyziologickými vlastnostmi odrůdy. Problém je, že tato odolnost je dosti nízká a projevuje se nejvíce na maloparcelkových pokusech, kde si škůdce může vybrat podle chuti vedle sebe pěstované odrůdy (Zimolka et al. 2008).

3.3.1.4 Chemická ochrana:

Koncem devadesátých let 20. století se k ochraně začaly hojně používat kontaktní insekticidy na bázi pyretroidů podle metodické příručky pro ochranu rostlin (Šuk et al. 1998). Tyto insekticidy mají krátkou dobu účinnosti, což je nevhodné vzhledem k délce trvání náletu dospělců. Mají také velké spektrum účinku (nejsou selektivní) (Zimolka et al. 2008). Häni et al. (1993) uvádí, že po ošetření pyretroidy může dojít k masovému výskytu mšic z důvodu zahubení přirozených nepřátel těmito látkami.

Proti vajíčkům a larvám se používají přípravky s růstově regulačním účinkem, které se používají při kladení vajíček až v začátku líhnutí housenek, nebo při začátku líhnutí až v líhnutí housenek (Zimolka et al. 2008).

Chemické insekticidy obvykle zajišťují kontrolu od 60-95 % larev první generace a 40-80 % larev druhé generace, pokud jsou správně načasovány (Witkowski et al. 1997).

Aplikace insekticidně působících přípravků se doporučuje v době maximálního letu dospělců. Let bývá proměnlivý během sezóny i mezi jednotlivými roky (Kazda et al. 2001). Napadení rostlin se pohybuje proměnlivě od 15 do 30 % mezi jednotlivými roky (Hurňák et al. 1986).

Monitorace letu za pomoci světelných lapačů (nejpřesnější, ale nejpracnější a na odbornost náročná metoda), nebo pomocí feromonových lapačů (v ČR nefungují moc dobře, zřejmě mírná odlišnost feromonů). Další z metod určení termínu napadení kukuřice je nepřímá metoda na základě sumy efektivních teplot (od 1.1. každého roku se sčítají stupně průměrné denní teploty vyšší než 10 °C). Jakmile suma teplot dosáhne hodnoty 360, tak dochází k maximálnímu náletu imag. Po překročení hodnoty 520 dochází ke kladení vajíček a hodnota 550 určuje líhnutí larev (Zimolka et al. 2008).

Podle počtu nakladených snůšek vajíček se provádí krátkodobá prognóza výskytu zavíječe kukuřičného. Za kritickou hranici se považuje 5 snůšek na 10 rostlin (nebo 7 snůšek na 2 m²). Prognóza škod se dělá na základě počtu vylíhlých housenek a za kritický počet se považuje 5 vylíhlých housenek na 10 rostlin. Po 4 dnech po ošetření se provádí kontrola účinnosti (Šuk et al. 1998).

3.3.1.5 Biologická ochrana:

Przybyłowicz et al. (2015) s odkazem na původní autory uvádí, že další metodou ochrany proti zavíječi může být výběr rezistentních kultivarů, např. obsahujících vyšší koncentraci DIMBOA, nebo použití genetiky modifikované Bt kukuřice. Biologická ochrana se stává stále populárnější. Mezi použité biologické látky patří houba *Bauveria bassiana* Vuill. (1912), prvok *Nosema pyrausta* Nägeli (1857) a parazitoidi z řádu hymenoptera.

Bylo zjištěno, že rezistence byla způsobena chemickou látkou 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-on nebo DIMBOA. Hladiny DIMBOA jsou vysoké ve stádiu sazenic, ale s dozráváním rostliny klesají, v době druhého napadení zavíječem jsou již velmi nízké (Dent et al. 2000).

3.3.1.5.1 *Nosema pyrausta*

Zavíječ kukuřičný je hostitelem *Nosema pyrausta*, která má nízkou patogenitu, což způsobuje určitou úmrtnost larev zejména při zátěži prostředí, ale většina hostitelských jedinců se dožije dospělosti, mají však sníženou plodnost a dlouhověkost. Parazit se přenáší transovariálně (Dent et al. 2000).

3.3.1.5.2 Parazitické vosičky

Biologická ochrana parazitickými vosičkami *Trichogramma spp.*, které parazitují na vejčích zavíječe kukuřičného, spočívá ve vzduchové nebo ruční aplikaci. Za optimálních podmínek je účinnost srovnatelná s účinností chemických insekticidů. Plocha kukuřice ošetřená parazitickou vosou vykazuje v České republice vzrůstající trend (Chvátalová 2020).

Výrobek s názvem Trichocaps® se skládá z dutých lepenkových tobolek ve tvaru ořechu (přibližně o průměru 2 cm) a každá obsahuje 500-1000 parazitovaných vajíček. Vývoj *Trichogramma* uvnitř tobolek je indukován do diapauzy a pak se chladí až 9 měsíců. Přípravu

Trichocaps® pro aplikaci provádí dodavatelská společnost s pěstiteli odpovědnými za aplikaci produktu na pole (Maredia et al. 2003).

Z řádu dvoukřídlí (*Diptera*) z čeledi kuklicovití (*Tachinidae*) je možno použít parazitickou mušku *Lydella thompsoni* Herting (1959) (Omkar 2016).

3.3.1.5.3 *Bacillus thuringiensis* Berliner (1915)

Mezi patogeny používanými jako ekologicky šetrné alternativy k chemikáliím a komercializovanými pro použití tímto způsobem byly především bakterie, zejména *Bacillus thuringiensis* (Bt). Bt byl poprvé zaznamenán v roce 1901 v Japonsku, ale byl pojmenován Mattem v roce 1927 podle kmene izolovaného v Německu. V polovině 40. let byl ve Francii dostupný první komerční přípravek nazvaný „Sporeine“ (Dent et al. 2000).

Několik rodin proteinů Bt crystal (Cry), pojmenovaných jako proteinové krystaly během Bt sporulace, bylo komerčně využito v transgenních plodinách pro ochranu proti hmyzu. Proteiny Cry1 a Cry2 jsou používány proti zástupcům z řádu motýli a proteiny Cry3 proti zástupcům z řádu brouci (Yin et al. 2020).

Když je směs spor a krystalů požitá hmyzem, který se živí ošetřenou vegetací, je proteinový krystal rozpustný ve středním střevě, kde se pH pohybuje v hodnotách 10,2-10,5. Toxin způsobí perforaci střevního epitelu a bakterie je pak schopna napadnout oslabeného hostitele a způsobit smrtelnou septikémii (Dent et al. 2000).

V ČR byl donedávna registrován přípravek s bakteriemi *Bacillus thuringiensis* spp. *kurstaki* pouze k ošetření před uložením ke skladování (zabránění ztrát ve skladech). Plošné použití nebylo povoleno (Zimolka et al. 2008). V současné době je pro aplikaci proti zavíječi do kukuřice povolen přípravek Lepinox Plus. Přípravek by se měl aplikovat na počátku kladení, až do druhého vývojového stádia larev (EAGRI 2009-2021).

3.3.1.6 Transgenní kukuřice

Schopnost vkládat transgeny do rostliny tvoří základ nejrevolučnější technologie zdokonalování plodin 20. století. Převážná část dosud komercializovaných transgenů plodin byla určena na pomoc při ochraně plodin proti hmyzu, chorobám a plevelu (Maredia et al. 2003).

V Evropské unii lze pěstovat pouze kukuřice MON810. Tuto rostlinu však ve větší míře vysévají pouze farmáři ve Španělsku. Pravidla Evropské unie a následné kontroly jsou velmi přísné, pro nepovolená GM platí nulová tolerance. Problémem je délka doby, jakou trvá Evropskému úřadu pro bezpečnost potravin a členským státům posoudit a schválit uvedení GM plodiny na trh. Díky zamítavému postoji valné části veřejnosti ke GM plodinám se osivařské firmy už ani nesnaží proniknout na evropský trh (Aktuální přehled GM plodin povolených v EU 2020).

Metoda ochrany pěstování kukuřice MON 810 je stoprocentní podle pětiletých výsledků ÚKZÚZ na vlastních pozemcích a desetiletých výsledků na smluvních lokalitách. Pozitivní byl i dopad na výskyt fuzárií, který se pohyboval vždy pod 40 % v nemodifikovaných hybridech různě ranostních skupin kukuřice. Vzhledem k nemožnosti přenosu genů do jiného druhu rostliny a vysoké specifitě endotoxinu je minimální (Zimolka et al. 2008).

Chvátalová (2020) provedla studii týkající se výhod pěstování Bt kukuřice MON810 v České republice. Zaměřila se na výhody uváděné výrobcem: 100% kontrola zavíječe, zdravá produkce, zvýšený výnos, snížení jednotkových nákladů na produkci, jednoduchost manipulace, snížení používání insekticidů a úspora času. Studie ukázala, že většina přínosů se projevuje v oblastech, kde je velký tlak škůdců.

Nebezpečí k vytvoření rezistence vůči Bt toxinu spočívá v jeho nestejné dávce. Larvy, které pozřeli méně tohoto toxinu a dojdou do fáze dospělosti. Mohou předat gen rezistence proti Bt toxinům (Magg et al. 2001).

3.3.1.7 Přirození nepřátelé

Mezi přirozené nepřátele patří polyfágní predátoři jako jsou slunéčka (*Coccinellidae*), dravé ploštice (*Orius* spp.) či zlatoočka (*Chrysoperla*). Přirozenými nepřáteli mohou být i někteří obratlovci. Můžeme sem řadit křepelky nebo některé pěvce (Obrycki et al. 2001).

3.3.2 Bázlivec kukuřičný

Bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera virgifera* LaConte, 1868) je taxonomicky řazen do řádu brouci (*Coleoptera*), čeledi mandelinkovití (*Chrysomelidae*). Od devadesátých let 20. století se tento druh řadí k největším škůdcům kukuřice v Severní Americe (Onstad 2013). Z této oblasti byl také zavlečen do Evropy pravděpodobně do Srbska (Kuhlmann & Van der Burgt 1998). Stalo se tak zřejmě při mezikontinentálním letu z USA. Byly vyvinuty široké mezinárodní kooperativní sítě pro sledování šíření tohoto invazivního druhu v Evropě z jeho původního ohniska zamoření (Meinke et al. 2009).

První výskyt v ČR byl v roce 2002 potvrzen Státní rostlinolékařskou správou (okresy Hodonín, Břeclav, Uherské Hradiště). Koncem roku 2007 se objevil již v oblasti středních Čech. Na výskyt (nebo podezření výskytu) škůdce se vztahuje ohlašovací povinnost podle zákona č. 147/1996 Sb. (Zimolka et al. 2008).

3.3.2.1 Popis škůdce

Bázlivec kukuřičný je jednogenerační druh přezimující v půdě ve formě vajíček. Jeho larvy poškozují kořeny kukuřice a dospělci se živí listy a pylem (Keszthelyi 2005). Larvy bázlivce se mohou vyvíjet pouze na kořenech kukuřice. Dospělci se však mohou živit i generativními částmi jiných plodin a plevelů (slunečnice, amaranthu) (Balogh et al. 2005).

Kořeny kukuřice vypouštějí do půdy sekundární metabolity (CO₂, specifické cukry a mastné kyseliny), které larvy vyhledávají, a tím jsou naváděny k hostitelské rostlině. Bylo zjištěno, že larvy upřednostňují již poškozené kořeny, na kterých fungují lépe (Hiltpold et al. 2012). Existuje korelace mezi rozsahem poškození a půdními podmínkami: Jílovité půdy bohaté na humus nabízejí vhodné podmínky pro optimální vývoj larev (Keszthelyi 2005). Líhnutí larev začíná v polovině května a trvá více než 30 dní (Takács et al. 2005).

Poškozené rostliny se projevují od konce května a způsobují polehávání a tvorbu „husího krku“ (Zimolka et al. 2008). V polovině června začíná let dospělců, kteří poškozují generativní části rostlin, čímž způsobují poruchy oplodnění (Keszthelyi 2005).

V případě kořenového poškození je vyšší poměr obilného klasu výsledkem fyziologického procesu, v jehož průběhu se poměr složek listenů palice posune ve prospěch zrna. Rostlina klade důraz spíše na vývoj zdravých zrn než na tvorbu klasů (Keszthelyi et al. 2007).

Dospělý brouci jsou 7 mm velcí. Mají žlutozelené zbarvení s černými skrvnami na elytrě (Emden 2013).

Dospělci mají schopnost disperze na poměrně velké vzdálenosti. Tzv. triviální lety, kdy urazí vzdálenost 100 až 400 m za jeden den, vykonává zhruba polovina dospělců. Oplodněné samičky jsou schopny provést migrační lety na vzdálenosti až 24 km (Carrasco et al. 2010).

3.3.2.2 Monitoring

Různé systémy prognózy výskytu. Nejčastěji využívané jsou feromonové nebo barevné pasti, které poskytují důležité informace z hlediska pozorování letu (Keszthelyi 2005).

3.3.2.3 Agrotechnická opatření

Důležitou roli hraje doba výsevu, vegetační období hybridního osetí a v neposlední řadě účinnost chemické kontroly. Nižší účinnost technologií na ochranu rostlin (moření osiva, dezinfekční prostředky aplikované buď při setí, nebo s kultivátorem) lze vysvětlit krátkou dobou působení (Keszthelyi 2005). Která trvá přibližně jeden měsíc (Takács et al. 2005). Pesticidy aplikované do porostu v době květu mohou být úspěšné proti dospělcům bázlivce kukuřičného (Keszthelyi 2005).

V případě pěstování kukuřice monokulturně, bez řádné dezinfekce půdy, dochází k většímu poškození kořenů, a tím k naklánění rostlin a možnému polehání v důsledku bouře nebo větru (Keszthelyi et al. 2007).

Pomocnou technologií může být aplikace celulózových perel. Perla má mikropórovité tělo s velkým účinným povrchem. Dokáže absorbovat relativně vysoký objem pesticidů. Dlouhou dobu se používala při odpuzování zvěře. Perla může prodloužit účinnou dobu působení látky až na 60 dní. Je vyrobena ze 100 % celulózy a může být rozložena v půdě během 3 měsíců. (Takács et al. 2005).

3.3.2.3.1 Výběr odrůdy

Tolerantní odrůdy kukuřice na poškození kořenového systému. Tolerantní rostlina utrpí stejné škody jako náchylná rostlina, ale je schopna vyvinout a produkovat vysoký výnos bez ohledu na poškození. Za hlavní parametr tolerance je označována větší velikost kořene. Dalším hlavním parametrem tolerance je schopnost regenerace sekundárních kořenů (Ivezic et al. 2006).

3.3.2.3.2 Transgenní kukuřice

RNA interference v transgenní kukuřici se nedávno objevila jako alternativní způsob účinku pro regulaci bázlivce kukuřičného (Niu et al. 2017).

V současné době jsou komerčně dostupné transgenní kukuřice založené na Bt proteinech Cry3Bb1, Cry34Ab1/Cry35Ab1, mCry3A a eCry31Ab. V posledních letech byl však v Amerických státech hlášen výskyt rezistence bázlivce kukuřičného na tyto proteiny, což zdůrazňuje potřebu vyvinout další nástroje na ochranu proti tomuto ekonomicky významnému

škodlivému organismu. Z toho důvodu vědci studují nové proteiny jako je třeba Vpb4Da2 nebo IPD072Aa z *Pseudomonas chlororaphis* Guignard & Sauvageau (1894), díky kterým by kukuřice nové generace mohla být schopna kontrolovat i populace bázlivců rezistentních na proteiny Bt (Yin et al. 2020).

3.3.2.4 Biologická ochrana

3.3.2.4.1 Kuklicovití

V současné době jsou z literatury známy čtyři kuklicovití (*Tachinidae*) rodu *Celatori*, které parazitují na dospělých druzích rodu *Diabrotica*. Rozmanitost reprodukčních strategií je zajímavým rysem čeledi Tachinidae. Dospělé samice mohou klást vajíčka přímo do hostitele, nebo samice mohou na hostitelskou rostlinu snášet vajíčka, která hostitel pozře při krmení. Avšak distribuce uvedená pro druh *Celatoria* by měla být považována za prozatímní vzhledem k tomu, že tyto druhy byly zkoumány velmi málo. Není ještě zcela pochopena ekologie včetně hostitelské specifčnosti těchto druhů stejně jako jejich dopad na populace *Diabrotica* (Zhang et al. 2004).

3.3.2.4.2 Hlístice

Entomopatogenní hlístice jsou mikroskopické organismy žijící v půdě, které žijí v symbióze s bakteriemi. Jejich larvy prodělávají část svého vývoje uvnitř v hostiteli. Larvy vyhledávají aktivně hostitele a pronikají do něj. Po vstupu do hmyzu uvolňují infekční nedospělí jedinci asociované mutualistické bakterie, které se začínají množit v hostitelském zvířeti. Bakterie tlumí imunitní systém a způsobují smrt hostitele během 36-48 hodin. Hlístice se živí a rozmnožují uvnitř mrtvého těla hostitele. Hmyz je zabíjen bakteriemi, proto se používá termín entomopatogenní hlístice (Nádasy et al. 2008).

Existuje široká škála aplikačních technologií těchto hlístic. Entomopatogenní hlístice lze aplikovat postřikem po polích nebo sadech zavlažovacími systémy či leteckou aplikací, což je vystavuje potenciálně smrtícímu tlaku vody a suchu. Jelikož po aplikaci jsou hlístice vystaveny riziku vysušení nebo vystavení vysokým hladinám UV záření je obecně doporučeno aplikovat hlístice na půdu večer nebo brzy ráno, kdy je vyšší vlhkost a nižší UV záření. Pro zlepšení přežití hlístic bylo vyvinuto několik lékových forem zajišťujících uspokojivou ochranu. Metoda je založena na přidání antidesikantů mající za cíl udržet vysokou vlhkost. Alternativním způsobem je aplikace již infikovaných mrtvol hmyzu, aby se zlepšilo skladování, manipulace a aplikace. Infikovaný hmyz může být potažen ochranou formulí, nebo lze použít hostitele s tvrdším exoskeletem jako je třeba potěmník moučný (*Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758) (Hiltpold et al. 2012).

V praxi jsou důležité dva rody entomopatogenních hlístic: *Steinernema* a *Heterorhabditi*. *Steinernema* přenášejí bakterie rodu *Xenorhabdus*, zatímco *Heterorhabditis* přenášejí druh rodu *Photorhadus*. Hlístice jsou účinné pouze za vlhkých podmínek, v suché půdě nakažlivé mladé larvy umírají (Nádasy et al. 2008).

3.3.3 Bzunka ječná

Bzunku ječnou (*Oscinella frit* Linnaenus, 1758) řadíme mezi dvoukřídly hmyz. Dospělci jsou černé mušky asi 3 mm velké, mají červené oči a žluté nohy (Šuk et al. 1998). Larvy jsou apodní, leskle bílé a zhruba 4 mm dlouhé. Larvy se kuklí v půdě v těsné blízkosti kořenového krčku. Kuklou je žlutohnědé puparium (Zimolka et al. 2008).

Bzunka ječná tvoří 3 generace. Na kukuřici škodí pouze larvy první generace (Häni et al. 1993). Pozdější generace larev vyžírají základy kvítků a později vyvíjející se obilky ovsa a ječmene (Čača et al. 1990). Samice kladou vajíčka na spodní stranu listů a stébla. Vajíčka kladou v dubnu či květnu v závislosti na vhodných vlhkostních a teplotních podmínkách. Při kladení dávají přednost rostlinám s jedním nebo dvěma listy, kukuřice se třemi listy nebývá již pro bzunku ječnou atraktivní (Häni et al. 1993).

Listy jsou slabě poškozené s malými dírkami, nebo při větším poškození vzrostného vrcholu rostlina začne vytvářet odnože (Hurňák et al. 1986).

Bzunky přezimují ve stádiu dospělé larvy v ozimých obilninách nebo travách (Zimolka et al. 2008). Toto může být problém především při pěstování kukuřice po žitu sklizeném na senáž metodou GPS a následným setím kukuřice do strniště (no-till). Hartwig & Ammon (2002) ve Švýcarsku provedli studii, kde prokázali, že bzunky ječné v teplejším podnebí jsou v době sklizení žita ve stádiu kukly a nachází se nízko ve strništi. Dospělci se pak začínají líhnout, když je kukuřice v prvních stádiích růstu a je velmi citlivá na útoky bzunky.

3.3.3.1 Ochrana

Mezi důležité přirozené nepřátele patří střevláci a někteří blanokřídli (Häni et al. 1993).

Důležitým faktorem ke snížení výskytu bzunek je agrotechnika. Hlavním agrotechnickým opatřením je omezení výdrolu a jeho zaorání. Ozimé plodiny jsou ohroženy více při dřívějším výsevu a jařiny naopak při pozdějším výsevu (Čača et al. 1990). K ochraně přispívá i moření osiva (Kazda et al. 2001).

Z přípravků proti bzunce ječné v porostu kukuřice je možné využít pouze pyretroidy registrované proti zavíječi (Zimolka et al. 2008). Ošetření se provádí postřikem v době, kdy má kukuřice dva listy. Práh škodlivosti je 6 vajíček/ 10 rostlin (Häni et al. 1993).

3.3.4 Černopáska bavlníková

Černopáska bavlníková (*Helicoverpa zea* Boddie, 1850) je nově příchozím polyfágním škůdcem. Na jižní Moravě se vyskytuje již na škodlivé úrovni. Nalétává z jižních oblastí, kde přezimuje. U nás se vyskytuje pravděpodobně 2. a 3. generace zhruba v polovině srpna a na začátku října. Vzhledem ke změnám klimatu spojeným s oteplováním zemského povrchu a selekčnímu tlaku je v budoucnu reálné její zdomácnění (Zimolka et al. 2008).

3.3.4.1 Popis škůdce

Dospělci černopásky bavlníkové jsou žlutohnědí s tmavou skvrnou v blízkosti středu. V rozpětí křídel tyto můry měří 32-45 mm. Samice může za svůj život snést až 3 tisíce vajíček, která kladou na povrch rostlin jednotlivě. Po 3 dnech při teplotě 25 °C, při nižších teplotách později,

se líhnou bílé housenky s černým pruhem na zádech. Vyšší stádia housenek mají různou barvu od světle zelené, přes hnědou až po černou s bočními pruhy. Housenka projde šesti instary zhruba za 3 týdny a pak se kuklí. Kuklení probíhá v půdě a trvá asi dva týdny. Kukly jsou tmavě hnědé (Wakil et al. 2017).

Larvy nižších instarů dávají přednost listům, později se však pod listeny palice krmí zrny kukuřice (Zimolka et al. 2008).

3.3.4.2 Agrotechnický vliv na ochranu

Rotace plodin, mulčování posklizňových zbytků a provádění hluboké orby může pomoci potlačit populace černopásy (Wakil et al. 2017).

3.3.4.3 Biologická ochrana

Biologická ochrana proti černopásce bavlníkové spočívá v introdukci parazitických vosiček *Trichogramma* podobně jako u zavíječe, nebo udržováním a podporováním přirozených nepřátel tohoto škůdce, jako jsou někteří střevlíkovití (*Carabidae*), drabčíkovití (*Staphylinidae*), nebo slunéčkovití (*Coccinelidae*) (Neuenschwander et al. 2003).

3.3.4.4 Chemická ochrana

Chemická ochrana je zaměřená na ranné instary, používají se insekticidy s účinnými látkami: methoxyfenozid, chlorantraniliprol a indoxakarb (Wakil et al. 2017).

Velké používání insekticidů s pyrethroidy vedlo k vytvoření rezistence v populaci. Další možností je použití geneticky modifikovaných hybridů nebo insekticidů na bázi proteinů z *Bacillus thuringiensis* (Whalon et al. 2008).

3.3.5 Larvy kovaříků (drátovci)

V České republice způsobují drátovci větší škody zejména v severozápadních Čechách a na střední a jižní Moravě. V dubnu a květnu se na porostech začínají objevovat brouci, kteří se živí buněčnou šťávou z listů trav a obilnin, získanou požvýkáním listů kusadly (Čača et al. 1990).

Larvy kovaříků nazýváme drátovci. Napadají téměř všechny pěstované plodiny s výjimkou luštěnin, řepky a lnu, které bývají napadány jen málo (Zimolka et al. 2008). Mají poměrně dlouhý vývoj v půdě trvající 3-5 let. Po skončení prvního roku života se stávají omnivorní, živí se rostlinnou i živočišnou stravou (Emden 2013).

Nejvýznamnějšími druhy jsou kovařík locikový (*Agriotes sputator* Linnaeus, 1758) a kovařík malý (*Agriotes brevis* Candeze, 1863) (Čača et al. 1990). Hospodářsky významné škody působí drátovci jen na podzemních orgánech rostlin (Hurňák et al. 1986).

3.3.5.1 Popis škůdce

Dospělci mají protáhlé, poměrně ploché tělo, které je na obou koncích zúžené. Při převrácení na záda se dokážou prudkým pohybem předohrudi vymrštit zpět na nohy (Čača et al. 1990; Emden 2013).

Drátovci jsou protáhlé larvy se žlutohnědým lesklým povrchem těla (Greenwood & Halstead 2010). Mají tři páry končetin a měří asi 3 cm (Häni et al. 1993). Poslední zadečkový článek mají buď zašpicatělý nebo vykrojený, s charakteristickými výrůstky (Čača et al. 1990; Greenwood & Halstead 2010).

Poškozené rostliny žloutnou, vadnou a zasychají, neboť drátovci okusují kořínky nebo celé kořenové krčky, případně, pokud jsou rostliny větší, vžirají se do bazálních částí stébel (Kazda et al. 2001). Pěstování kukuřice na půdách se zvýšeným výskytem drátovců je riskantní. Výsevy kukuřice bývají relativně řídké, a tak výpadek rostlin je markantní. To platí zejména pro pomalu vzcházející odrůdy (Häni et al. 1993).

3.3.5.2 Monitoring

Pro zjištění zamoření pozemku se provádí podzimní půdní výkopy. Na pozemcích o výměře do 5 ha se odebrá 8 sond a na větších honech nejméně 12 sond. Sonda o rozměrech 50 x 50 x 40 cm se přesévá sítím s průměrem ok 4 mm. Pak se vypočítá průměrný počet drátovců na 1 m². Za kritické číslo u kukuřice se považuje 15 drátovců na 1 m² (Čača et al. 1990).

3.3.5.3 Ochrana

Velký výskyt drátovců je pozorován zejména po víceletých pícninách, proto se doporučuje v osevním postupu alespoň dvouletý odstup od víceletých pícnin (Häni et al. 1993; Emden 2013).

3.3.5.3.1 Agrotechnická opatření

Intenzivní obdělávání půdy orbou a rotačním nářadím je velmi účinné nejen proti drátovcům, ale i proti jiným v půdě žijícím škůdcům. Dalším významným opatřením je důkladná likvidace pýru a výdrolu obilnin (Zimolka et al. 2008).

3.3.5.3.2 Chemická ochrana

Základní chemickou ochranou je insekticidní moření osiva. Při silném napadení se doporučuje použití granulovaných insekticidů před nebo při seti kukuřice (Häni et al. 1993; Zimolka et al. 2008).

3.3.6 Květilka všežravá

Květilka všežravá (*Delia platura*) je, jak už pojmenování napovídá, široce polyfágní škůdce, který kromě obilnin napadá zejména zeleniny, luskoviny, slunečnici, řepu, řepku, brambory a víceleté pícniny (Zimolka et al. 2008).

Vážné škody způsobuje na klíčících obilkách a vzcházející kukuřici, hrachu, fazolích a okurkách (Čača et al. 1990).

3.3.6.1 Popis škůdce

Dospělec je moucha velká 4-6 mm s úzkým zadečkem a má šedé zbarvení s hnědavou páskou. Larva je bez hlavy a nohou. Má zbarvení bílé a je dlouhá asi 6-8 mm (Ackermann et al. 1995). Larvy se zhruba po 3 týdnech začínají kuklit v oválnou červenohnědou kuklu asi 5 mm dlouho. Noví dospělci se objevují o 2 až 3 týdny později (Alford 2012).

Moucha naklade svá bílá vajíčka na půdu koncem jara a larvy po vylíhnutí se zavrtávají do země a napadají klíčící semena kukuřice. Tvoří dvě až pět generací ročně v závislosti na podnebí, u nás většinou tři generace (Emden 2013).

Larvy infikují klíčky a nabobtnalá semena hnilobnými bakteriemi a živí se rozloženými pletivy (Čača et al. 1990).

Na konci dubna a začátku května začíná let první generace. Mouchy druhé generace létají v červnu a červenci. V září a říjnu pak mouchy třetí generace (Ackermann et al. 1995).

3.3.6.2 Monitoring

Monitoring náletu je možné sledovat pomocí tzv. provokačních rostlinek předpěstovaného květáku se 6-8 pravými listy. Provokační rostlinky rozmístíme po okrajích pozemku. Pokud je výskyt vajíček květilky na těchto rostlinách nebo na rostlinách kukuřice vyšší jak 30 %, je na místě provést chemickou ochranu porostu (Zimolka et al. 2008).

Lze také použít kuželové pasti s cibulí, nebo použití modrých a fialových lepících pastí (Rabinowitch & Curah 2002).

3.3.6.3 Ochrana

Ochrana je velmi podobná jako u drátovců a většiny škůdců žijících v půdě.

3.3.6.3.1 Agrotechnická opatření

Hlavním agrotechnickým opatřením je správný osevní postup, je potřeba zajistit alespoň dvouletý odstup od víceletých pícnin. Intenzivní obdělávání půdy podmínkou, orbou a rotačním nářadím. Důležitá je likvidace pýru a výdrolu obilnin (Zimolka et al. 2008).

3.3.6.3.2 Chemická ochrana

Při chemické ochraně se používá kombinované moření osiva s fungicidním účinkem proti snětím, či fuzariozám s insekticidním účinkem (Čača et al. 1990).

3.3.7 Mšice

Mšice (*Aphidoidea*) jsou velmi významní škůdci obilnin. Jejich výskyt může být v některých letech až kalamitní, v jiných naopak velmi sporadický (Kazda et al. 2001).

Jsou jedinečné díky svému způsobu reprodukce. Mohou se množit partenogeneticky i pohlavně. Parthenogeneze u nich však převládá a pomáhá mšicím k rychlému nárůstu klonů v populaci (Omkar 2016).

Intenzivní nárůst populací je hlavně za suchého a teplého počasí, což jsou ideální podmínky k rozmnožování (Hurňák et al. 1986).

3.3.7.1 Popis škůdce

Mšice jsou velké 2-3 mm. Mají poměrně zavalité, měkké tělo a dlouhé, tenké nohy. Na zadní části zadečku je pár růžkovitých výrůstků, zvaných sífunkuli. U většiny dospělců nenajdeme křídla, ty mají pouze migrující jedinci (Čača et al. 1990). Zbarvení je většinou leskle zelené, šedozelené, až hnědé (Alford 2012).

Na kukuřici škodí zejména mšice střemchová (*Rhopalosiphum padi* Linnaeus, 1758), kyjatka osenní (*Sitobion avenae* Fabricius) a kyjatka travní (*Metopolophium dirhodum* Walker, 1849). Napadají listy, lodyhy i klasy. Sáním způsobují deformaci listů, vegetačních vrcholů, prašníkových lat i palic. Mohou sáť i uvnitř pochev listů, pak se na stéble vytváří hnědé skvrny (Zimolka et al. 2008). Mšice vylučují medovici, která na povrchu rostlin brání asimilaci a přispívá k rozvoji některých houbových onemocnění (Kazda et al. 2001; Omkar 2016).

Mšice mohou přenášet i různé viry z nakažené rostliny na zdravou (Emden 2013).

3.3.7.2 Biologická ochrana

Spočívá ve vytváření podmínek pro rozvoj predátorů mšic, jako jsou slunéčka (*Coccinellidae*), hladěnky (*Anthocoridae*) a třeba larvy pestřenek (*Syrphidae*) (Greenwood & Halstead 2010). Novou možností jsou parazitické vosičky *Aphelinidae*, které parazitují pouze na mšicích (Omkar 2016).

3.3.7.3 Chemická ochrana

Proti mšicím můžeme použít přípravky podle platného seznamu registrovaných přípravků na ochranu rostlin. Dobrý účinek mají pyretroidy registrované a aplikované proti zavíječi (Zimolka et al. 2008).

Häni et al. (1993) uvádí, že podle zahraničních zkušeností, ošetření pyretroidy hubí i přirozené nepřátele mšic a může tak dojít později k jejich masovému výskytu.

3.3.8 Osenice

Osenice jsou polyfágní škůdci. Na kukuřici škodí housenky osenice ypsilonová (*Agrotis ypsilon* Hufnagel, 1766), osenice polní (*Agrotis segetum* Denis & Schiffermüller, 1775), případně osenice vykřičníková (*Agrotis exclamationis* Linnaeus, 1758) (Zimolka et al. 2008).

3.3.8.1 Popis škůdce

Housenky jsou dlouhé asi 4 cm, téměř lysé se čtyřmi páry panožek. Zbarvení mají šedohnědé, se světlejším pruhem na hřbetě. (Čača et al. 1990).

Dospělý motýl měří v rozpětí křídel 35-45 mm. Zbarvení křídel je hnědé až šedohnědá. V klidu skládají křídla ploše nad zadeček (Kazda et al. 2001).

Vajíčka kladou po 30-40 kusech na spodní stranu listů, na organické zbytky i na půdu. Vajíčka jsou velká 0,5 mm, polokulovitá, bělavá s červenou nebo hnědou kresbou (Ackermann et al. 1995).

Kukla je mumiovitá, velká asi 20 mm, se dvěma ostny na posledním článku. Tvoří většinou jednu generaci ročně, pouze v teplejších oblastech dvě generace. Přezimují housenky vyšších instarů (Kazda et al. 2001).

Housenky nižších instarů nejprve skeletují listy, po určité době se stávají světloplaché a zalézají do země (Zimolka et al. 2008). Při napadení mladých rostlin může být poškození tak velké, že překousané listy leží na zemi. Na kořenech a hlízách vykusují ploché jamky nebo otvory (Häni et al. 1993).

3.3.8.2 Monitoring

Monitoring náletu motýlů se dělá světelnými lapači. Jejich výskyt je ovlivněn lokalitou a ročníkem s víceletým kolísáním populace (Zimolka et al. 2008).

3.3.8.3 Ochrana

Hluboká orba dokáže zničit část přezimujících housenek (Kazda et al. 2001).

Vyznamní predátoři osenic jsou střevlíkovití (Carabidae), Drabčíkovití (Staphylidae) a Mravencovití (Formicidae) (Hong et al. 2011).

Chemická ochrana ve formě pyrethroidu je účinná pouze u prvních dvou instarů housenek, později již nemá význam. Housenky zálezají do půdy. Možností je i moření osiva, které částečně omezuje jejich škodlivost (Zimolka et al. 2008).

3.3.9 Sviluška chmelová

Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae* Koch, 1863) polyfágní škůdce, který škodí sáním na listech a způsobuje tak vyšší odpar vody. Krátký životní cyklus a vysoký reprodukční potenciál svilušku předurčují k vyvíjející se odolnosti vůči mnoha metodám chemické kontroly (Onstad 2013).

Mohou se rozmnožovat pohlavně, nebo arhenotokií, což je typ partenogeneze, kdy se z neoplozených vajíček líhnou samci. Mateřské samice se s nimi pak mohou pářit a tvořit nové potomky (Le Goff et al. 2010).

3.3.9.1 Popis škůdce

Dospělci jsou zelení, velcí asi 0,5 mm. Jak se délka dne zkracuje na méně než 14 hodin, roztoči docela jasně zčervenají a přezimují. Tvoří z pedipalpů jemné pavučinky na spodní straně listů, po kterých se pak pohybují anebo se na nich nechávají unášet větrem (Emden 2013).

Kladou kulovitá bílá vajíčka ve shlucích na spodní stranu listů. Čerstvě vylíhlé larvy jsou šestinohé a mají bledé, až nažloutlé zbarvení. Starší nymfy mají už čtyři páry nohou a zbarvení je žlutavě zelené s tmavými skvrnami. Jejich tělo má vejčitý tvar s krátkými končetinami (Zhang 2003).

Na kukuřici se objevují v pozdějších fázích vývoje. Na listech jsou proti světlu viditelné dírky po vpichu. Při větším napadení listy korkovatí a hnědnou, nebo předčasně zasychají (Zimolka et al. 2008).

3.3.9.2 Ochrana

Značný význam pro tlumení populační hustoty mají přirození nepřátelé (draví roztoči, některé ploštice a slunéčka) (Kazda et al. 2001).

Zimolka et al. (2008) uvádí, že správná agrohygiena a preventivní vyhýbání se plochám, kde byl v minulém roce zvýšený výskyt, je základem ochrany proti svilušce na kukuřici.

3.3.10 Třásnokřídlí (*Thysanoptera*)

Třásněnky a truběnky na jaře opouštějí zimoviště a nalétávají na obilniny, kde sají na mladých pletivech v pochvách listů, později na květech a vyvíjejících se obilkách (Kazda et al. 2001).

Na kukuřici nalétávají za vyšších teplot kolem 21 °C (Zimolka et al. 2008). Škodí hlavně třásněnka obilná a třásněnka ostnitá (O'Connor 2008).

Sáním vyvolávají larvy i dospělci stříbřité skrvnky (Greenwood & Halstead 2010). Na povrchu rostlin zanechávají i svůj trus (černé malé kapičky), na kterém se mohou rozvíjet ve značné míře plísně ze skupiny černí (*Alternaria* spp.) (Zimolka et al. 2008).

3.3.10.1 Popis škůdce

Dospělci mají černé protáhlé tělo se dvěma páry křídel. Jsou velcí asi 1-2 mm. Křídla jsou na okraji třásnitá. Tvoří pouze jednu generaci ročně (Emden 2013).

Nymfy jsou krémově žluté a nemají křídla (Greenwood & Halstead 2010).

3.3.10.2 Ochrana

Ochrana je velmi podobná jako u zavíječe kukuřičného, přirozenými nepřáteli jsou hlavně dravé ploštice. Účinnou ochrannou je také pěstování Bt kukuřice (Obrycki et al. 2001).

3.3.10.3 Chemická ochrana

Chemická ochrana je nutná v době kvetení při výskytu 20 larev, nebo dospělců třásněnek na jednu palici kukuřice (Zimolka et al. 2008).

3.4 Choroby kukuřice

V této části se pokusím popsat nejčastěji se vyskytující choroby stébla a palice kukuřice. Říha (2021) ve svém článku popisuje, že se změnou agrotechniky a zúžení osevních postupů souvisí narůstající intenzita chorob způsobených různými patogeny.

Celosvětově se ztráty způsobené chorobami kukuřice odhadují na přibližně 9,4 %. Některé choroby mohou být kontrolovány jedním postupem, jako je např. vysazením odolného hybridu.

Většina chorob však vyžaduje kombinaci různých postupů, aby byly škody udržené pod ekonomickým prahem (Solaimalai et al. 2020).

3.4.1 Virové choroby

Virové choroby přenáší hmyz s ústním ústrojím bodavě savím, nejčastěji ploštice, křísci a různé druhy mšic, proto i ochrana proti virovým chorobám spočívá v likvidaci přenašečů. (Zimolka et al. 2008).

3.4.1.1 Virus hrubé zakrslosti kukuřice (Maize rough dwarf virus-MRgDV)

Při nakažení mají rostliny zakrslý charakter. Příznakem mohou být zhrublé žilky a výrustky na spodní straně mladých listů rostliny (Šuk et al. 1998).

Hlavními přenašeči tohoto viru jsou křískové (*Loodelphax striatellus* Fallén, 1826) (Caciagli et al. 1992). Přenášejí virus perzistentním způsobem a mohou zůstat patogenní i někteří potomci nakažených samiček. Mezi další přenašeče můžeme zařadit křísy *Delphacodes propinqua* (Fieber, 1866), *Javesella pellucida* (Fabricius, 1794) a *Sogatella vibix* (Haupt, 1927). Přenos semen ani mechanický přenos nebyl zaznamenán (Zimolka et al. 2008).

Virus napadá i jiné rostliny z čeledi lipnicovité, jako jsou ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli* L.), rosička krvavá (*Digitaria sanguinalis* L.) a jílek mnohokvětý (*Lolium multiflorum* Lam.) (Zimolka et al. 2008).

3.4.1.2 Virus žluté zakrslosti ječmene (Barley yellow dwarf virus-BYDV)

Virus žluté zakrslosti ječmene postihuje širokou škálu plodin, zejména ječmen, oves, pšenici, žito a mnoho dalších (Agrios 2005). Porosty kukuřice mohou být zdrojem viru pro ozimé obilniny, vzhledem k dlouhé vegetační době kukuřice (Zimolka et al. 2008). Při poškození kukuřice se ztráty pohybují od 10 do 14 % na výnosu kukuřičných klasů (Pokorný 2006).

Mezi symptomy vyskytujícími se na kukuřici patří fialovnění nebo červenání spodní strany listů. Zejména na listech vyššího patra dochází k panašování nebo chlorozám okrajů listů (Zimolka et al. 2008).

Vektorem pro přenos viru jsou mšice střemchová (*Rhopalosiphum padi*), kyjatka osenní (*Sitobion avenae*) a kyjatka travní (*Metopolophium dirhodum*). Virus mšice přenáší perzistentním způsobem (Zimolka et al. 2008). Rostliny kukuřice jsou náchylnější k infekci v ranných stádiích vývoje, hlavně před stádiem osmi listů (18 BBCH) (Pokorný 2006).

3.4.1.3 Virus zakrslé mozaiky kukuřice (Maize dwarf mosaic virus-MDMV)

Virus se vyskytuje hlavně v jižní části Evropy, v České republice byl zaznamenán pouze okrajově (Zimolka et al. 2008).

Na mladých kukuřičných listech se nákaza projevuje tečkovanými skrvkami, nebo mozaikou a zkrácením internodií. Starší listy jsou žlutozelené s občasnými žlutočervenými pruhy. Kukuřičné klasy zůstávají malé a neúplně naplněné (Agrios 2005).

Napadení kukuřice tímto virem zvyšuje vnímavost nemocných rostlin k houbovým chorobám. Nejvíce je náchylná na napadení houbami *Giberella zea* (Petch, 1936) a *Ustilago maydis* (Corda) (Zimolka et al. 2008).

Viry infikují jiné obilniny a plevele, na kterých dokáží přezimovat (Agrios 2005).

Přenos viru semenem je ojedinělý. Nejčastěji je přenášen neperzistentním způsobem savým hmyzem, především mšicemi (Zimolka et al. 2008).

3.4.2 Bakteriální choroby

Bakteriální choroby mají velký význam v oblastech intenzivního pěstování kukuřice. Proti bakteriálním chorobám na kukuřici se lze bránit výběrem rezistentních hybridů a hubením přenašečů (Zimolka et al. 2008).

3.4.2.1 Bakteriální vadnutí kukuřice

Choroba je v České republice karanténní (Zimolka et al. 2008). Způsobuje ji bakterie *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (Mergaert, Verdonck & Kersters). Která se přenáší infikovaným osivem anebo hmyzími přenašeči, nejčastěji dřepčíkem (*Chaetocnema pulicare* Melsheimer, 1880) (Šuk et al. 1998; Agrios 2005).

Choroba se projevuje rychlejším vadnutím rostlin. Okraje listů jsou zvlněné, přičemž na listech se objevují proužky nejdříve špinavě zelené, později žluté. Pletivo na listech postupně vysychá a hnědne (Šuk et al. 1998).

Bakterie přezimuje ve střevě dřepčíka. Brouci se pak na jaře živí rostlinnými pletivy. Do vzniklých ran přenášejí bakterie, které mohou začít nové infekce (Agrios 2005).

3.4.2.2 Hniloba stébla kukuřice

Chorobu způsobují dvě bakterie, a to *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (Waldee, 1945) a *Dickeya zea* (Sabet) (Zimolka et al. 2008).

Příznaky napadení se projevují jako žloutnutí a deformace listů. Bakterie způsobují hnilobu ve stonku rostliny, která je doprovázena silným zápachem (Solaimalai et al. 2020).

3.4.2.3 Bakteriální okrouhlá skvrnitost kukuřice

Bakteriální okrouhlou skvrnitost kukuřice způsobuje bakterie *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall. Vytváří na listech tmavě zelené skvrny s hnědými okraji, které později vysychají (Surico et al. 1988).

3.4.3 Houbové choroby

Choroby houbového původu zasahují všechny části rostlin. Jejich význam je veliký, protože neškodí jen přímým ničením rostlinných částí, ale také znehodnocují produkční části díky vylučování toxinů (Zimolka et al. 2008).

3.4.3.1 Obecná snětivost kukuřice

Choroba je vysoce specializovaná, postihuje pouze pravou kukuřici setou (*Zea mays* subsp. *mays*) a její divoké formy teosinty (*Euchlaena* spp.) (Zimolka et al. 2008; Munkacsi et al. 2008). Obecnou snětivost kukuřice způsobuje stopkovýtrusná houba *Ustilago maydis* (Solaimalai et al. 2020).

3.4.3.1.1 Popis choroby

Již v červnu se objevují primární příznaky v podobě světle zelených zduřenin na různých částech rostliny. Později zduřeniny blednou a tvoří bílé velmi nápadné háčky. Když háčky dozrají, začínají prskat a uvolňují černohnědé chlamydospory hub (Kazda et al. 2001).

Spóry mají životnost až 4 roky na povrchu půdy, při zapravení do půdy se jejich aktivita sníží pouze na následující rok (Říha 2021).

Nejčastěji infekce kukuřice nastává v období dosažení fáze osmi až dvanácti listů (18-22 BBCH) (Zimolka et al. 2008). Časné výskyty uází rostlin jsou vyvolány napadením bzunkou ječnou (Häni et al. 1993). Příznivými podmínkami pro vznik infekce jsou vyšší teplota s relativně vyšší vlhkostí vzduchu. Tato situace může nastat např. v suchém létě po náhlém a vydatném dešti (Zimolka et al. 2008).

Obecná sněť kukuřičná neprodukuje žádné výrazné mykotoxiny. Z tohoto důvodu nevedí ani středně silné napadení (pod 30 % napadených rostlin) při výrobě a zkrmování siláže nebo jiných produktů z kukuřice. Dochází však ke snížení výnosu všech typů produktů (Říha 2021). Nebyly ale zaznamenány vyšší ztráty než 6 % způsobené snětí na kukuřici (Häni et al. 1993).

3.4.3.1.2 Ochrana

Při opětovném pěstování kukuřice na stejném pozemku se v následujícím roce zvyšuje možnost většího výskytu choroby. Doporučuje se nezařazovat kukuřici na jeden pozemek dříve než po třech po sobě jdoucích letech (Kazda et al. 2001).

Ke značnému snížení výskytu sněti je důležitá agrohygienu. Základem je orba, která dokáže půdu dostatečně zpracovat a zapravit posklizňové zbytky a spory sněti do půdy. Ukázalo se, že ke snížení životnosti spor pomáhá i ošetření posklizňových zbytků před zapravením kapalnými dusíkatými hnojivy nebo kejdou (Zimolka et al. 2008). Dalšími faktory, které výskyt sněti v porostu ovlivňují, je výběr odolnějších hybridů a použití specifických mořidel (Říha 2021). Vliv na závažnost onemocnění má i správná výživa. Bylo prokázáno, že aplikace fosforečných hnojiv snižuje napadení (Solaimalai et al. 2020).

3.4.3.2 Fuzariózy

Jednou z nejdůležitějších kukuřičných chorob je právě fuzarióza (Válean et al. 2017). Fuzariózy napadají různé části kukuřice. Způsobují je houby rodu *Fusarium*, které přežívají v půdě ve formě chlamydospor (Kazda et al. 2001). Objevují se ve dvou odlišných obdobích vegetačního cyklu kukuřice, a to: v době klíčivosti do stádia 3-4 listů a od kvetení do zralosti (Válean et al. 2017).

Říha (2021) ve svém článku uvádí, že nejčastěji se na kukuřici vyskytují druhy: *Fusarium subglutinans* (Wollenweber & Reinking), *F. verticillioides* (Saccardo), *F. graminearum* (Schwabe), *F. avenaceum* (Corda), *F. poae* (Peck), *F. proliferatum* (Mazsushima), *F. sambucinum* (Fucket), *F. sporotrichioides* (Sherbakov), *F. oxysporum* (Schlechtendal) a *F. culmorum* (Saccardo).

3.4.3.2.1 Padání klíčnicích rostlin

Fuzariózy mohou způsobit silnou mezerovitost porostu v důsledku snížení klíčivosti semen. V semenu je často napaden již klíček, jeho podhoubí bývá uvnitř endospermu zrna (Zimolka et al. 2008).

3.4.3.2.2 Napadení palic

Na dozrávajících nebo kvetoucích rostlinách způsobují fuzária hnilobu palic. Škodlivé je zaplísnění již od 15 kusů napadených zrn v palici (Říha 2021).

Mírně teplé a vlhké počasí v období kvetení a srážky ke konci vegetace jsou optimální pro rozvoj fuzarióz klasů kukuřice. (Říha 2021). Její výskyt může ovlivnit i výživa a zejména napadení zavíječem kukuřičným (Zimolka et al. 2008; Válean et al. 2017). Šuk et al. (1998) uvádí, že kukuřice se zvýšeným obsahem lizinu je k infekci *Fusarium* spp. náchylnější.

Obvykle zaplísnění palic kukuřice začíná od špičky a projevuje se bílým nebo světle růžovým povlakem mycelia na znu. Mycelium produkuje řadu mykotoxinu a tím znehodnocují produkt. Takto kontaminované potraviny a krmiva způsobují závažná akutní a chronická onemocnění u zvířat a lidí (Svitlica et al. 2008; Říha 2021).

3.4.3.2.3 Hniloby stonků

Růžová hniloba stébel kukuřice způsobená *Fusarium* spp. může v produkčních porostech způsobit 15 až 50 % nouzového dozrávání rostlin (Zimolka et al. 2008).

Mycelium proniklé do stébla rozkládá pletivo dřevě mezi vodivými svazky a může prorůstat všemi kolénky. Při poryvech větru může docházet k lámání rostlin z důvodu jejich oslabení (Häni et al. 1993).

3.4.3.2.4 Ochrana proti fuzariozám

Hlavní ochranou je agrotechnika a hygiena proto je přínosné dbát na dokonalé zapravení posklizňových zbytků do půdy. Vhodný je i výsev do teplé a nepřemokřené půdy (Häni et al. 1993).

Měl by být kladen důraz i na správnou výživu kukuřice, neboť při nevhodném poměru dusíku a draslíku, nebo nedostatku zinku a selenu, dochází k vyšší náchylnosti na vznik choroby (Říha 2021).

V důsledku vazby na poškození zavíječem kukuřičným a napadením *Fusarium* spp. je účelné dbát na ochranu proti tomuto škůdci (Válean et al. 2017).

Jistý vliv má i výběr odrůdy a fungicidní moření osiva (Zimolka et al. 2008).

Do růstových fází kukuřice je registrován pouze jeden chemický přípravek a čtyři biologické. Účinek biologických přípravků lze podpořit thiosíranu a dalšími organickými stimulanty. Pro podpoření účinku chemického fungicidu lze aplikovat silně zásaditá hnojiva ve dvou až třílitrových dávkách na hektar (Říha 2021).

3.4.3.3 Spála kukuřice

Onemocnění lze zaznamenat velmi často, ale jen ve velmi malé míře, není tudíž považováno za hospodářsky významné. Jeho výskyt podporuje deštivé a teplé počasí. Příznaky se objevují přibližně od konce června (Kazda et al. 2001).

Původci jsou: *Setospheria turcica* (Luttrell), *Cochliobolus heterostrophus* (Drechsler), *Cochliobolus carbonum* (Nelson). Tyto patogeny řadíme mezi vřeckovýtrusé houby (Ascomycota) (Říha 2021).

Příznaky na listech se liší podle druhu patogena.

Setospheria turcica vytváří nepravidelné, podlouhle oválné asi 3-15 cm dlouhé skvrny. Skvrny jsou zpočátku vodnatě šedozelené, později šedohnědé s úzkým tmavě zeleným lemováním (Říha 2021).

Cochliobolus heterostrophus tvoří eliptické 6-25 mm dlouhé, žlutohnědé skvrny. Skvrny mohou pokrývat celý list (Agrios 2005).

Cochliobolus carbonum způsobuje oválné, 2-2,5 mm dlouhé skvrny, které jsou zprvu papírovité s načervenalými dvůrky a později tmavě hnědé (Häni et al. 1993).

Výskyt choroby se dá částečně omezit střídáním plodin a výsevem mořeného osiva. Cílená ochrana fungicidy se neprovádí (Kazda et al. 2001).

3.4.3.4 Rzivost listů kukuřice

Rez na kukuřičných listech způsobuje patogen *Puccinia sorghi* (Schweinitz) (Häni et al. 1993). Napadení se projevuje na svrchní i spodní straně listů obvykle v období kvetení (Říha 2021). Nejprve jsou viditelné rozptýlené rezavé kupky letních urediospor, ke konci vegetace jsou patrné černé telie (Solaimalai et al. 2020).

Puccinia sorghi přezimuje ve formě teleutospor, ale pro svůj vývoj je závislá na mezihostiteli, kterým je šťavel (*Oxalis* spp.). Mezihostitele napadá na konci května a tvoří na něm ložiska jarních spor (Zimolka et al. 2008).

Základem ochrany je tedy výrazné omezení výskytu rostlin šťavelu z blízkosti porostů (cca 100 metrů). V současné době jsou registrovány dva účinné chemické fungicidy, které lze ještě posílit přidáním thiosíranové formy draslíku a stopových prvků (Říha 2021).

3.4.3.5 Antraknózová listová spála

Colletotrichum graminicola (Cesati) způsobuje antraknózovou listovou spálu. Tato houba je teplomilná, zhruba 28 °C je pro růst mycelia optimální. Intenzita výskytu choroby v posledních letech dosahuje i 90 % rostlin. Záleží na typu lokality a stupni napadení škůdci (Říha 2021). Choroba se stala velkým problémem v oblastech, kde se praktikuje dlouhodobě minimalizační zpracování půdy nebo bezorebné technologie s cílem snížení eroze půdy a zabráněním úniku vláhy (Agrios 2005).

Na listech se projevuje bělavými nebo světle hnědými skvrnkami. Skvrnky se postupně zvětšují a tvoří se na nich vláskovité sety a spory (Zimolka et al. 2008).

Zřetelnějším znakem je skvrnitost stébla, ke kterému nejčastěji dochází na začátku kvetení, ale může se vyskytovat v jakékoliv růstové fázi rostliny. Kolem kolének stébla se tvoří nejdříve odbarvené, později šedé nebo fialově červené slzovité skvrny. Ve dřeni stébla se tvoří tmavé

dutinky s myceliem. Při časném napadení dochází k předčasnému dozrávání a někdy může docházet i k lámání rostlin (Říha 2021).

Důležité je pro ochranu před antraknózou nevystavovat rostliny nadměrným stresům (rovnoměrná výživa, optimální hustota porostu, ochrana proti zavíječi a drátovcům). Jako preventivní ochrana se uvádí dobré ošetření a zapravení posklizňových zbytků (Zimolka et al. 2008). Další možností je výběr odolnějších hybridů kukuřice, nebo aplikace fungicidního přípravku, který je do kukuřice registrován (Říha 2021).

3.4.3.6 Diplodiová hniloba palic a stébel kukuřice

Chorobu způsobují dvě patogenní houby, *Stenocarpella maydis* (Sutton), která je teplomilná, a *Stenocarpella macrospora* (Sutton) chladnomilná. Většinou je choroba doprovázena bakteriální hnilobou stébla nebo palice (Říha 2021). Juroszek & Tiedemann (2013) ve svém článku vyjádřili obavu o budoucím narůstání výskytu diplodiové hniloby palic a stébel kukuřice v důsledku klimatických změn v Ontariu a zemích podobné zeměpisné šířky.

Napadení v ranných stádiích působí na rostliny tak, že jsou zakrslé a zasychají. U vzešlých rostlin napadených patogenem se vyskytuje zahnědlý hypokotyl a na listech se šíří bělavá skvrnitost. Skvrny později hnědnou a v černých kroužcích se na nich tvoří konidiová ložiska. Patogen postupně přechází n palice a proniká do obilek, které jsou jeho vlivem načernalé (Říha 2021). Mycelium hub *Stenocarpella* spp. může produkovat mykotoxiny, které jsou pro člověka a hospodářská zvířata jedovaté (Solaimalai et al. 2020).

Velmi častým přenašečem jsou housenky černopásky bavlníkové (*Helicoverpa zea*), která poškozují palice žírem (Říha 2021). V šíření konidií na okolní rostliny pomáhá i silný vítr a prudký déšť (Solaimalai et al. 2020).

Houba přezimuje na rostlinných zbytcích po sklizni kukuřice (Solaimalai et al. 2020). Bylo potvrzeno, že při bezorebném zpracování půdy (NO-till) došlo k enormnímu nárůstu diplodiové hniloby palic a stébel kukuřice, který se projevil i na výnosu. Pro prevenci proti výskytu choroby se doporučuje dokonalé zapravení posklizňových zbytků do půdy (Monneveux et al. 2006).

Říha (2021) ve svém článku uvádí, že choroba není zatím řešena chemickými ani biologickými prostředky. Předpokládá však, že vzhledem k relativně nízkým škodám, ji silně omezují všechny registrované fungicidy do kukuřičného porostu.

4 Metodika

Za pokusné stanoviště byly vybrány pokusné plochy kukuřice ve Výzkumné stanici FAPPZ Červený Újezd České zemědělské univerzity. Byly zde založeny dvě varianty pokusu napříč sedmi hybridy kukuřice. Varianta č. 1: Insekticidní ošetření porostu kukuřice. Varianta č. 2: Kontrolní varianta bez ošetření porostu.

Byla sledována početnost zavíječe kukuřičného na obou variantách pokusu.

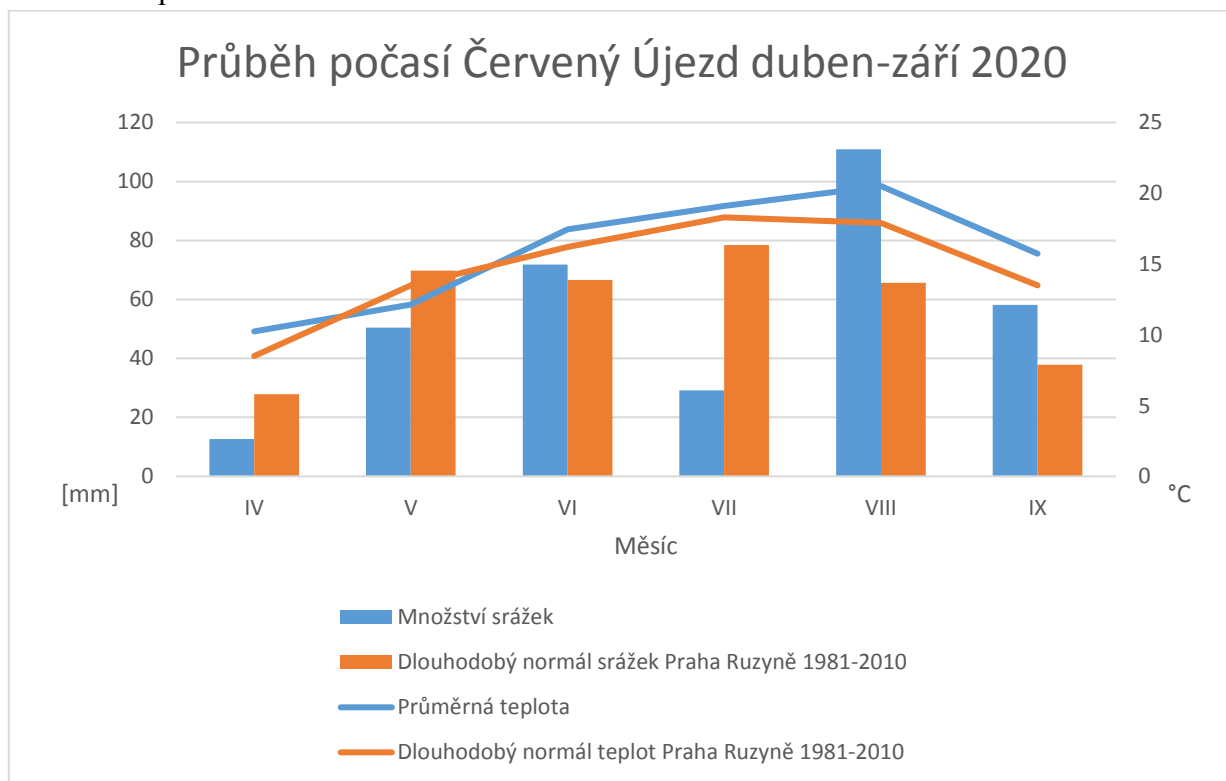
4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Výzkumná stanice FAPPZ Červený Újezd spadá pod okres Praha západ. Má nadmořskou výškou 398 m. n. m. a její plochy jsou situovány ve východní části katastru obce Červený Újezd. Pozemek má bonitovanou půdně ekologickou jednotku (BPEJ) 4.10.00 s bodovou výnosností 69 na stupnici od 6 do 100. Půdní typ je hnědozem a jedná se o hlubokou, středně produkční půdu, beze sklonu. Půda není náchylná k acidifikaci, ale ohrožení utužením je vysoké (EKatalog BPEJ 2019).

4.1.1 Klimatické podmínky

Lokalita výzkumné stanice je mírně teplá, mírně suchá, převážně s mírnou zimou.

Jak je znázorněno v grafu č. 1. vegetační období (duben-září) v roce 2020 bylo z pohledu průměrných teplot vzduchu hodnoceno jako teplé a jako normální z pohledu úhrnu srážek. V oblasti spadlo 333 mm srážek ve vegetačním období kukuřice, to je o 13 mm méně oproti dlouhodobému normálu srážek (1981-2010) z meteorologické stanice Praha-Ruzyně. Průměrná teplota vzduchu se pohybovala okolo 16 °C, což je o stupeň více, než je dlouhodobý normál průměrných teplot vzduchu (1981-2010) z uvedené meteorologické stanice. Nejteplejším měsícem a zároveň nejbohatším na srážky byl srpen, kdy průměrná teplota vzduchu za tento měsíc činila 20,5 °C, a celkový úhrn srážek činil 110,9 mm. Hodnotíme jej tedy jako mimořádně teplý a vlhký. Naopak nejsušší měsíc byl červenec, kdy spadlo pouze 29,2 mm srážek, hodnotíme jej jako mimořádně suchý a teplotně normální. Ostatní měsíce hodnotíme takto: duben-teplý a suchý, květen-normální teplotně i srážkově, červen-teplý a srážkově normální, září-silně teplé a vlhké.



Graf 1: Průběh počasí na pokusné lokalitě (vlastní zpracování) zdroj: (Meteorologická stanice Červený Újezd)

4.2 Agrotechnika pokusu

Kukuřice byla vyseta dne 22. 4. 2020 klasickou technologií rozteče řádků 75 cm. Hustota výsevu činila 90 000 rostlin na 1 ha. Den před setím se aplikovalo hnojivo NPK na široko dávkou 1 t.ha⁻¹. O měsíc později následovalo přihnojení dusíkatým hnojivem s obsahem síry DASA ve fázi 2.-3. listů kukuřice dne 27. 5. 2020 v dávce 115 kg.ha⁻¹.

K herbicidnímu ošetření došlo plošně preemergentně dne 27.4. 2020 přípravkem Lumax dávkou 3,5 l.ha⁻¹. Později dne 18.5. 2020 byly pouze bodově proti pcháči rolnímu (*Cirsium arvense* L.) a pýru plazivému (*Elytrigia repens* L.) aplikovány přípravky Lontrel (0,4 l.ha⁻¹) a Titus (60 g.ha⁻¹) + smáčedlo Trend 0,1 %.

K insekticidnímu ošetření varianty č. 1 došlo 10. srpna 2020 v dopoledních hodinách. V růstové fázi 73 BBCH byl aplikován insekticidní přípravek Coragen 20 SC ve 200 l vody na 1 ha. V průběhu odpoledne teplota vystoupala přes 30 °C a k večeru přišla bouřka, kdy spadlo 3,2 mm srážek.

4.2.1 Popis sledovaných hybridů kukuřice

SY Glorius-Je dvouliniový hybrid pocházející z německého šlechtění s FAO 260. Vykazuje dobrou odolnost vůči suchu se stabilitou velkého výnosu.

SY Campona-Jedná se o dvouliniový hybrid kukuřice od firmy syngenta s číslem FAO 280. Hybrid má vysoký výnos hmoty a velmi dobrou stravitelnost vlákniny.

SY Amfora-Hybrid se vyznačuje velmi dobrým počátečním růstem i v chladnějších podmínkách. Je charakteristický pro svůj velmi vysoký obsah škrobu nad 35 %. Jeho číslo FAO je 260.

SY Impulse-Typ zrna u sledovaného hybridu je koňský zub. Je ze skupiny hybridů z genetiky Artesian s číslem FAO 260-270 a vykazuje velmi vysokou odolnost proti suchu.

SY Torino-Hybrid pochází z maďarského šlechtění. Má mohutný velký klas s typem zrna koňský zub. Jeho číslo ranosti FAO je 280 (Syngenta).

Walterinio-Jedná se o dvouliniový hybrid s číslem FAO 280. Vykazuje jedinečnou odolnost vůči suchu a stresu. Má velmi dobré parametry obsahu škrobu (36 %) při sušině siláže 33 %. Je vhodný i do velmi těžkých půd (KWS).

P8888-Číslo ranosti FAO hybridu je 290, tedy nejvyšší ze sledovaných hybridů. Typ zrna je koňský zub. Snáší dobře suchu a chladné, těžké půdy (Sortiment hybridů kukuřice).

4.2.2 Popis použitého přípravku

Coragen 20 SC je kontaktní a požerový insekticid určený k ochraně proti zavíječi kukuřičnému a dalším škůdcům. Obsahuje účinnou látku chlorantraniliprole ze skupiny diamidů. Látka způsobuje blokadu svalové funkčnosti hmyzího škůdce, vede k bezprostřednímu zastavení příjmu potravy a následnému úhynu. Je určen k aplikaci především na larvy, které právě opouštějí vajíčko, nebo jsou již vylíhlé.

Udává se, že je přípravek účinný i za vyšších teplot, vyznačuje se dobrou UV stabilitou a vysokou odolností vůči dešťovým srážkám dvě hodiny po aplikaci.

Přípravek se aplikuje podle signalizace napadení v době od počátku kladení vajíček do začátku líhnutí v růstových fázích 14-55 BBCH a 73-87 BBCH (FMC Agro Česká republika).

4.3 Metodika sledování výskytu škůdce.

Monitoring zavíječe kukuřičného se prováděl dle metodiky Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ÚKZÚZ 2021). Hodnocení parcelk na napadení rostlin kukuřice zavíječem kukuřičným proběhlo v růstové fázi 89 BBCH (plná zralost kukuřice). Kontrolovalo se vždy 30 rostlin na jednotlivých parcelkách. Hodnotili se rostliny s jakýmkoliv poškozením larvami zavíječe. Poté se stanovilo procento napadení a k tomu odpovídající stupeň napadení, dle tříd v tabulce č. 1.

Třída výskytu	Stupeň napadení %
bez výskytu	0
slabý výskyt	méně než 20
střední výskyt	21-30
silný výskyt	více než 30

Tabulka 1: Zařazení do tříd výskytu dle stupně napadení zavíječem kukuřičným zdroj: (ÚKZÚZ 2021)

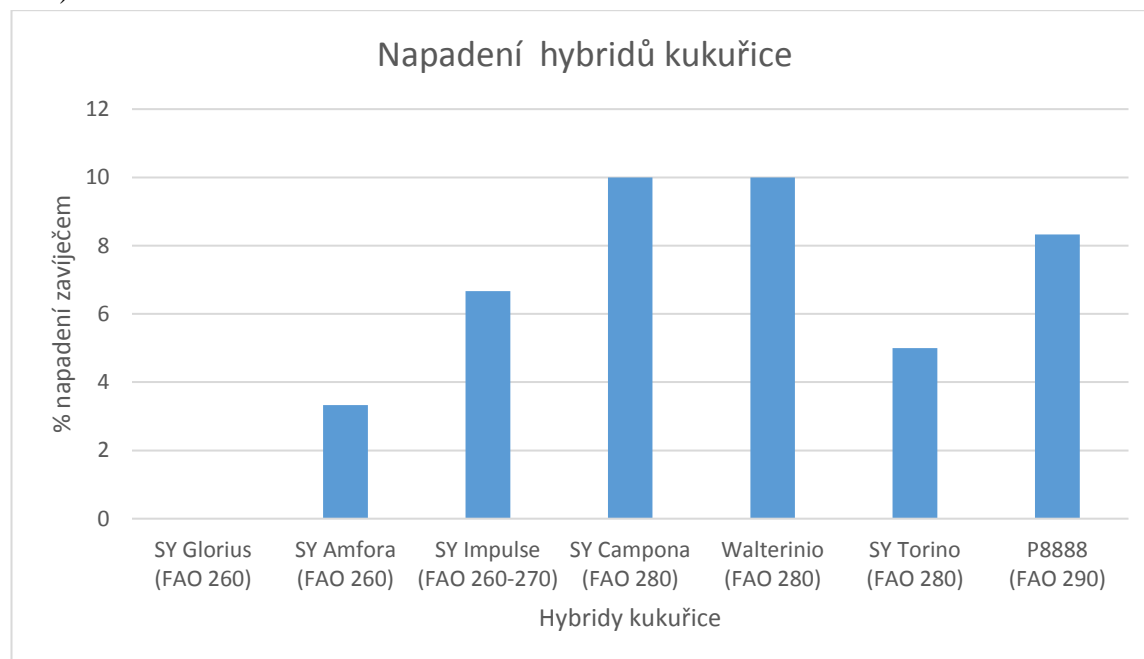
5 Výsledky

V roce 2020 Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský sledoval 104 porostů kukuřice napříč Českou republikou. Výskyt zavíječe byl potvrzen v 64 případech v rámci sledovaných porostů. Z toho byl silný výskyt pozorován ve čtyřech případech, střední výskyt ve dvou případech a nejčastější slabý výskyt v 58 případech (ÚKZÚZ 2021).

V pokusu byla sledována početnost napadených rostlin zavíječem kukuřičným na jednotlivých hybridech kukuřice. Dále pak na ošetřené variantě pokusu a kontrole. Hodnocení proběhlo dne 7. září 2020, týden před sklizní. Hodnotilo se dle popisované metodiky.

5.1 Napadení zavíječem kukuřičným na jednotlivých hybridech kukuřice

Nejprve proběhlo hodnocení napříč jednotlivými hybridy kukuřice. Kontrolovali se parcelky s hybridy SY Glorius, SY Amfora, SY Impulse, SY Campona, Walterinio, SY Torino a P8888. Jednotlivé hybridy jsou řazeny do kategorie středně raných hybridů dle čísla ranosti FAO (260-290).

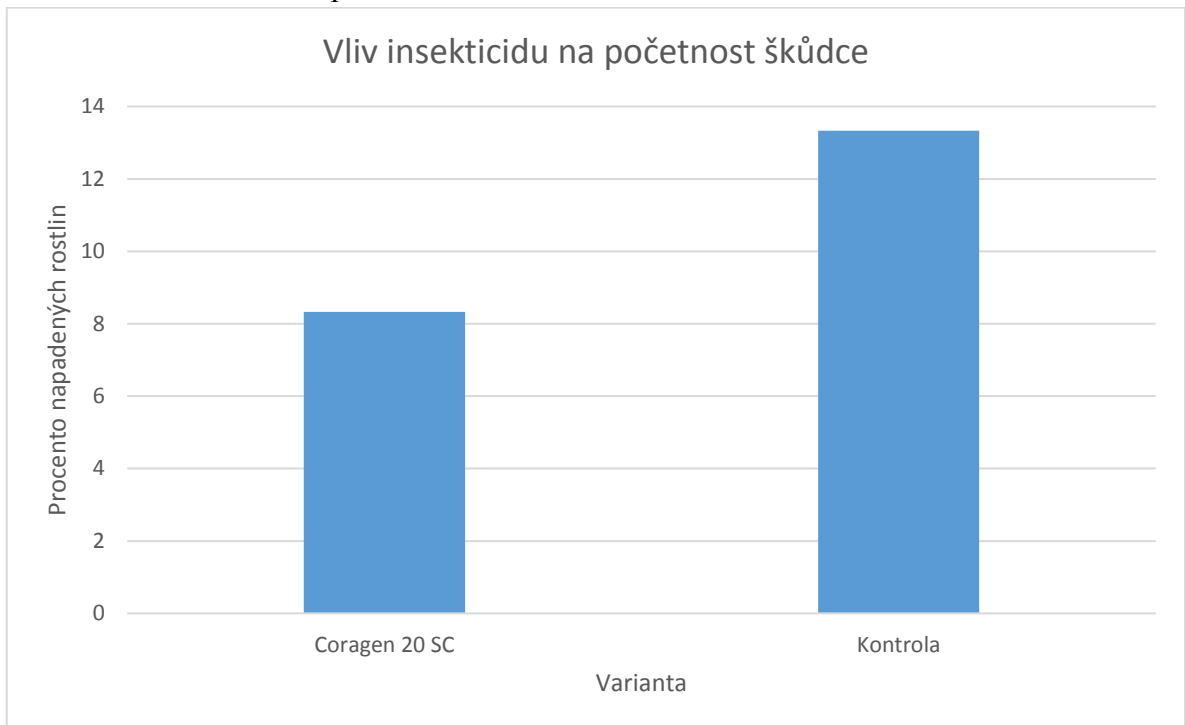


Graf 2: Napadení hybridů kukuřice

Z grafu č. 2 je patrné, že nejvíce byly napadeny hybridy SY Campona a Walterinio. Naopak SY Glorius nebyl napaden vůbec a hodnotíme ho dle tabulky č. 1. jako bez výskytu. Ostatní hybridy vykazovaly slabý výskyt zavíječe kukuřičného.

5.2 Vliv insekticidu na početnost zavíječe kukuřičného

Dalším cílem bylo hodnocení vlivu aplikace insekticidu Coragen 20 SC na výskyt zavíječe kukuřičného. Hodnocení proběhlo na ošetřené variantě kukuřice a na neošetřené kontrole.



Graf 3: Vliv insekticidu na početnost zavíječe kukuřičného

Na grafu č. 3 je znázorněno, že kontrolní varianta vykazovala 13,33% výskyt zavíječe kukuřičného. U ošetřené varianty insekticidem Coragen 20 SC byl zaznamenán výskyt v 8,33 % případů. Dle tabulky č. 1. obě varianty řadíme do třídy slabý výskyt škůdce.

6 Diskuze

Ochrana vůči zavíječi kukuřičnému je obtížná z důvodu složitého určení termínu aplikace ochranných přípravků. Nálety motýlů probíhají ve vlnách a začínají od května do konce srpna (Zimolka et al. 2008).

Jak je patrné z grafu č. 1 (Průběh počasí Červený Újezd (duben- září) 2020) měsíc červenec byl mimořádně suchý. Šuk et al. (1998) ve své knize uvádí, že k embryonálnímu vývoji zavíječe dochází při vysoké vzdušné vlhkosti a teplotách 18-30 °C.

Počasí v srpnu bylo teplé a vlhké, tedy příznivé pro líhnutí larev zavíječe, proto byl aplikován insekticidní přípravek Coragen 20 SC dne 10. srpna 2020.

6.1 Napadení zavíječem kukuřičným na jednotlivých hybridech

Na výše uvedeném grafu č. 2 byl sledován výskyt zavíječe kukuřičného na jednotlivých hybridech kukuřice. Jako jediný ze sledovaných hybridů byl hybrid SY Glorius s číslem FAO 260 bez výskytu zavíječe. Nejvyšší (10%) napadení bylo pozorováno u hybridů SY Campona a Walterinio. Oba hybridy mají číslo ranosti FAO 280, tedy druhé nejvyšší ze sledovaných hybridů. Vyšší číslo FAO 290 má pouze hybrid P8888, který vykazoval (8,33 %) třetí nejvyšší napadení. Byl zde pozorovatelný trend stoupajícího růstu napadení ovlivněný raností hybridu. Tento trend by mohl být vyvolaný delší vegetační dobou hybridů s vyšším FAO a tím delší dobou krmení housenek zavíječe.

Oproti tomu Raspudić et al. (2009) ve své dvouleté studii, která probíhala v Chorvatsku v letech 2007 a 2008, sledovala náchylnost kukuřičných hybridů na napadení zavíječem kukuřičným. Hodnotila délku chodbiček vytvořených zavíječem ve stéblech kukuřice, spolu s počtem larev na rostlině. Studie sledovala větší rozpětí raností hybridů (FAO 400-700), než u výše uskutečněného pozorování. Výsledky ukázaly, že napadení mezi hybridy bylo různě velké od 0,98 larev na rostlinu až po 2,16 larev na rostlinu a výskyt závisící na ranosti hybridu se neprokázal. Nejvyšší napadení vykazovaly hybridy s číslem ranosti FAO 590 a nejnižší napadení zaznamenaly hybridy s číslem ranosti FAO 400 a 600.

Zimolka et al. (2008) uvádí, že zejména v maloparcelkových pokusech je pozorovatelná přirozená odolnost způsobená fyziologickými a mechanickými vlastnostmi odrůdy kukuřice. Výsledný trend pokusu nemusel být přímo závislý na ranosti hybridu.

6.2 Vliv insekticidu na početnost zavíječe kukuřičného

Chemické insekticidy obvykle zajišťují kontrolu od 60-95 % larev, pokud jsou však správně načasovány (Witkowski et al. 1997).

Na výše uvedeném grafu č. 3 byl sledován vliv insekticidu na početnost zavíječe kukuřičného. Výskyt byl hodnocen jako slabý na obou variantách. Varianta bez ošetření vykazovala napadení 13,33 % a ošetřená varianta byla napadena 8,33 %. Z výsledků lze také vyčíst, že insekticidní ošetření zabralo pouze na 37,5 % larev zavíječe kukuřičného. Domnívám se, že insekticidní přípravek Coragen 20 SC s největší pravděpodobností nebyl aplikován ve vhodném termínu. Některé larvy mohly již být zavrtané v palicích nebo v latách rostliny, kam se přípravek nedostal.

Larvy prvního instaru ožirají listy nebo prašníky květů. Housenky po druhém svlékání již pronikají do stébel nebo palic kukuřice (Häni et al. 1993). Předpokládám, že časnější aplikace mohla zasáhnout větší skupinu larev a tím docílit většího snížení napadení.

Kazda et al. (2001) doporučuje aplikaci insekticidních přípravků v době maximálního letu dospělců. Dále uvádí, že termín bývá velmi proměnlivý během sezóny i mezi jednotlivými lety. Při Blandiniho et al. (2010) pokusech aplikace insekticidu 10 dní před a 10 dní po termínu nejvyššího náletu imag vykazovala účinnost 36 %. To je podobný výsledek jakého jsme dosáhli v našem pokusu. V jeho studii však používal insekticid na bázi pyretroidu.

Vargová (2021) ve svém rozhovoru s doc. Janem Kazdou uvádí, že pyretroidy účinkují spíše za nižších teplot. Účinek ve zmiňované studii tím mohl být mírně zkreslený.

Přípravek Coragen 20 SC je účinný i za vyšších teplot a má dobrou UV stabilitu (FMC Agro Česká republika).

Z pokusu vyplývá domněnka že, insekticid Coragen 20 SC mohl účinkovat lépe než zmiňovaný insekticid na bázi pyretroidu.

Pro lepší prokazatelnost výsledků účinku se měla aplikace ochranného přípravku aplikovat na jednotlivých parcelách s určitým časovým odstupem, např. 10 dní. Výsledky by tak mohly lépe reflektovat vliv termínu aplikace na výskyt zavíječe. Z pokusu můžeme pouze říci, že aplikace 10. srpna. 2020 insekticidního ošetření přípravkem Coragen 20 SC způsobilo snížení napadení o 37,5 % vzhledem ke kontrole.

7 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo v teoretické rovině popsat nejdůležitější choroby a škůdce kukuřice. Dále pak zhodnotit moderní možnosti ochrany kukuřice ve vztahu k předpokládaným změnám klimatu. Dalším cílem bylo vyhodnotit účinek vlivu insekticidu na početnost zavíječe kukuřičného.

- V bakalářské práci jsou shrnuty nejvýznamnější choroby a škůdci kukuřice. Bylo potvrzeno, že nejvýznamnějším škůdcem je zavíječ kukuřičný, který způsobuje významné škody v porostech kukuřice. Jeho výskyt je ovlivněn v závislosti na průběhu klimatických podmínek daného roku.
- Rok 2020 byl slabší z pohledu výskytu zavíječe kukuřičného, jak ukazují výsledky z monitoringu zavíječe kukuřičného ÚKZÚZ v České republice. V pokusu byl zkoumán výskyt napadení na jednotlivých hybridech kukuřice. Ukázalo se, že sledované hybridy vykazovaly slabý výskyt zavíječe kromě nejranějšího z hybridů, který byl bez výskytu.
- Dalším cílem bylo zhodnotit vliv insekticidního přípravku Coragen 20 SC na výskyt zavíječe kukuřičného. Insekticidní přípravek aplikovaný 10. srpna 2020 vykazoval účinnost 37,5 % oproti kontrolní variantě. Pro lepší relevantnost výsledků by bylo přínosnější aplikovat přípravek na jednotlivých parcelkách s určitým časovým odstupem, např. 10 dní. Výsledky by tak mohly reflektovat i vliv termínu aplikace na výskyt zavíječe.
- Chemické přípravky na ochranu rostlin postupně ubývají z trhu a čím dál větší pozornost je věnována biologickým přípravkům na ochranu rostlin, odolnějším hybridům, nebo přirozeným nepřítelům škůdců a patogenů tzv. bioagens. Některé zemědělské podniky v současné době aplikují proti zavíječi parazitické vosičky rodu *Trichogramma*. Pár dodavatelů biologických prostředků nabízí zemědělcům kompletní služby, kdy dodavatel zajišťuje signalizaci nejvyššího náletu a aplikaci parazitických vosiček vlastní technikou. Zemědělec tak může své síly a čas soustředit na jiné činnosti, což je v době léta velmi ceněné.

8 Literatura

ACKERMANN, P., M. BAGAR, J. KRIŠTOF, M. MAKEŠ, M. NAVRÁTILOVÁ, K. RÁČIL, H. TICHÁ a E. VAŇUROVÁ, 1995. *Metodiky ochrany rostlin pro zahrádkáře a zahradníky*. 2. přeprac. a upr. vyd. Praha: Květ. ISBN 80-853-6218-X.

AGRIOS, G., 2005. *Plant Pathology* [online]. 5th Edition. Amsterdam: Elsevier [cit. 2021-03-20]. ISBN 9780080473789.

ALFORD, D. V., 2012. *Pests of Ornamental Trees, Shrubs and Flowers* [online]. Second edition. Amsterdam: Elsevier Science & Technology [cit. 2021-02-08]. ISBN 9780124017061. Dostupné z: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=1021701>.

BAGAR, M., 2021. Bude nás trápit druhá generace zavíječe? *Zemědělec*. **XXIX**(11/2021), 23.

BALOGH, P., M. NÁDASY, L. MILEVOJ a L. MÁRTON, 2005. LARVAL FEEDING OF THE WESTERN CORN ROOTWORM (*DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA* LECONTE) ON ROOTS OF SEVERAL WEEDS AND ITS EFFECT ON CROP ROTATION. *Cereal Research Communications* [online]. **33**(1), 419–421 [cit. 2020-12-26]. Dostupné z: www.jstor.org/stable/23787705

BLANDINO, M., M.A. SALADINI, A. ALMA a A. REYNERI, 2010. Pyrethroid Application Timing to Control European Corn Borer (Lepidoptera: Crambidae) and Minimize Fumonisin Contamination in Maize Kernels. *Cereal Research Communications* [online]. **38**(1), 75-82 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/23790382>

BRINDLEY, T. A., 1955. The European Corn Borer As A Farm Problem. *Journal of ASFMRA* [online]. **19**(2), 6-10 [cit. 2020-11-08]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/43757511>

CACIAGLI, P., L. GUGLIELMONE, C. FERRERO a P. M. MIGLIORE, 1992. TESTING MAIZE HYBRIDS FOR SUSCEPTIBILITY TO MAIZE ROUGH DWARF REOVIRUS BY EXPERIMENTAL INOCULATION WITH THE VECTOR LAODELPHAX STRIATELLUS. *Rivista di Patologia Vegetale* [online]. **2**(1), 15-21 [cit. 2021-03-19]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/42568063>

CARRASCO, L. R., J. D. MUMFORD, A. MACLEOD, T. HARWOOD, G. GRABENWEGER, A. W. LEACH, J. D. KNIGHT a R. H. A. BAKER, 2010. Unveiling human-assisted dispersal mechanisms in invasive alien insects: Integration of spatial stochastic simulation and phenology models. *Ecological Modelling* [online]. **221**(17), 2068-2075 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.05.012>

ČAČA, Z., J. DUŠEK, K. ŘÍMOVSKÝ a J. SVÍTIL, 1990. *Ochrana polních a zahradních plodin*. 2. přepracované vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. ISBN 80-209-0171-X.

DENT, D., 2000. *Insect pest management*. [online]. 2nd edition. London: University press Cambridge [cit. 2020-11-08]. ISBN 9780851993409. Dostupné z: doi:10.1079/9780851993409.0000

DÓKA, L. F. a P. PEPÓ, 2009. Yield and Water Balance of Maize Grown in Rotation on Chernozem Soil. *Cereal Research Communications* [online]. **37**(4), 611-621 [cit. 2021-04-01]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/23790006>

DOWSWELL, Ch. R., R. L. PALIWAL a R. P. CANTRELL, 1996. *Maize in the Third World* [online]. Abington: Routledge [cit. 2021-03-11]. ISBN 9780429042171. Dostupné z: <https://doi.org/infozdroje.czu.cz/10.1201/9780429042171>

EMDEN, H. F., 2013. *Handbook of Agricultural Entomology* [online]. 1. New Jersey: John Wiley & Sons, Incorporated [cit. 2021-02-06]. ISBN 9781118469590. Dostupné z: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=1120665>. Created from czup on 2021-02-06

GREENWOOD, P. a A. HALSTEAD, 2010. *Škůdci a choroby v zahradě: [kompletní průvodce prevencí a léčbou]*. Praha: Knižní klub. Universum (Knižní klub). ISBN 978-80-242-2702-3.

HÄNI, F. J., G. POPOW, H. REINHARD, A. SCHWARZ, K. TANNER a M. VORLET, 1993. *Obrazový atlas chorob a škůdců polních plodin: Příručka ochrany rostlin v integrované produkci*. 3. vyd. Praha: Scientia. ISBN 80-858-2712-3.

HARTWIG, N. L. a H. U. AMMON, 2002. Cover Crops and Living Mulches. *Cambridge University Press on behalf of the Weed Science Society of America: Weed Science* [online]. **50**(6), 688-699 [cit. 2021-02-04]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/4046641>

HEZKÝ, P., 2021. Za úspěch kukuřice může i evoluce. *Zemědělec*. **XXIX**(12/2021), 27-28.

HILTPOLD, I., B. E. HIBBARD, B. W. FRENCH a T. C. J. TURLINGS, 2012. Capsules containing entomopathogenic nematodes as a Trojan horse approach to control the western corn rootworm. *Plant and Soil* [online]. **358**(1/2), 11-25 [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/24370215>

HONG, S. Ch., D. W. HELD a R. Ch. WILLIAMSON, 2011. GENERALIST PREDATORS AND PREDATION OF BLACK CUTWORM AGROTIS IPSILON LARVAE IN CLOSE MOWN CREEPING BENTGRASS. *Florida Entomological Society* [online]. **94**(3), 714-715 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/41336464>

HURŇÁK, A., L. BAŘINKA, D. MÍŠA a V. ZACHA, 1986. *Ochrana rostlin*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

CHVÁTALOVÁ, V., 2020. CZECH FARMERS' EXPERIENCE WITH BT MAIZE: FULFILMENT, AND THE OPPOSITE, OF MONSANTO'S PROMISES. *ACTA UNIVERSITATIS AGRICULTURAE ET SILVICULTURAE MENDELIANAE BRUNENSIS* [online]. **68**(1), 25-38 [cit. 2020-11-29]. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.11118/actaun202068010025](https://doi.org/10.11118/actaun202068010025)

IVEZIC, M., J. J. TOLLEFSON, E. RASPUDIC, I. BRKIC, M. BRMEZ a B. E. HIBBARD, 2006. Evaluation of corn hybrids for tolerance to corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) larval feeding. *Cereal Research Communications*. Akadémiai Kiadó, **34**(2/3), 1101-1107. Dostupné z: [doi:10.1556/CRCom.34.2006.0025](https://doi.org/10.1556/CRCom.34.2006.0025)

JUROSZEK, P. a A. TIEDEMANN, 2013. Climatic changes and the potential future importance of maize diseases: a short review. *Journal of Plant Diseases and Protection*, [online]. **120**(2), 49-56 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/43229248>

KAZDA, J., Z. JINDRA, J. KABÍČEK, E. PROKINOVÁ, P. RYŠÁNEK a V. STEJSKAL, 2001. *Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny*. Druhé doplněné vydání. Praha: FARMÁŘ-ZEMĚDĚLEC. ISBN 80-902413-3-6.

KESZTHELYI, S., 2005. Immigration of western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) adults into first year corn in Somogy county 2004. *Cereal Research Communications*. **33**(4), 747-754. Dostupné z: doi:<https://www.jstor.org/stable/23788189>

KESZTHELYI, S., T. SZABÓ, P. KURUCSAI, M. NÁDASY a Z. MARCZALI, 2007. DAMAGE DETERMINATION OF WESTERN CORN ROOTWORM (*Diabrotica virgifera virgifera* LECONTE) IN SOIL DISINFECTED, CONTINUOUS CORN. *Cereal Research Communications: PROCEEDINGS OF THE VI. ALPSADRIA SCIENTIFIC WORKSHOP*. Obervellach: Akadémiai Kiadó, **35**(2), 593-596. Dostupné z: doi:10.1556/CRC.35.2007.2.107

KOVARNÍK, J., 2012. Živá archeologie: Pěstování obilovin v pravěku. *Živá archeologie* [online]. březen 21, 2019, **14**, 96-101 [cit. 2020-09-10]. Dostupné z: <https://uni.uhk.cz/zivaarcheologie/index.php/ziva/article/view/83/78>

KUHLMANN, U. a W. A. C. M. VAN DER BURGT, 1998. Possibilities for biological control of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte, in Central Europe. *Biocontrol News and Information* [online]. **19**(2), 59N-68N [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <http://www.resogm.org/IMG/pdf/diabrotica.pdf>

LE GOFF, G. J., A. MAILLEUX, C. DETRAIN, J. DENEUBOURG, G. CLOTUCHE a T. HANCE, 2010. Group effect on fertility, survival and silk production in the web spinner *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) during colony foundation. *Behaviour* [online]. **147**(9), 1169-1184 [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/20799538>

MAGG, T., A. E. MELCHINGER, D. KLEIN a M. BOHN, 2001. Comparison of Bt maize hybrids with their non-transgenic counterparts and commercial varieties for resistance to European corn borer and for agronomic traits. *Plant breeding* [online]. **120**(5), 397-403 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0523.2001.00621.x>

MAREDIA, K.M., D. DAKOUO a D. MOTA-SANCHEZ, 2003. *Integrated Pest Management in the Global Arena*. Cambridge: CABI Publishing. ISBN 9780851996523. Dostupné z: doi:10.1079/9780851996523.0000

MEINKE, L. J., T. W. SAPPINGTON, D. W. ONSTAD, et al., 2009. Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) population dynamics. *Agricultural and Forest Entomology* [online]. **11**(1), 29-46 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1461-9563.2008.00419.x>

MONNEVEUX, P., E. QUILLÉROU, C. SANCHEZ a J. LOPEZ-CESATI, 2006. Effect of zero tillage and residues conservation on continuous maize cropping in a subtropical environment (Mexico). *Plant and Soil* [online]. **279**(1/2), 95-105 [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/24125270>

MUNKACSI, A. B., S. STOXEN a G. MAY, 2008. Ustilago maydis populations tracked maize through domestication and cultivation in the Americas. *Proceedings: Biological Sciences* [online]. **275**(1638), 1037-1046 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/25249614>

MUNKVOLD, G. P. a A. E. DESJARDINS, 1997. Fumonisin in Maize: Can We Reduce Their Occurrence? *Plant disease* [online]. The American Phytopathological Society, **81**(6), 556-565 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1094/PDIS.1997.81.6.556>

NÁDASY, M., F. SIMON, Z. MARCZALI a E. NÁDASY, 2008. EFFECT OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES ON LARVAE OF SCARABS AND WESTERN CORN ROOTWORM, DIABROTICA VIRGIFERA VIRGIFERA LECONTE. *Cereal Research Communications* [online]. **36**, 851-854 [cit. 2021-01-21]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/10.2307/90002838>

NEUENSCHWANDER, P., C. BORGEMEISTER a J. LANGEWALD, ed., 2003. *Biological Control in IPM Systems in Africa* [online]. Wallingford: CABI [cit. 2021-02-12]. ISBN 9781845933388. Dostupné z: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=295049>.

NIU, X., A. KASSA, X. HU, et al., 2017. Control of Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*) Reproduction through PlantMediated RNA Interference. *Nature: Scientific reports*. **7**, 12591. Dostupné z: doi:DOI:10.1038/s41598-017-12638-3

OBRYCKI, J. J., J. E. LOSEY, O. R. TAYLOR a L. C. H. JESSE, 2001. Transgenic Insecticidal Corn: Beyond Insecticidal Toxicity to Ecological Complexity Analysis of transgenic insecticidal corn developed for lepidopteran pests reveals that the potential benefits of crop genetic engineering for insect pest management may not outweigh the potential ecological and economic risks. *Oxford University Press on behalf of the American Institute of Biological Sciences* [online]. **51**(5), 353-361 [cit. 2021-02-18]. Dostupné z: [https://www.jstor.org/stable/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0353:ticbit\]2.0.co;2](https://www.jstor.org/stable/10.1641/0006-3568(2001)051[0353:ticbit]2.0.co;2)

O'CONNOR, J. P., 2008. A review of the Irish thrips (Thysanoptera). *The Irish Naturalists' Journal* [online]. **29**, 20-24 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/20764415>

OMKAR, ed., 2016. *ECOFRIENDLY PEST MANAGEMENT FOR FOOD SECURITY* [online]. Lucknow, India: Academic Press is an imprint of Elsevier [cit. 2021-02-04]. ISBN 978-0-12-803265-7. Dostupné z: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=4403246>.

ONSTAD, D. W., ed., 2013. *Insect Resistance Management: Biology, Economics, and Prediction* [online]. 2nd edition. Amsterdam: Elsevier Science & Technology [cit. 2021-02-13]. ISBN 9780123972330. Dostupné z: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=1466995>.

PANČÍKOVÁ, J., 2021. Meziplodiny a pěstování kukuřice. *Zemědělec*. **XXIX**(8/2021), 32.

- POKORNÝ, R., 2006. OCCURRENCE OF VIRUSES OF THE FAMILY LUTEOVIRIDAE ON MAIZE AND SOME ANNUAL WEED GRASSES IN THE CZECH REPUBLIC. *Cereal Research Communications* [online]. **34**(2/3), 1087-1092 [cit. 2021-03-20]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/23789319>
- PRZYBYŁOWICZ, L., M. PNIAK a A. TOFILSK, 2015. Semiautomated Identification of European Corn Borer (Lepidoptera: Crambidae). *Journal of Economic Entomology Advance Access* [online]. 1–5 [cit. 2020-11-29]. Dostupné z: doi:doi: 10.1093/jee/tov300
- RABINOWITCH, H. D. a L. CURRAH, 2002. *Allium Crop Science: Recent Advances* [online]. Wallingford: CABI [cit. 2021-02-08]. ISBN 9781845933180. Dostupné z: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=293846>.
- RASPUDIĆ, E., M. IVEZIĆ, M. BRMEŽ a I. MAJIĆ, 2009. SUSCEPTIBILITY OF CROATIAN MAIZE HYBRIDS TO EUROPEAN CORN BORER. *Cereal Research Communications* [online]. **37**, 177-180 [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/10.2307/90003389>
- ŘÍHA, K., 2021. Nejškodlivější choroby stébla, palice a listů kukuřice: Choroby, které se vyplatí sanovat biologicky i chemicky. *AgroImpulsy: Zpravodaj pro pěstitelé obilnin, olejnin, kukuřice a cukrové řepy*. [online]. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: https://www.agrokop.com/wp-content/uploads/2021/03/VPAGRO_AgroImpulsy- brezen_2021.pdf
- SOLAIMALAI, A., P. ANANTHARAJU, S. IRULANDI a M. THERADIMANI, 2020. *Maize Crop: Improvement, Production, Protection and Post Harvest Technology* [online]. Oxfordshire: Taylor & Francis Group [cit. 2021-03-03]. ISBN 9781000176957. Dostupné z: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=6193931>.
- SURICO, G., P. LAVERMICOCCA a A. MINAFRA, 1988. Moltiplicazione di *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* nei tessuti di mais, in relazione alla produzione di siringomicina e siringotossina. *Phytopathologia Mediterranea* [online]. **27**(2), 62-68 [cit. 2021-03-21]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/42684899>
- SVITLICA, B., J. COSIC, B. SIMIC, D. JURKOVIC, K. VRANDECIC, B. PURAR a T. TELIC, 2008. PATHOGENICITY OF FUSARIUM SPECIES TO MAIZE EARS. *Cereal Research Communications* [online]. **36**, 543-544 [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/10.2307/90003283>
- ŠUK, J., J. BALÍK, P. JAKOBE, V. JAMBOR, V. KOHOUT, R. LOUČKA, V. TÁBORSKÝ a J. VRZAL, 1998. *Kukuřice*. Kněževes: VP AGRO. ISBN 80-86153-99-1.
- TAKÁCS, J., M. NÁDASY, S. TRDAN a J. KUTAS, 2005. CONTROLLING THE WESTERN CORN ROOTWORM WITH THE HELP OF CELLULOSE PEARLS. *Cereal Research Communications*. Portoroz: Akadémiai Kiadó, **33**(1), 423-425. Dostupné z: doi:193.84.47.235
- TRNKA, M., F. MUŠKA, D. SEMERÁDOVÁ, M. DUBROVSKÝ, E. KOČMÁNKOVÁ a Z. ŽALUD, 2007. European Corn Borer life stage model: Regional estimates of pest development and spatial distribution under present and future climate. *Ecological modelling* [online]. **207**(2-4), 61-84 [cit. 2021-02-21]. Dostupné z: doi:10.1016/j.ecolmodel.2007.04.014

VÁLEAN, A., F. MUREȘANU, A. TĂRĂU, L. SUCIU, L. SOPTERAN a I. OLTEAN, 2017. Research on the Relationship Between the Degree of European Corn Borer (*Ostrinia Nubilalis* Hbn.) Attack and Maize Fusariosis (*Fusarium* spp.) at ARDS Turda. *Agricultural Research-Development Station Turda* [online]. **74**(1), 58-64 [cit. 2021-02-21]. ISSN 1843-5386. Dostupné z: doi:10.15835/buasvmcn-agr: 12659

VARGOVÁ, H., 2021. Do polí i na zahrádku. *Zemědělec*. **XXIX**(15/2021), 25.

WAKIL, W., G. E. BRUST a T. PERRING, ed., 2017. *Sustainable Management of Arthropod Pests of Tomato* [online]. Amsterdam: Elsevier Science & Technology [cit. 2021-02-12]. ISBN 9780128135082.

WHALON, M. E., D. MOTA-SANCHEZ a R. M. HOLLINGWORTH, ed., 2008. *Global Pesticide Resistance in Arthropods* [online]. Wallingford: CABI [cit. 2021-02-13]. ISBN 9781845933791. Dostupné z: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=342772>.

WITKOWSKI, J. F., J. L. WEDBERG, K. L. STEFFEY, et al., 1997. Bt corn and European corn borer. *North Central Regional Publication* [online]. Washington D. C.: North Central Regional Publication, **602** [cit. 2020-12-26]. ISSN 0549-8279. Dostupné z: doi:http://digitalcommons.unl.edu/entomologyfacpub/597?utm_source=digitalcommons.unl.edu%2Fentomologyfacpub%2F597&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages

YIN, Y., S. FLASINSKI, W. MOAR, et al., 2020. A new *Bacillus thuringiensis* protein for Western corn rootworm control. *PLoS ONE* [online]. **15**(11) [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242791>

ZHANG, F., S. TOEPFER, K. RILEY a U. KUHLMANN, 2004. Reproductive Biology of *Celatoria compressa* (Diptera: Tachinidae), a Parasitoid of *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Biocontrol Science and Technology*. **14**(1), 5-16. Dostupné z: doi:10.1080/09583150310001606552

ZHANG, Z., 2003. *Mites of Greenhouses: Identification, Biology and Control* [online]. Wallingford: CABI [cit. 2021-02-14]. ISBN 9780851998411. Dostupné z: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=294755>.

ZIMOLKA, J. a et al., 2008. *Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry*. Praha: ProfiPress. ISBN 978-80-86726-31-1.

Aktuální přehled GM plodin povolených v EU, 2020. *Biotrin* [online]. 19. 11. 2018, **2018** [cit. 2020-12-05]. Dostupné z: <https://www.biotrin.cz/aktualni-prehled-gm-plodin-povolenych-v-eu/>

EAGRI: Registr přípravků na ochranu rostlin, 2021. *EAGRI: Registr přípravků na ochranu rostlin* [online]. Brno: Ministerstvo zemědělství [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/por/Detail.aspx?id=34460&stamp=637506563724184568>

ČSÚ: Vývoj osevních ploch zemědělských plodin k 31.5. *Český statistický úřad* [online]. Praha: Český statistický úřad [cit. 2021-04-17]. Dostupné z: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=346&katalog=30840&pvo=ZEM02C&pvo=ZEM02C#w=>

ÚKZÚZ, 2021. *ÚKZÚZ: Průzkum výskytu zavijče kukuřičného a původce bělorůžové hniloby palic kukuřice v roce 2020* [online]. Brno: Ministerstvo zemědělství [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/669451/Zavijec_kukuricny_a_fusarium_2020.pdf

FMC Agro Česká republika [online]. Na Maninách 876/7, 170 00 Praha 7 [cit. 2021-04-08]. Dostupné z: <http://www.fmcagro.cz/coragen20sc.php>

KWS: Walterinio [online]. [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.kws.com/cz/cs/produkty/kukurice/prehled-hybridu/walterino-kws/>

Sortiment hybridů kukuřice [online]. Oseva Uni [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: http://www.osevauni.cz/osiva/pdf/kukurice_pioneer.pdf

EKatalog BPEJ: Encyklopedie bonitovaných půdně ekologických jednotek [online], 2019. VÚMOP [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/41000>

Syngenta: Katalog kukuřice 2021 [online]. Syngenta [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://view.publitas.com/syngenta/katalog-kukurice-2021/page/22-23>

