

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2017

STANISLAV BUREŠ



**Vliv mikroklimatických podmínek na dynamiku růstových
fází a výskyt vybraných škodlivých činitelů u hybridů
kukuřice**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Ing. Tomáš Středa, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Stanislav Bureš



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autor práce: Bc. Stanislav Bureš
Studijní program: Rostlinolékařství
Obor: Rostlinolékařství

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Středa, Ph.D.
Konzultant: Prof. Ing. Radovan Pokorný, Ph.D.

Název práce: **Vliv mikroklimatických podmínek na dynamiku růstových fází a výskyt vybraných škodlivých činitelů u hybridů kukuřice**

Jazyková varianta: Čeština

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární přehled na téma: specifika mikroklimatu a fenologie polních plodin.
2. Pro kukuřici zpracujte literární přehled na téma vztahy v systému: prostředí - čas - patogen - hostitel.
3. Založte porostní mikroklimatický monitoring (teploty a vlhkosti vzduchu a teploty půdy ve vertikálním profilu) na rodinné farmě Bureš ve Švábenicích.
4. V průběhu vegetace průběžně sledujte nástup fenofází a výskyt škodlivých činitelů v monitorovaném porostu hybridů kukuřice.
5. Získané výsledky tabelárně, graficky a statisticky vyhodnoťte. Nástup a délku trvání fenofází a datum prvního výskytu škodlivého činitele zkonfrontujte se sumami efektivních teplot a dalšími agrometeorologickými charakteristikami.

Rozsah práce: 50 s.

Literatura:

1. MATEJKA, F. -- HUZULÁK, J. *Analýza mikroklimy porostu*. 1. vyd. Bratislava: Veda, 1987. 228 s.
2. PETR, J. a kol. *Počasí a výnosy*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987. 365 s.
3. ROŽNOVSKÝ, J. -- LITSCHMANN, T. -- VYSKOT, I. *Fenologická odezva proměnlivosti podnebí*. Praha: Česká bioklimatologická společnost, 2006. 37 s. ISBN 80-86690-35-0.
4. REITSCHLÄGER, D. -- COUFAL, L. -- HOUŠKA, V. *Fenologický atlas*. Praha: ČHMÚ, 2004. 263 s. ISBN 80-86690-21-0.
5. ANONYMUS, I. *Návod pro činnost fenologických stanic*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 1987. 111 s.
6. ACKERMANN, P. a kol. *Metodická příručka integrované ochrany rostlin proti chorobám, škůdcům a plevelům: polní plodiny*. Praha: Česká společnost rostlinolékařská, 2013. 360 s. ISBN 978-80-02-02480-4.
7. KAZDA, J. a kol. *Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny*. 3. vyd. Praha: Martin Sedláček, 2003. 158 s. ISBN 80-86726-03-7.
8. AGRIOS, G N. *Plant pathology*. 5. vyd. Burlington: Elsevier Academic Press, 2005. 922 s. ISBN 978-0-12-044565-3.

Datum zadání: listopad 2015

Datum odevzdání: duben 2017

Bc. Stanislav Bureš
Autor práce

Ing. Tomáš Středa, Ph.D.
Vedoucí práce

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

doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

ZÁMĚRNĚ NEPOUŽITO

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „Vliv mikroklimatických podmínek na dynamiku růstových fází a výskyt vybraných škodlivých činitelů u hybridů kukuřice“ vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

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

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

V Brně dne 27. dubna 2017

.....
podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval především Ing. Tomáši Středovi, Ph.D. za odborné vedení po dobu navazujícího magisterského studia, jeho podporu a za cenné rady a připomínky při řešení diplomové práce. Za pomoc při realizování pokusu, rady a analýzu rostlin velmi děkuji Ing. Josefu Maňáskovi, Ph.D. Velké díky patří také mé rodině a přítelkyni za pomoc a podporu, kterou mi dávali při studiu.

Dále bych rád poděkoval všem ostatním, kteří mě v průběhu studia podporovali.

ABSTRAKT

V rámci diplomové práce byly monitorovány mikroklimatické podmínky v porostech kukuřice seté (*Zea mays* L.) na rodinné farmě BUREŠ ve Švábenicích (okr. Vyškov). Meteostanice byly umístěny ve dvou lokalitách v rámci katastru obce. Měření bylo prováděno v odrůdovém pokusu s hybridy kukuřice a na běžné provozní ploše. Pro výpočty byla dále využita data z účelové meteorologické stanice umístěné v areálu podniku. Byly měřena teplota a vlhkost vzduchu ve vertikálním profilu porostu a teplota půdy. Průběžně byl sledován nástup fenologických fází a výskyt škodlivých činitelů v monitorovaném porostu. Bylo zjištěno, že využití monitoringu mikroklimatu porostu je vhodné pro predikci výskytu škodlivých činitelů, avšak není zcela jednoznačné z hlediska odhadu nástupu fenofází kukuřice.

Klíčová slova: mikroklima, fenofáze, kukuřice, bázlivec kukuřičný

ABSTRACT

Effect of microclimate conditions on the dynamics of growth phases and the occurrence of selected harmful factors in maize hybrids.

The thesis deals with microclimate monitoring in maize canopy on a family farm BUREŠ in Švábenice (Vyškov region). Two meteostations were placed in two localities in Švábenice area. The measurement was done in a field trial with maize hybrids and on an ordinary production field. Data from a standard meteorological station situated on the farm area were used for additional calculations. Air temperature, humidity and soil temperature were measured in a vertical vegetation profile. The onset of phenophases and occurrence of pests were monitored simultaneously. The results show that using microclimate monitoring in maize stand is suitable for a pest occurrence prediction, however, it is not fully applicable for the maize phenophases onset estimation.

Key words: microclimate, phenophase, maize, western corn rootworm

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	CÍL PRÁCE	11
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
3.1	Kukuřice setá	12
3.1.1	Biologická charakteristika	12
3.1.2	Aktuální trend pěstování kukuřice.....	13
3.2	Fenologie polních plodin	14
3.2.1	Fenologie kukuřice	14
3.3	Vybraní škůdci a patogeny	15
3.3.1	Rostlinolékařská rizika vysokého zastoupení kukuřice v OP.....	15
3.3.2	Charakteristika vybraných škůdců	15
3.4	Systém: hostitel × patogen × prostředí × čas	19
3.4.1	Trojúhelník choroby	19
3.5	Mikroklima porostu polních plodin	23
3.5.1	Klima	23
3.5.2	Kategorie klimatu	23
3.5.3	Specifika mikroklimatu polních plodin	24
3.5.4	Monitoring mikroklimatu	25
3.5.5	Vybrané meteorologické prvky a jejich měření	25
3.5.6	Vybavení a umístění mikroklimatické meteostanice v porostu kukuřice	31
3.5.7	Výběr klimatologických charakteristik	33
4	MATERIÁL A METODIKA	35
4.1	Popis lokality	35
4.1.1	Lokalita „Hřiště“ (49°16'57.86"N 17° 7'32.68"E).....	35

4.1.2	Lokalita „Ztracené“ (49°15'46.15"N 17° 6'26.33"E)	35
4.2	Charakteristika sledovaných hybridů kukuřice.....	38
4.2.1	Figorinio	38
4.2.2	Atletico	38
4.2.3	Balasco	38
4.3	Monitoring mikroklimatu a použité přístroje.....	38
4.4	Sledování fenofází kukuřice a vybraných škodlivých činitelů	40
4.5	Zpracování a hodnocení dat	41
5	VÝSLEDKY A DISKUSE	43
5.1	Výsledky pozorování chorob	43
5.2	Výsledky pozorování škůdců.....	44
5.3	Výsledky sledování fenofází.....	49
6	ZÁVĚR	52
7	SEZNAM ZDROJŮ	53
8	SEZNAM OBRÁZKŮ	59
9	SEZNAM TABULEK.....	60
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	61

1 ÚVOD

Trendem posledních několika let je snaha vyvíjet či zdokonalovat nástroje a systémy za účelem sběru nejrůznějších dat, směřující zejména k měření a následné analýze. Výjimkou není ani zemědělství, kde je v posledních letech vzrůstající trend v používání moderních technologií, které zemědělcům usnadňují práci v mnoha oblastech. Dnes jsou již na trhu pro tyto účely nabízena nejrůznější zařízení, která jsou díky příznivým cenám dostupná i pro běžné zemědělce. K těmto zařízením zajisté patří i meteostanice, ať už stacionární nebo mobilní, tak i například vhodné pro měření mikroklimatu. Data z těchto stanic je například možné využít jako vstupní údaje pro matematické modely predikce výskytu škůdců a patogenů nebo pro odhad termínu sklizně. Výhodou využití lokálních dat je vyšší míra přesnosti predikce pro konkrétní podmínky zemědělského podniku. Toto je impuls pro výzkum vztahů v rámci porostu, tedy mikroklimatu a škodlivých činitelů, jejich zpřesňování a následné zavádění do praxe. Příkladem může být predikce, na našem území stále nového škůdce, bázlivce kukuřičného (*Diabrotica virgifera* LeConte), jehož výskyt lze predikovat pomocí výpočtu sum efektivních teplot měřených v porostu. Monitoring porostního mikroklimatu je nástrojem pro efektivnější hospodaření na zemědělské půdě spojené s využitím ochranných opatření vůči škodlivým činitelům cíleně ve správný okamžik, na správném místě a s adekvátní intenzitou, což je základní myšlenka precizního zemědělství a integrované ochrany rostlin.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo zpracovat literární přehled na téma specifika mikroklimatu a fenologie polních plodin. Dále pro kukuřici zpracovat literární přehled na téma vztahy v systému: prostředí – čas – patogen – hostitel. Založit porostní mikroklimatický monitoring na rodinné farmě Bureš ve Švábenicích za účelem měření teploty a vlhkosti vzduchu a teploty půdy ve vertikálním profilu. Dále v průběhu vegetace sledovat nástup vybraných fenofází a výskyt vybraných škodlivých činitelů v monitorovaném porostu silážních hybridů kukuřice. Výsledky těchto měření vyhodnotit a konfrontovat se sumami efektivních teplot a dalšími agrometeorologickými charakteristikami.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Kukuřice setá

3.1.1 Biologická charakteristika

Kukuřice setá (*Zea mays* L.) je původem ze střední Ameriky a její vznik není stále zcela objasněn, ale pravděpodobně vznikla z plané kukuřice s rozpadavým vřetenem, která je dnes již vyhynulá. Následným křížením vznikla rostlina teosinta. Tu doposud využívají ve Střední Americe jako pícninu. Zní pak byla domestikována kukuřice. Do Evropy se dostala v 17. století a na území České republiky se začala pěstovat ve druhé polovině 19. století (SMITH, 1995; HÁJKOVÁ et al., 2012).

V rámci botanického zařazení je kukuřice jednoletá, jednodomá a různopohlavní rostlina. Patří mezi typ diklinických rostlin s prašnickovými a pestíkovými květy, které jsou uspořádány do oddělených květenství, a je cizosprašná. V rámci systému je zařazena do podtřídy jednoděložných (Monokotyledonae), řádu lipnicokvětých (Poales), čeledi lipnicovitých (Poaceae), skupiny kukuřicovitých (Maydeae). Dále se dělí na nižší botanické jednotky (variety) dle barvy nebo tvaru zrna a podle barvy pluch na vřetenech palice (ZIMOLKA et al., 2008; KUBÁT et al., 2002).

Je to teplomilná rostlina, která má vyšší nároky na vláhu a světlo, a jsou pro ni tedy vhodnější hlubší propustné půdy. Hybridy kukuřice jsou označovány číslem ranosti FAO, které určuje počet dnů vegetace. FAO číslo hybridu je stanoveno na základě středního obsahu sušiny v palici v době zralosti kukuřice na siláž ve srovnání s kontrolními hybridy. Rozdíl 10 FAO jednotek tedy znamená odchylku v obsahu sušiny o 1 %. Nicméně v různých státech jsou jako kontrolní vybrány odlišné hybridy, a z toho důvodu může být hodnota čísla FAO zkreslující, zvláště po nástupu tzv. stay green hybridů s pozvolnějším dozráváním. Usnadnění orientace mezi silážními hybridy umožnilo započítání označování odrůd jako rychle, rovnoměrně nebo pomalu dozrávajících (stay green). Od roku 2000 se pro stanovení ranosti začaly v České republice využívat sumy efektivních teplot, které se jeví jako významně přesnější než využívání čísla FAO (ACKERMANN et al., 2013; HÁJKOVÁ et al., 2012; ZIMOLKA et al., 2008).

Zásadním kritériem při výběru hybridu kukuřice je způsob využití, pěstitelský cíl a agroekologické podmínky pěstování. Při výběru hybridu určeného pro sklizeň na siláž

je kritériem vysoký potenciál ve výnosu sklizené hmoty a požadované kvalitativní parametry kukuřičné siláže. Mezi tyto parametry patří obsah škrobu, stravitelnost a další ukazatele výživových hodnot (KWS, 2012).

Pro výběr hybridu s optimální délkou vegetační doby je nutné zohlednit agroekologické podmínky stanoviště. Využití hybridů dle čísla ranosti FAO je vymezeno dle výrobních oblastí z důvodu rozdílných teplotních úhrnů sum efektivních teplot. Pro bramborářskou oblast jsou vhodné hybridy s číslem FAO do 230, obilnářskou FAO 230–260, řepářskou chladnou FAO 250–280, řepářskou teplou FAO 250–350 a pro kukuřičnou FAO 290–400 (KWS, 2012).

3.1.2 Aktuální trend pěstování kukuřice

V celosvětovém měřítku se kukuřice podílí na obživě obyvatel ze 40 %, je tedy v tomto ohledu významnější plodinou než pšenice, která je na druhém místě. V Evropské unii je naopak nejvýznamnější plodinou pšenice. V České republice je zrnová kukuřice pěstována na desetině výměry pšenice a v posledních letech dosahuje o 20–30 % vyšších výnosů než pšenice. Poptávka po kukuřici je ve srovnání s pšenicí taktéž vyšší (VENCLOVÁ, 2017).

Osevní plochy kukuřice určené pro sklizeň na siláž se každoročně zvyšují. Dle dat Českého statistického úřadu (ČSÚ, 2017) bylo v loňském roce (2016) oseto více než 234 tisíc hektarů s průměrným výnosem čerstvé hmoty 40,72 tun z hektaru. Naopak je tomu u kukuřice na zrno, zde osevní plochy v posledních letech klesají a v loňském roce bylo oseto přibližně 86 tisíc hektarů. Průměrný výnos zrna byl 9,79 tun z hektaru.

3.2 Fenologie polních plodin

Průběh počasí tzn. ročník je významným faktorem ovlivňujícím zemědělskou produkci (výnosy, výskyt škůdců a chorob, kvalitu produktů apod.). Studium časového průběhu periodicky se opakujících životních projevů (tzv. fenologických fází) rostlin v závislosti na podmínkách vnějšího prostředí (ročníku) se zabývá fenologie (REITSCHLÄGER et al., 2014). V České republice se dlouhodobě sledují fenologické projevy významných druhů polních plodin (ČHMÚ od roku 1960). Ke sběru těchto dat slouží síť pozorovacích stanic, jejichž činnost zajišťuje Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). Fenologická pozorování polních plodin se provádějí dle metodického předpisu ČHMÚ HÁJKOVÁ et al., 2012; OBRUSNÍK in COUFAL et al., 2004).

3.2.1 Fenologie kukuřice

Dle metodiky ČHMÚ jsou v rámci fenologického pozorování sledovány tyto fáze: vzcházení, metání (samčího květenství), počátek kvetení samčích květů, počátek kvetení samičích květů, mléčná zralost, mléčně vosková zralost a plná zralost. Kromě těchto růstových fází je dále zaznamenáváno datum setí a sklizně (HÁJKOVÁ et al., 2012).

HÁJKOVÁ et al. (2012) uvádí, že pro sledované růstové fáze je na pozorovacích stanicích zaznamenáván interval trvání dané fenofáze ve dnech a teplotní sumě naměřené během tohoto intervalu. Vegetační období kukuřice trvá od vzcházení do plné zralosti 126–138 dnů a suma teplot je za toto období 2 176–2 249 °C. Dílčí zaznamenané hodnoty pro vybrané fenofáze jsou uvedeny v Tab.1.

Tab. 1: Průměrné trvání intervalu mezi nástupy sledovaných fenofází kukuřice seté (HÁJKOVÁ et al., 2012)

Nadmořská výška (m. n. m.)	Setí až vzcházení		Vzcházení až metání		Metání až počátek kvetení samčích květů		Metání až plná zralost		Vzcházení až plná zralost	
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
≤300	13	179	63	1048	6	112	63	1201	126	2249
301-500	14	170	64	1046	7	110	66	1147	130	2193
≥501	15	170	69	1043	7	106	69	1133	138	2176
* Trvání intervalu (dny)					** Teplotní suma (°C)					

3.3 Vybraní škůdci a patogeny

3.3.1 Rostlinolékařská rizika vysokého zastoupení kukuřice v OP

Kukuřice je mnohdy považována za plodinu, jež není napadána závažnými patogeny. V důsledku toho jsou často tato rizika podceňována a na její ochranu je registrován pouze omezený počet fungicidů. Pěstování této plodiny se v posledních letech rozšiřuje zejména z důvodu výroby bioplynu. S narůstající intenzitou a rozšiřováním ploch však roste i intenzita poškození rostlin chorobami a škůdci. Dalšími faktory šíření těchto škodlivých činitelů jsou vliv změny klimatických podmínek, časté nedodržování osevních postupů a také důsledek technologií zpracování půdy. Vlivem škůdců dochází ke ztrátám na porostech, výnosu i kvalitě této plodiny po celou dobu její vegetace. Jimi způsobená poškození jsou totiž také vstupními místy pro patogeny a někteří z nich jsou i jejich přímými přenašeči. Zvýšený tlak škodlivých činitelů může být pak problémem např. při registraci odrůd, kdy je hodnocen zejména výskyt takových chorob a škůdců, u kterých je předpokládána odrůdová selektivita, či kteří mohou porost významně poškodit nebo ho i zničit (KMOCH a TÓTH, 2015; ZIMOLKA et al., 2008).

3.3.2 Charakteristika vybraných škůdců

V prvotních fázích růstu (BBCH 09–14) je kukuřice napadána celou řadou škůdců, mezi něž patří larvy kovaříkovitých brouků rodu *Agriotes* (drátovci), larvy bázlivců a bzunka ječná. Proti těmto škůdcům byla dříve využívána efektivní ochrana v podobě setí mořeného osiva insekticidy. Tímto způsobem bylo cíleno právě na zmíněné škůdce, kteří s touto látkou přišli do styku při žíru mladých rostlin. V pozdějších růstových fázích kukuřice se objevují různé druhy mšic, nicméně bez významnějších hospodářských škod. Dále zavíječ kukuřičný, jehož housenky způsobují žírem snížení výnosů a kvalitu produkce v období na konci června a na počátku července. (ZIMOLKA et al., 2008; KOLAŘÍK et al., 2016; ROTREKL et al., 2014).

3.3.2.1 Larvy kovaříkovitých brouků

Larvy kovaříkovitých brouků, běžně nazývány jako drátovci, jsou široce polyfágní škůdci, nejčastěji z rodu *Agriotes*. Jejich výskyty jsou většinou ohniskovité a škodí především na vzcházejících a mladých rostlinách kukuřice žírem jejich kořenů. Vývoj larev je víceletý, délka se pohybuje od dvou do pěti let, a probíhá pod povrchem půdy.

Samice kladou vajíčka ve skupinách. Škodí zpravidla larvy posledních instarů, ty jsou schopné poškodit i tvrdá semena kukuřice. Jejich aktivita závisí na teplotě půdy, přičemž začíná při teplotách 5–7 °C. Období škodlivosti je nejvyšší na jaře a koncem léta (KOCOUREK et al., 2013; KAZDA et al., 2010)

3.3.2.2 Bzunka ječná

Bzunka ječná má 3 generace v roce, na kukuřici škodí larvy první generace. Dává přednost vlhčímu prostředí. Samičky kladou vajíčka na spodní stranu listů a stébla v období jara v závislosti na průběhu počasí. Imaga se pak vyskytují od května po celou dobu vegetace. Larvy poškozují rostliny od vzcházení do fáze čtyř listů žírem pletiva nerozvinutých listů v blízkosti vegetačního vrcholu. Poškození vegetačního vrcholu se projevuje na rostlinách až ve fázi 6–8 listů. Napadené rostliny vytvářejí boční výhony, postupně zakršávají a může dojít až k úplnému úhynu (KAZDA, 2014; TÁBORSKÝ a ŠEDIVÝ, 1997).

3.3.2.3 Zavíječ kukuřičný

Zavíječ kukuřičný patří mezi nejdůležitější škodlivé činitele kukuřice, při jeho poškození může být snížen výnos až o 30 %. Škodlivým stadiem jsou housenky, které vyžirají chodbičky ve stéblech a palicích, což způsobuje lámání rostlin. Housenky krátce po vylíhnutí okusují listy a při žíru se pohybují blíže stéblu. Vyžirají hlavní listovou žilku a prožirají se do stébla. Výskyt zavíječe je závislý na průběhu povětrnostních podmínek, zejména v červnu a červenci. Optimálními podmínkami pro výskyt a vývoj jsou teploty bez extrémů a s dostatkem srážek (ROTREKL a KOLAŘÍK, 2014; KOLAŘÍK et al., 2016; TÓTH et al., 2014; BAGAR, 2016).

3.3.2.4 Bázlivec kukuřičný

První výskyty bázlivce kukuřičného u nás byly zaznamenány v roce 2002 na jižní Moravě a každoročně se jeho hranice výskytu rozšiřuje. Bázlivec kukuřičný přezimuje jako vajíčko v půdě, samičky je kladou do hloubky 15–35 cm. Mortalitu vajíček může ovlivnit průběh zimy, kdy trvale klesnou teploty pod -10 °C. Larvy se líhnou od poloviny května a jejich vývoj probíhá na povrchu nebo uvnitř kořenů, které v důsledku poškození hnědnou. V případě vyššího výskytu larev je celý kořenový systém sežrán a rostliny poléhají a zavadají, a to hlavně při suchém počasí. Může dojít až k úhynu celé rostliny.

Při 50% poškození kořenového systému dochází k poléhání rostlin. Po dešti můžou částečně regenerovat a napřimují se, ale mají ohnutá stébla kolenovitého vzhledu, tzv. husí krky, což je charakteristickým symptomem napadení tímto broukem. Brouci se mohou objevit v porostu od počátku července až v srpnu. V této době se zároveň šíří do nových oblastí výskytu. Dospělci škodí žírem na květech a zrnech v mléčné zralosti, a také žírem na listech, kde způsobují tzv. okénkování. Hospodářsky významné je poškození palice, protože dochází k nepravidelnému vývoji zrn. Prahem škodlivosti je 9 a více dospělců na jeden klas během květu (ROTREKL a KOLAŘÍK, 2014; KAZDA, 2014; KAZDA, 2010).

3.3.3 Charakteristika vybraných patogenů

3.3.3.1 Obecná snětivost kukuřice

Obecná snětivost kukuřice je choroba, jejímž původcem je patogen *Ustilago maydis*. Je rozšířena po celém světě, avšak u běžně pěstovaných hybridů se škodlivost pohybuje jen okolo 2 %. Je to mikroskopická houba, která vytváří mnohobuněčné mycelium. Z něj vyrůstají chlamydospory, které mají dlouhou životaschopnost a optimální teplota pro jejich klíčení je 25–34 °C, maximum 36–38 °C. Chlamydospory přetrvávají v půdě či na jejím povrchu a v jarním a letním období jsou zdrojem primární infekce. Jsou roznášeny větrem či odstříkujícími dešťovými kapkami. Infikována mohou být jen mladá rostoucí pletiva, a to včetně palic až do konce květu. Symptomy napadení se nejvíce tvoří v suchém létě po dešti, neboť buňky stresované suchem rychle nabírají vodu a praskají. A právě tato místa jsou vstupní branou infekce. Projevy napadení jsou pozorovány na všech nadzemních částech rostlin. Po celou dobu vegetace se na rostlinách tvoří různě velké nádory (hálky). První příznaky jsou viditelné ve fázi 4 až 5 listů, kdy se na nich tvoří zduřelé útvary. Při silném napadení se listy deformují. Během vegetace se mohou nádory objevit na stéble nebo na praporcových listech. V pletivech dospělých stébel dojde ke vzniku infekce pouze po mechanickém poškození. Po dozrání hálky praskají a uvolňují se z nich výtrusný prach – masa chlamydospor, která může následně infikovat celý porost i půdu. Životnost spor se ztrácí silážováním (KMOCH a TÓTH, 2015; TÁBORSKÝ a ŠEDIVÝ, 1997; PROKINOVÁ, 2014).

3.3.3.2 *Obecná listová spála kukuřice*

Původcem obecné listové spály kukuřice je patogen *Helminthosporium turcicum* (anamorfa), *Setosphaeria turcica* (teleomorfa). Je to jedna z nejnápadnějších chorob listů, vyskytuje se na náchylných hybridech zejména v teplejších kukuřičných oblastech. Nejnáchylnější jsou mladé rostliny. Patogen napadá listy, listeny palic a semena. Na počátku infekce je typickým znakem šedozelený lem okolo skvrn. Později na listech podlouhlé úzké skvrny s hnědým středem. Skvrny postupně splývají, silně napadené listy hnědnou a odumírají a příznaky připomínají popálení. Patogen přezimuje myceliem na infikovaných posklizňových zbytcích. Konidie, což jsou nepohlavní spory, způsobují primární infekci a šíří se na spodní listy odstříkujícími vodními kapkami. Sekundární infekce je způsobena opět konidii, které se vytváří na skvrnách vzniklých na spodní straně listů. Do vyšších listových pater se rozšiřují větrem. Pro klíčení konidií je optimální teplota 23–30 °C a velký význam má vlhkost, jejíž optimální hodnota je 90 % a více. Infekce nastává při ovlhčení listů za 6–18 hodin při teplotě 18–27 °C. Naopak chladné a suché počasí vývoj patogena brzdí (ACKERMANN et al., 2013; KMOCH a TÓTH, 2015; PROKINOVÁ, 2014).

3.3.3.3 *Fuzariózy kukuřice*

Původci fuzarióz kukuřice jsou houby z rodu *Fusarium*. Jsou to saprofyty. Přezimují v posklizňových zbytcích pomocí mycelia, některé druhy vytváří k přetrvání v půdě chlamydospory. K primární infekci obilek dochází konidii přes blizny. Patogen může vniknout do rostliny také přes poranění hmyzem, poškození kroupami či systémovým přenosem z osiva nebo kořenů. Ve stadiu klíčení napadají patogeny mladé rostliny a ty následkem toho odumírají. Vyklíčené a napadené rostliny vodnatí, žloutnou, vadnou a odumírají. Infekce se může vyskytnout i na stéblech. Typickým morfologickým znakem je růžové zbarvení napadených pletiv. Následně houba přechází do palic a zrn, na kterých se poté tvoří povlak bílého až růžového mycelia. K rozvoji fuzarióz klasu je optimální mírně teplé a vlhké počasí během kvetení a srážky ke konci vegetace. Pro šíření infekce jsou pak nejlepšími podmínkami přetrvávající chladné počasí s omezeným slunečním svitem. Houby z rodu *Fusarium* jsou významné z hlediska snižování výnosů biomasy a produkce sekundárních metabolitů, tzv. mykotoxinů (HUDEC a GUTTEN, 2007; KMOCH a TÓTH, 2015).

3.4 Systém: hostitel × patogen × prostředí × čas

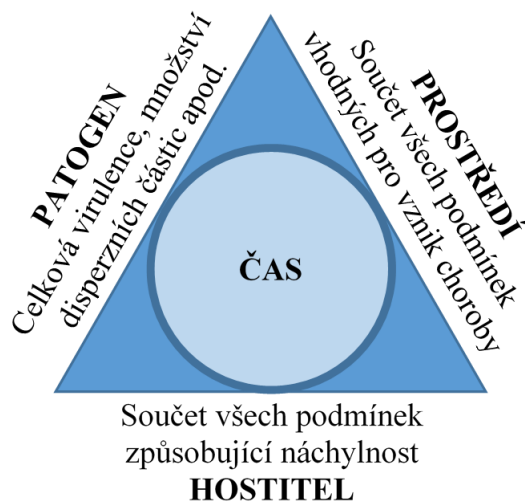
V průběhu vegetace dochází u rostlin k mnoha interakcím s jinými organismy, z nichž někteří mohou být původci chorob. Jako chorobu označujeme veškeré odchylky od normálních funkcí organismu, které trvají delší dobu a jejichž následkem je snížení výkonnosti rostliny, případně schopnost přežít. Typickými původci chorob rostlin jsou fytopatogenní viry, bakterie, fytoplazmy, houby aj. Aby mohla choroba vzniknout, je zapotřebí, aby se tři hlavní komponenty potkaly v též čas. Těmito složkami jsou – náchylný hostitel, virulentní patogen a vhodné podmínky prostředí. Vztahy těchto faktorů jsou často vyjadřovány trojúhelníkem choroby (VĚCHET et al., 2012; STŘEDOVÁ et al., 2011; POKORNÝ a VÍCHOVÁ, 2013).

3.4.1 Trojúhelník choroby

Tento vztah choroby je ve fytopatologii jedinečný, protože na rozdíl od veterinárních nebo humánních věd rostliny nedisponují imunitním systémem jako savci, což klade důraz na genetickou odolnost hostitele. (FRANCL, 2007)

FRANCL (2007) uvádí, že velmi pravděpodobně první, kdo použil pro vyjádření interakci hostitel-patogen-prostředí-čas pomocí trojúhelníku choroby byl Stevens v roce 1960. Avšak již dříve si byli fytopatologové vědomi interakce mezi patogeny a klimatickými podmínkami.

Tradiční trojúhelník je založen pouze na třech faktorech choroby, a to na hostiteli, patogenu a prostředí. Často je však přidáván ještě čtvrtý rozměr – čas, který zdůrazňuje právě časovou závislost této interakce viz Obr.1. Někdy je přidáván ještě pátý faktor ovlivňující vznik a průběh choroby a tím je člověk. V případě, že graficky znázorníme všech pět prvků, tak vznikne z trojúhelníku trojrozměrná pyramida – jehlan (ALLEN, 2012, AGRIOS et al., 1997).



Obr. 1: Trojúhelník choroby (převzato od AGRIOS (1997); upravil BUREŠ (2017) dle POKORNÝ a VÍCHOVÁ (2013))

3.4.1.1 Hostitel

Ne vždy jsou na polích pěstovány plodiny rezistentní vůči významným patogenům. Stupeň genetické rezistence nebo náchylnosti je jeden z hlavních faktorů hostitele, který ovlivňuje vznik choroby. Další je délka pěstování, u krátkodobých/ročních kultur je průběh chorob rychlý v průběhu několika týdnů, kdežto u trvalých kultur bývá vývoj chorob delší až v řádu let. V neposlední řadě má vliv růstová fáze, jelikož některé rostliny jsou více náchylné v prvotních fázích vývoje, jiné v pozdějších (ALLEN, 2012; AGRIOS et al., 1997).

Kukuřice bývá nejnáchylnější k patogenům ve fázi mladých rostlin, tzn. od vyklíčení po fázi cca 4–5 listů. V této době se na rostlinách můžou objevit všechny tři výše zmíněné choroby. Rostliny jsou dále náchylné k napadení patogeny rodu *Fusarium* v průběhu fáze kvetení. (KMOCH a TÓTH, 2015; TÁBORSKÝ a ŠEDIVÝ, 1997).

3.4.1.2 Patogen

Patogen je organismus schopný způsobit u svého hostitele chorobu. Jeho faktory vstupující do trojúhelníku choroby jsou: úroveň virulence, množství inokula v blízkosti hostitele, typ reprodukce (polycyklická nebo monocyklická), ekologie vlastního patogena a jeho způsob šíření (vzduchem, půdou, pomocí vektorů) (AGRIOS et al., 1997).

Vhodnými podmínkami pro rozvoj a šíření patogenů bývají obecně zvýšená relativní vlhkost vzduchu a jeho teplota. Například optimální podmínky pro klíčení chlamydospor patogena *Ustilago maydis* jsou při teplotě 25–34 °C, pro patogena *Helminthosporium turcicum* je ideální dlouhodobé ovlhčení listů při teplotě 18–27 °C. Pro šíření patogenů z rodu *Fusarium* je vhodné mírně teplé a vlhké počasí během kvetení a následně pro šíření chladné počasí s omezeným slunečním zářením (HUDEC a GUTTEN, 2007; KMOCH a TÓTH, 2015).

3.4.1.3 Prostředí

Faktory prostředí jsou zejména vlhkost a teplota. Vlhkost může být v podobě deště, rosy a vysoké vzdušné vlhkosti a je dominantní podmínkou pro vznik chorob způsobenými oomycetami, houbami, bakteriemi a hád'átky. Teplota má pak vliv na infekční cykly patogenů (AGRIOS et al., 1997).

3.4.1.4 Čas

Průběh vzniku choroby je proces, který vyžaduje čas. Ten může být vyjádřen v podobě ročního období, ale přesněji jako délka a četnost příznivých teplot a deště, období výskytu přenašečů apod. (AGRIOS et al., 1997; ALLEN, 2012).

V případě, že se na daném místě střetnou náchylný hostitel, virulentní patogen a vhodné podmínky prostředí, a to vše v určitý čas, vzniknou ideální podmínky pro vznik choroby. Jako příklad lze uvést patogeny z rodu *Fusarium*. Je-li přítomný tento patogen a hostitel, čímž je v tomto případě kukuřice, za podmínek mírně zvýšené teploty a relativní vlhkosti vzduchu, a to vše v době kvetení kukuřice, pak dojde k úspěšnému napadení a rozvoji fuzarióz klasu (STŘEDOVÁ et al., 2011; KMOCH a TÓTH, 2015).

3.4.1.5 Člověk

Člověk tyto vztahy ovlivňuje mnoha způsoby jako je například výběr a příprava stanoviště a výběr osiva (sadby). Dále například agrotechnickými zásahy a ochrannými opatřeními (AGRIOS, 1997).

3.4.1.6 Interakce hostitel – patogen

Při kontaktu patogena s rostlinou vnikají mezi těmito dvěma organismy vzájemné těsné komunikace. Prakticky každá interakce hostitel-patogen je jedinečná ve své

aktivaci, lokalizaci, časovém rozvržení a rozsahu obranných reakcí. Zatímco patogen vyvíjí aktivitu ke kolonizaci hostitele, rostliny aktivují různé obranné reakce. Výsledkem může být situace, kdy rostlina potlačí patogena a choroba nevznikne, případně vznikne, ale neprojeví se významně hospodářsky. Pokud je rostlina náchylná vůči danému patogenu, tak může choroba propuknout a způsobit ztráty na výnosu. Poslední variantou je rozvoj choroby do té míry, že patogen rostlinu zahubí (VĚCHET et al., 2012; AGRIOS et al., 1997).

3.5 Mikroklima porostu polních plodin

3.5.1 Klima

Klima neboli podnebí je charakteristický režim počasí. Představují ho průměrné podmínky vzdušného prostředí na určité lokalitě nebo oblasti, které jsou odvozené z dlouholetých měření meteorologických veličin (PETR et al., 1987).

Klima je utvářeno vlivem klimatotvorných faktorů a následně klimatotvorných procesů. Nejvýznamnější z těchto faktorů jsou: sluneční radiace, atmosférická cirkulace, charakter zemského povrchu a v neposlední řadě působení lidské činnosti (ROŽNOVSKÝ a HAVLÍČEK, 1998; PETR et al., 1987).

3.5.2 Kategorie klimatu

Podnebí se rozčleňuje především podle horizontálního a vertikálního rozsahu, tedy dle velikosti prostorů, ve kterých působí sledované fyzikální zákonitosti tvorby klimatu. Z tohoto pohledu rozlišujeme mikroklima, makroklima a přechod mezi nimi zvaný mezoklima (místní klima) (PETR et al., 1987).

3.5.2.1 Makroklima

Makroklima charakterizuje velká území (stovky čtverečních kilometrů) a je formováno a vyvíjeno pod vlivem interakcí mezi atmosférou a zemským aktivním povrchem. Dále je utvářeno spolupůsobením velkoprostorové cirkulace atmosféry a je podmíněno energetickou bilancí tohoto systému. Vertikálně zasahuje do značné výše, kdy v létě se vztahuje na celou troposféru, ovšem v zimě jen do výšky několika kilometrů. Spodní hranice makroklimatu se prolíná s horní hranicí nižších klimatických kategorií, které se nacházejí v jeho rozpětí (STŘEDOVIÁ et al., 2016; HAVLÍČEK et al., 1986; PETR, 1987; ROŽNOVSKÝ a HAVLÍČEK, 1998).

3.5.2.2 Mezoklima

Mezoklima je kategorie podnebí středních rozměrů a je přechodem mezi makro a mikroklimatem. Je výsledkem ovlivňování makroklimatu souborem místně klimatických celků, jako je mezoklima měst, rozsáhlé souvislé lesy, souvislé zemědělské výrobní celky apod. Je to tedy klima územních celků s víceméně stejnorodým charakterem povrchu s rozměrem v řádech kilometrů až desítek kilometrů a lze jej

vertikálně vymezit hodní hranicí mezní vrstvy atmosféry (1000–1500 m). Na podobě mezoklimatu se silně podílí antropogenní činnost produkcí různých druhů emisí, odlesňováním a jinými úpravami krajiny (HAVLÍČEK et al., 1986; PETR et al., 1987; SAPOŽNIKOVOVÁ, 1952).

3.5.2.3 Mikroklima

Mikroklima je kategorie podnebí nejmenších rozměrů, která je režimem meteorologických dějů, jež se vytvářejí pod vlivem stejnoměrného aktivního povrchu. Aktivním povrchem se rozumí hranice mezi volným ovzduším a předměty na zemském povrchu, například porostem. Je to plocha zemského povrchu, kde probíhá přeměna zářivé energie na tepelnou a opačně a z níž je energie transportována do atmosféry a podloží. Vertikální rozměr mikroklimatu není trvalý, jelikož je určený charakterem aktivního povrchu a vlivy vyšších kategorií klimatu. Ty mohou mít za silného proudění takový vliv, že se mikroklima vůbec nemusí vytvářet. Naopak za vhodných podmínek může dosahovat do výše kolem 10 m. Horizontální rozměr mikroklimatu je dán měřítkem klimatogenetické homogenity aktivního povrchu, tudíž může mít jeho rozsah značné rozpětí, od několika m² až po 1 km². To znamená, že rozdílnou plochu bude zaujímat například mikroklima lesa, paseky, pole a podobně. Oproti volné atmosféře jsou vertikální gradienty v přepočtu na 100 m až tisíckrát větší. Z tohoto důvodu jsou mikroklimatická měření odlišná i co se týká umístění, délky a intervalu měření a také typu používaných přístrojů. Mikroklima lze tedy rozdělit dle různých pohledů, např. radiační, skleníkové, porostní a podobně. Zvláštním druhem mikroklimatu je pak tzv. kryptoklima, které je samostatnou kategorií a je definováno jako prostředí v uměle vytvořených prostorách (např. skleníky, stáje, sklady apod.). Mezi všemi uvedenými kategoriemi klimatu nejsou ostré hranice a přirozeně se tak navzájem prolínají (HARTMANN et al., 2011; STŘEDOVÁ et al., 2016; LITSCHMANN et al., 2003; MATĚJKA et al., 2003; HAVLÍČEK et al., 1986; PETR et al., 1987; ROŽNOVSKÝ a HAVLÍČEK, 1998; ŽALUD, 2015).

3.5.3 Specifika mikroklimatu polních plodin

Dle bioklimatologického slovníku je mikroklima rostlinného porostu (fytoklima) režim mikroklimatických dějů, který se vytváří pod vlivem zapojených rostlinných porostů v přízemní vrstvě atmosféry (BADAL et al., 1970). Je to tedy mikroklima

ovlivněné rostlinami, které vyjadřuje režim mikrometeorologických dějů v porostech, kde je na rozdíl od půdy aktivní povrch velmi členitý, takže zde hovoříme o aktivní zóně (ROŽNOVSKÝ a HAVLÍČEK, 1998). Při interakci této aktivní zóny se spodní vrstvou atmosféry dochází k výměně hmoty a energie přičemž je uvolňováno velké množství tepla a vodní páry. Dopadem je pak změna teploty a vlhkosti vzduchu uvnitř porostu a těsně nad ním. Takto si každé rostlinné společenství vytváří své specifické mikroklima a může tak výrazně ovlivnit klimatické podmínky stanoviště (GEIGER, 1965). Vztah mezi měřením mikroklimatu na meteorologických stanicích a měřením porostního mikroklimatu silně závisí jak na struktuře porostu, tak na výškovém umístění měřících senzorů (CHELLE et al., 1999; CALLONEC, 2013; COSTES, 2013; TIVOLI, 2013).

3.5.4 Monitoring mikroklimatu

Pro určení reálných mikroklimatických podmínek daného porostu, je nutné provádět speciální měření. Při nich je nezbytné umístit jednotlivé snímače tak, aby byly požadované hodnoty zaznamenány co nejkonkrétněji. Tato měření mohou být prováděna na různých úrovních a za rozličnými účely. Jedním ze záměrů měření může být studium rozdílů způsobených různým reliéfem terénu, výskytem terénních nebo vegetačních překážek či půdními vlastnostmi. Tato měření a následná analýza jsou vhodná například na stanovištích, kde je plánovaná výsadba trvalých kultur. Dalším důvodem sledování mikroklimatu je využití naměřených dat pro modely výskytu chorob a škůdců, případně plodinových růstových modelů. Takto získané informace mohou velkou měrou pomoci při ochraně rostlin v systémech hospodaření, které kladou důraz na redukci používání chemických přípravků na ochranu rostlin. Těmito jsou hlavně integrovaná produkce, ekologické a případně precizní zemědělství. Pro získání reálných výsledků použitelných pro modely je nezbytné získávat pravdivé údaje, kterých je možné dosáhnout pouze při správném způsobu měření (STŘEDOVÁ et al., 2016; STŘEDOVÁ et al, 2011).

3.5.5 Vybrané meteorologické prvky a jejich měření

Zemědělská produkce je závislá na klimatických faktorech, které významně ovlivňují výnos. Největší význam mají tyto faktory během kritických období tvorby výnosu (u kukuřice je to metání lat, květ blizen, nalévání zrna). Mikroklimatická pozorování a výzkum v porostech polních plodin jsou založeny na měření vybraných meteorologických prvků ve vertikálním profilu. Z nich se následně vypočítávají

klimatologické charakteristiky daného místa. Tato měření je nezbytné provádět s ohledem na charakter daného pozorování a ideálně přímo v porostu konkrétní plodiny (KRMELOVÁ et al., 2013; STŘEDOVÁ et al., 2011; PETR et al., 1987).

3.5.5.1 *Atmosférické srážky*

Obecně jako srážky označujeme částice vzniklé v atmosféře nebo na povrchu země, případně vegetaci nebo předmětech, kondenzací nebo desublimací vodní páry. Srážky je možné rozdělit podle různých kritérií. Z hlediska místa výskytu na vertikální (padající) a horizontální (usazené), podle skupenství pak na kapalně, tuhé a smíšené, nebo podle doby trvání na trvalé, přeháňky a srážky občasně (ŽALUD, 2015; STŘEDOVÁ et al., 2016).

Aby mohly vypadávat srážky, je nezbytné, aby se vodní částice postupně zvětšovaly na takovou velikost, až jejich hmotnost překoná sílu výstupných vzdušných proudů. Poté začnou kapky padat směrem k zemi. Nejvýznamnější atmosférické srážky jsou ve formě deště, mrholení, deště se sněhem a sněžení. Tyto srážky jsou měřeny v milimetrech (mm), kdy 1 mm srážek vyjadřuje 1 litr vody na 1 m², kdy na vodorovné ploše by hladina vody měla právě 1 mm. V případě pevného skupenství se měří výška usazené sněhové pokrývky. Podrobněji je také možné dělit srážky do kategorií dle intenzity a délky trvání (PETR, 1987; ŽALUD, 2015; STŘEDOVÁ et al., 2016).

Na našem území jsou atmosférické srážky rozhodujícím a často jediným zdrojem půdní vláhy a stěžejním předpokladem pro zásobování rostlin vodou. Avšak jejich využití rostlinami závisí na řadě faktorů, jako jsou fyzikální vlastnosti půdy, stav půdního povrchu, svažítost pozemku a stupni nasycení půdy vodou (HAVLÍČEK et al., 1986; PETR et al., 1987; ŽALUD, 2015).

V průběhu srážek a nějakou dobu i po nich je na povrchu rostlin vytvářen a udržován vodní film, který ve spolupůsobení s teplotou vzduchu vytváří více či méně příhodné podmínky pro rozvoj většiny houbových chorob. Také vlastní kapky deště při svém dopadu mohou uvolňovat a vymršťovat do okolí spory houbových chorob, které se mohou nalézat na rostlinných zbytcích případně listech porostu. Naopak silné případně dlouhotrvající srážky mohou poškozovat pletiva hub, a tím omezovat produkci disperzních částic, smývat je z povrchu rostlin a bránit klíčení. Ovšem tyto srážky mohou

smýt z rostlin i kontaktní přípravky na ochranu rostlin a zapříčinit tak nutnost opakování aplikace (LITSCHMANN et al., 2014).

3.5.5.2 Vlhkost vzduchu

Suchý vzduch v přirozených podmínkách neexistuje a vždy je v něm obsaženo určité množství vodní páry. Toto množství páry je označováno jako vlhkost vzduchu. V praxi je nejčastěji užíván pojem relativní vzdušná vlhkost, který udává procento nasycení vzduchu vodními parami. Vzduch může být nasycen do 100 %, pak už další vodní páru není schopen přijmout. Relativní vlhkost závisí na teplotě vzduchu. Při zvyšování teploty vzduchu dochází ke snižování relativní vlhkosti a naopak. Jakýkoliv přebytek vodní páry ve vzduchu má téměř vždy za následek kondenzaci přebytečného množství. Kromě relativní vlhkosti jsou užívány i další vlhkostní charakteristiky např. tlak vodní páry, absolutní vlhkost vzduchu, měrná vlhkost vzduchu, teplota rosného body či sytostní doplněk (HAVLÍČEK et al., 1986; STŘEDOVÁ et al., 2016).

Vlhkost vzduchu má vliv na transpiraci rostlin. Při zvyšující se vlhkosti vzduchu jsou stomata otevírána, při poklesu naopak. V průběhu kvetení může nízká vlhkost vzduchu způsobit zasychání pylových zrn, snížit schopnost opylení, a tedy výnos zrna. Dále může vyšší vlhkost vzduchu napomoci šíření houbových chorob (AGRIOS et al., 1997, LITSCHMANN et al., 2014; JONES et al., 2014).

Způsob měření:

Existuje mnoho metod měření vlhkosti vzduchu. Metody jsou rozděleny dle principu měření na mechanické a elektrické. K manuálnímu měření se používají vlasové vlhkoměry anebo přesnější psychrometry. Psychrometr funguje na principu měření rozdílu mezi dvěma teploměry, z nichž jeden je trvale ovlhčen a teplota, jež měří, je ovlivňována odpařující se vodou. Vyšší rozdíl pak značí nižší vlhkost vzduchu. Přesná hodnota se poté stanovuje dle psychrometrických tabulek. Vlasový vlhkoměr je založen na principu změny délky odtučněných lidských vlasů, která je provázána s vlhkostí vzduchu. Pro kontinuální záznam je pak možné použít hygrograf. Pro automatická měření v meteorologických stanicích se v současné době nejvíce využívají kapacitní snímače vlhkosti vzduchu. Tyto senzory jsou poměrně odolné vůči kondenzaci, mají malou závislost na teplotě, dobu odezvy v řádech desítek sekund, mají přesnost v jednotkách % relativní vlhkosti. Navíc jsou poměrně malé a relativně i levné. Obvykle jsou umístěny

v radiačním krytu v místě měření, ovšem mohou být použity i v meteorologických budkách. Data jsou standardně zaznamenávána v desetiminutovém intervalu (JONES et al., 2014; STŘEDOVÁ et al. 2016). Avšak LITSCHMANN et al. (2014) upozorňuje, že v praxi může významným způsobem snížit životnost tohoto typu vlhkoměru používání v podmínkách, kde dochází alespoň občas ke stavu 100% nasycení vzduchu vodními parami.

V praxi jsou údaje o vlhkosti vzduchu klíčovým údajem pro signalizaci houbových chorob. Z tohoto důvodu je nezbytné věnovat pozornost správnému umístění snímačů pro měření vlhkosti a jejich funkčnosti. Bez správně naměřených údajů není možné získat spolehlivou signalizaci škodlivých činitelů. Proto je vhodné před začátkem sezóny umístit k provoznímu snímači referenční (postačí 1–2 dny), zkontrolovat správnost měření a případně vyměnit vadný snímač (STŘEDOVÁ et al., 2016).

3.5.5.3 *Vlhkost půdy*

Voda obsažená v půdě je zásadní zdroj vláhy pro transpiraci rostlin, dále jsou v ní rozpuštěny minerální látky, které tak rostliny mohou přijímat. Nedostatek a nadbytek vody, oba tyto stavy, vyvolávají u rostlin stres. Vlhkost má také, v kombinaci s teplotou půdy vliv na mineralizaci organických látek v půdě. A obdobně jako vysoká vzdušná vlhkost i vysoká vlhkost půdy zvyšuje riziko výskytu některých chorob. Vlhkost půdy je vyjadřována buď v objemových %, tedy kolik % vody je obsaženo v daném objemu zeminy případně jako hmotnostní vlhkost v hmotnostních %, které udávají, jakou hmotnost zaujímá voda z celkové hmotnosti určitého množství zeminy. V praxi je vhodnější používat objemovou vlhkost. Získané údaje o vlhkosti půdy mohou být využity mnoha způsoby, například pro hodnocení dostupnosti vláhy pro pěstované rostliny, k řízení a eventuální automatizaci závlah (LITSCHMANN et al., 2014; STŘEDOVÁ et al., 2016).

Způsob měření:

Základní srovnávací metodou je gravimetrické stanovení půdní vlhkosti z neporušených vzorků půdy odebraných pomocí Kopeckého válečku o objemu 100 cm³. Tato metoda je poměrně pracná a nákladná, jelikož je třeba vzorky laboratorně vyhodnotit. Pro automatické měření půdní vlhkosti byla vyvinuta celá řada metod, avšak žádná z nich není schopna poskytnout spolehlivé výsledky napříč celým spektrem půd. Princip měření

není založen na přímém měření, ale na měření veličiny, u které je znám vztah s vlhkostí půdy. Nejčastěji používané snímače fungují na kapacitním principu. Další možností jsou snímače, které využívají vztah mezi změnou obsahu vody v půdě a podmínkami pro šíření elektromagnetických vln. V každém případě je nutné věnovat pozornost při umístění snímačů do půdy. Ta by měla být zbavena přebytečného skeletu a utužena, aby nevznikaly vzduchové kapsy v místě měření. Hloubka měření pak závisí na konkrétním účelu měření. ČHMÚ provádí automatická měření vlhkosti půdy na 47 klimatologických stanicích (rok 2016). Čidla jsou zde umístěna vodorovně v hloubce 5–10 cm, 10–50 cm a 50–100 cm. V praxi je vhodné umístit čidla dle zamýšleného účelu, čemuž musí odpovídat i pokryv půdy nad čidlem. Pro získání odpovídajících údajů o vlhkosti porostu je vhodné, aby byl nad snímačem porost ve stejném stavu, jako na sledované ploše (LITSCHMANN et al., 2014; STŘEDOVÁ et al., 2016).

3.5.5.4 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu patří k základním vegetačním faktorům, jelikož je nepostradatelná pro mnoho základních životních funkcí rostlin. Teplota vzduchu ovlivňuje například příjem živin, transpiraci, dýchání, fotosyntézu apod. Každá druh rostliny má jiné teplotní nároky, a tím i maximální a minimální hodnoty tolerance teploty vzduchu. Tyto „kritické“ teploty jsou dány stavbou těla rostlin a fyziologickými procesy, které v nich probíhají. Jako hraniční teplota v našich podmínkách uvádí ŠPÁNIK et al. (1997) teplotu 0–5 °C, optimum pak 15–30 °C a maximum, při kterém se zastavuje růst rostlin 35–42 °C. Naopak teploty v blízkosti nebo pod bodem mrazu mohou způsobit poškození nadzemních částí rostlin, zvláště v citlivých fázích vývoje (tzv. jarní mrazíky). Zimní mrazy mohou poškodit i celé rostliny (PETR et al., 1987; LITSCHMANN et al., 2014).

Na teplotě závisí růst a vývoj hmyzích škůdců, kteří patří mezi poikilotermní organismy. Tohoto využívá celá řada modelů založených na sumaci aktivních a efektivních teplot, které tak umožňují signalizovat dosažení jednotlivých vývojových stádií škůdců. Ale i pro vývoj a rozmnožování houbových patogenů je teplota vzduchu významná, obvykle v kombinaci s dalšími veličinami (STŘEDOVÁ et al., 2016).

Způsob měření:

Teplota vzduchu je měřena pomocí teploměrů založených na různém principu a konstrukci. Zemědělská praxe dříve využívala především kapalinové, bimetalové

a registrační termografy. Z praktických důvodů v současnosti převládá využití digitálních teploměrů, a to zvláště v polních podmínkách. Aby bylo možné naměřit skutečné hodnoty, je třeba dbát na správné umístění. Kromě správné výšky v porostu, která by měla být dle zamýšleného účely měření, je třeba umístit snímače do stínítka, pro jejich odizolování od přímého záření. K tomu jsou využívána plastová nebo kovová stínítka převážně bílé barvy (LITSCHMANN et al., 2014).

ČHMÚ měří teplotu vzduchu na cca 240 klimatologických stanicích (rok 2016) a odpočty jsou prováděny v 7, 14 a 21 hodin SEČ. Teploměry jsou umístěny 2 m nad zemí v meteorologické budce. Oproti tomu automatická měření jsou prováděna v 10minutovém intervalu, obvykle pomocí teplotně-vlhkostního čidla, které je umístěno buď v meteorologické budce, nebo v radiačním štítu. V praxi je třeba umístit snímače dle zamýšleného cíle sledování, případně dle požadavků metodiky pro signalizaci konkrétního škodlivého činitele. Například pro signalizaci plísně cibulové nebo skvrnatičky řepné se umísťuje teplotní čidlo společně se snímačem vlhkosti do výšky 10–30 cm v porostu (STŘEDOVÁ et al., 2016).

3.5.5.5 Přízemní teplota vzduchu

Přízemní teplota vzduchu je měřena těsně nad povrchem půdy, obvykle za účelem stanovení minimální teploty v této vrstvě vzduchu. V této výšce se nachází vegetativní a generativní orgány většiny pěstovaných plodin, které jsou zvláště v jarním období a během části vegetace obzvláště citlivé na poškození nízkými teplotami (LITSCHMANN et al., 2014).

Způsob měření:

Měření přízemní teploty je možné dvěma způsoby, teploměrem umístěným v radiačním stínítku a nezastíněným teploměrem. Tato měření je třeba rozlišovat, jelikož se liší zamýšleným účelem měření. Nezastíněný teploměr se využívá pro měření přízemní minimální teploty v 5 cm, protože v noci je přízemní teplota výslednicí teploty vzduchu, dlouhovlnného záření a vlastního dlouhovlnného vyzařování teploměru. Během dne pak měření ovlivňuje i krátkovlnné záření Slunce, proto není vhodné vyhodnocovat měření v průběhu celého dne, ale pouze v noci. Pro vyhodnocování celodenní přízemní teploty se pak používají teploměry opatřené radiačním štítem obdobně jako u měření teploty vzduchu ve 2 m. V praxi je třeba udržovat okolní porost posečený, tak aby nepřerůstal

nad teploměr. To by pak měřil teplotu v uvnitř porostu (STŘEDOVÁ et al., 2016; LITSCHMANN et al., 2014).

3.5.5.6 Teplota půdy

Půda, respektive její povrch, je po hladině vody a povrchu porostů rostlin nejčastějším aktivním povrchem, jež působí na teplotu vzduchu. Teplota půdy je ovlivňována bilancí záření, evapotranspirací, výměnou tepla mezi půdou a atmosférou, takže je výsledkem radiační a energetické bilance. Režim teploty půdy dále ovlivňují fyzikální vlastnosti půdy, zvláště její tepelné vlastnosti, které jsou silně ovlivněny obsahem vody v půdě. Ze všech klimatických faktorů teplota půdy nejvíce ovlivňuje velikost kationtové výměnné kapacity v ornici. Dále ovlivňuje život mikroorganismů a je to taktéž velmi významný agroklimatický prvek, který ovlivňuje dobu setí, klíčení, vzcházení a přezimování rostlin, mimo to ovlivňuje aktivitu edafonu, rychlost zvětrávání, vodní a vzdušný režim a například také fenologii (ROŽNOVSKÝ a HAVLÍČEK, 1999; ŽALUD, 2015; STŘEDOVÁ et al., 2014).

Způsob měření:

Teplotu půdy je možné měřit manuálně nebo automaticky. Jako standardní uvádí ŽÍDEK a LIPINA (2003) hloubky měření 5, 10, 20, 50 a 100 cm. Pro manuální měření se v minulosti využívaly (na některých stanicích ČHMÚ dodnes využívají) rtuťové skleněné teploměry. V zemědělské praxi je výhodnější využívat elektronické teploměry se záznamovým zařízením a stačí měřit pouze v mělčích vrstvách, maximálně do 50 cm (LITSCHMANN et al., 2014).

Automatická měření jsou prováděna odporovými teploměry kontinuálně v průběhu celého dne. Teploměry je třeba umisťovat tak, aby byl porost nad teploměrem shodný s okolním prostředím. V průběhu vegetace je vhodné kontrolovat umístění teploměru (STŘEDOVÁ et al., 2016).

3.5.6 Vybavení a umístění mikroklimatické meteostanice v porostu kukuřice

Meteorologická stanice pro porostní monitoring může být vybavena celým spektrem snímačů a zařízení pro měření vybraných meteorologických prvků. Výběr měřených veličin, by měl být proveden s ohledem na zamýšlené využití dat. Pro sledování všeobecných informací není zapotřebí vybavovat stanici příliš složitými přístroji. Naopak

na stanice určené pro signalizaci houbových chorob a dalších patogenů jsou kladeny nároky vyšší dle jednotlivých metod (STŘEDOVÁ et al., 2016).

Dle LITSCHMANN et al. (2014), by meteorologická stanice pro monitoring v porostu kukuřice měla obsahovat snímače pro měření teploty a vlhkosti vzduchu, atmosférických srážek a teploty půdy. Doporučené prvky měření jsou přízemní teplota vzduchu a vlhkost půdy. Doporučené konfigurace meteorologických stanic pro monitoring v porostech vybraných plodin uvádí Tab. 2. Mezi specifické umístění snímačů pro měření teploty a vlhkosti vzduchu patří tzv. efektivní výška porostu, která odpovídá přibližně 70 % aktuální výšky porostu. Tato část vertikálního profilu vegetace je významná z hlediska výskytu patogenů a hmyzích škůdců (KRÉDL, 2012; STŘEDOVÁ et al., 2011).

Tab. 2: Doporučené konfigurace meteorologických stanic pro porostní monitoring (převzato od LITSCHMANN et al., 2014)

MĚŘENÝ PRVEK	PLODINA							
	brambory	kukuřice	cukrovka	obilniny	řepka	sady	vinná réva	cibule, zelenina
Teplota vzduchu	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Vlhkost vzduchu	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
2. snímač teploty vzduchu			▲		▲			▲
2. snímač vlhkosti vzduchu			▲		▲			▲
Srážky	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲
Přízemní teplota	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Teplota půdy	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲
2. teplota půdy	▲					▲	▲	
Ovlhčení listů	▲				▲	▲	▲	▲
Vlhkost půdy	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲

▲ nutný prvek
▲ doporučený prvek

Meteorologická stanice by měla být v porostu umístěna dle požadavků na měřené údaje. V případě, že jsou data využívána pro signalizaci konkrétního škodlivého činitele, pak by měla být stanice umístěna co nejbližně pěstební ploše dané plodiny. Avšak vždy je nutné brát ohled na to, jakým způsobem naměřená data konkrétní model signalizace vyžaduje (LITSCHMANN et al., 2014).

3.5.7 Výběr klimatologických charakteristik

Mikroklima konkrétního porostu je možné definovat pomocí celé řady klimatologických charakteristik. Pro určení dynamiky vývoje škodlivých činitelů a jejich signalizaci se využívá sumování efektivních a aktivních teplot (STŘEDOVÁ et al., 2011).

3.5.7.1 Efektivní teplota

Efektivní teplota je teplota vzduchu, zmenšená o hodnotu biologického minima teploty. Například když je zaznamenaná teplota 17 °C a teplota biologické nuly 10 °C, pak je efektivní teplota 7 °C (HAVLÍČEK et al., 1987).

3.5.7.2 Aktivní teplota

Aktivní teplota je teplota vyšší, než je biologické minimum, tedy 17 °C je zároveň i aktivní teplotou. Naopak hodnota 9 °C by v tomto případě nenáležela do aktivních teplot (HAVLÍČEK et al., 1987).

3.5.7.3 Suma efektivních teplot (SET)

Suma efektivních teplot často označovaná pouze jako SET, je součet průměrných denních teplot snížených o biologické minimum (viz efektivní teplota) konkrétní plodiny nebo škodlivého organismu. Výpočet SET se využívá pro hodnocení vlivu teploty na růst a vývoj rostlin.

SET je možné počítat za určitá období, například k zaznamenání konkrétní sumy teplot potřebné pro dosažení dané růstové fáze vybrané plodiny (HAVLÍČEK et al., 1987).

Jednou z možností využití SET u kukuřice je stanovení optimální silážní zralosti. Pro jednotlivé stupně ranosti FAO jsou stanovena rozpětí sum efektivních teplot, tedy například pro hybridy kukuřice společnosti KWS v rámci rozpětí FAO 250-380 je teplotní úhrn 1440–1500 °C. Tyto sumy efektivních teplot jsou pouze orientační a při jejich dosažení se předpokládá sušina celé rostliny na úrovni 30–31 %. Na porosty v konkrétních pěstitelských podmínkách má dále vliv půdní druh, expozice pozemku, stres suchem, výsev před 20.4., nebo po 10.5. Proto je zapotřebí při využití SET v konkrétních podmínkách pracovat s určitou korekturou. Při sumování těchto teplot se jako biologické minimum odečítá teplota 6 °C, pod kterou není kukuřice schopna růst

a naopak teploty přesahující 30 °C již také nejsou efektivně využívány k asimilaci (KWS, 2017; Prokop, 2001).

Ke stanovení průběhu vývoje kukuřice a určení zralosti jsou ve světě využívány i jiné systémy, než je SET. Z těch hlavních je to ve Spojených státech amerických využíváný GDD (growing degree day) a v Kanadě CHU (corn heat unit) (KUMUDINI et al., 2014). Kromě odhadu zralosti kukuřice se využívají sumy efektivních teplot i pro signalizaci dosažení jednotlivých vývojových stadií škůdců (STŘEDOVÁ et al., 2016).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Popis lokality

Monitoring mikroklimatu v porostu kukuřice byl v roce 2016 realizován na rodinné farmě BUREŠ ve Švábenicích (Jihomoravský kraj, okres Vyškov) na dvou místech. Dále byla využita data z účelové meteorologické stanice ze sítě Teranos ALA umístěné v areálu farmy (49°16'44.90"N 17° 6'58.49"E).

4.1.1 Lokalita „Hřiště“ (49°16'57.86"N 17° 7'32.68"E)

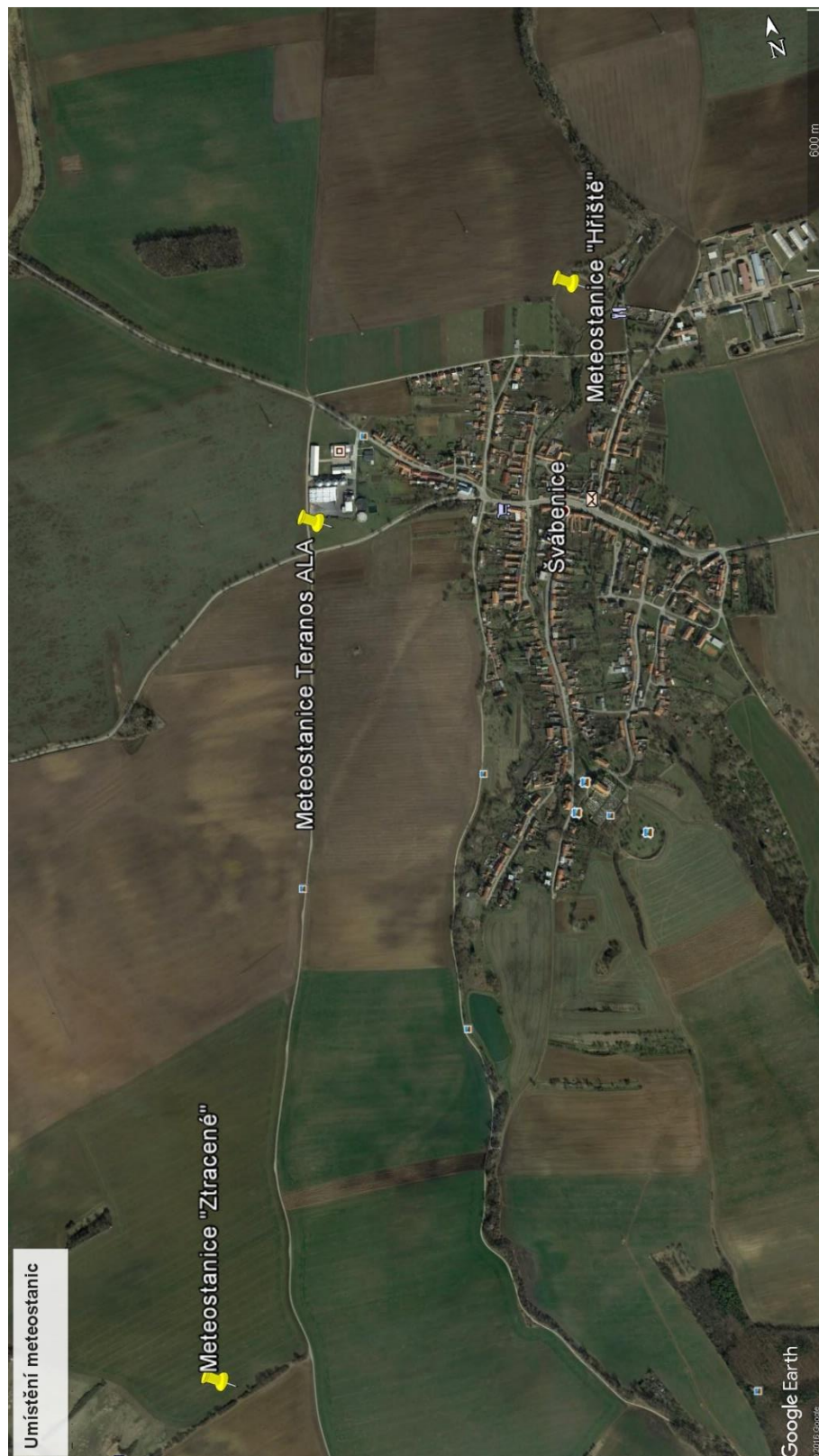
První meteostanice pro měření mikroklimatu v kukuřici byla umístěna do porostu odrůdového pokusu hybridů kukuřice KWS. Ten je na farmě již několik let pravidelně realizován na půdním bloku 9509-0 (550-1150) o výměře 0,92 ha. Je zde tedy očekáván vyšší tlak škodlivých činitelů. Pozemek je rovinatý s průměrnou sklonitostí 1,22 ° a nadmořskou výškou 253,3 m (LPIS, 2017). Klimatický region je teplý, mírně vlhký a průměrná teplota 8-9 °C. Roční suma teplot nad 10 °C je 2500–2800 °C a průměrný úhrn srážek 550–650 mm. Půda je hluboká až velmi hluboká (VÚMOP, 2017). Dříve zde bylo zahradnictví, takže je půda humózní a velmi úrodná. Vzdušná vzdálenost od stanice Teranos ALA byla 800 m.

Kukuřice byla zasetá 17.4.2016 a sklizena 13.9.2016. Ze zasetých silážních hybridů byly vybrány tři s největším rozpětím ranosti. První BALASCO s FAO 380 (výsevek 83 300 zrn/ha), druhý ATLETICO s FAO 280 (88 900 zrn/ha) a třetí FIGORINIO s FAO 250 (102 000 zrn/ha).

4.1.2 Lokalita „Ztracené“ (49°15'46.15"N 17° 6'26.33"E)

Druhá meteorologická stanice byla umístěna v porostu kukuřice na běžné provozní ploše na půdním bloku 1601-0 (560-1150) o celkové výměře 49,91 ha. Půda je zde středně hluboká až hluboká. Pozemek je mírně svažité orientovaný na západ až severozápad, má průměrnou sklonitost 4,87 ° a průměrnou nadmořskou výšku (LPIS, 2017). Pozemek byl vybrán jako kontrastní vůči první lokalitě, kde je významně úrodnější půda, dále pro srovnání odlišných mikroklimatických podmínek. Vzdálenost meteostanice od stanice Teranos ALA byla 2 000 m a od meteostanice „Hřiště“ 2 600 m vzdušnou čarou.

Zde byl datum setí 8.4.2016 a datum sklizně 30.8.2016. Hybrid ATLETICO FAO 280 (92 000 zrn/ha).



Obr. 2: Umístění jednotlivých meteorostanic v katastru Švábenice (zdroj: data: BUREŠ, 2017, mapy: Google Earth, 2017)

4.2 Charakteristika sledovaných hybridů kukuřice

4.2.1 Figorinio

Dvouliniový hybrid s FAO 250 určený na siláž s velmi rychlým počátečním růstem a dobrou odolnost vůči chladu a poléhání. Má vysokou toleranci k přísušku a patří mezi tzv. stay green hybridy, tedy s velmi pozvolným dozráváním. Uváděná výška rostliny je 3,1 m (KWS OSIVA, 2017).

4.2.2 Atletico

Tříliniový hybrid s FAO 280 určený na siláž s rychlým počátečním vývojem. Přizpůsobivý a stabilní s výbornou odolností vůči chladu. Má vysoký vzrůst, bohaté olistění, pevné stéblo a velkou palici, čímž zajišťuje rekordní výnosy. Způsob dozrávání tohoto hybridu je rovnoměrné. Uváděná výška rostliny je 3,2 m (KWS OSIVA, 2017).

4.2.3 Balasco

Tříliniový hybrid s FAO 380, určený na siláž určený do nejteplejších oblastí České republiky, kde dosahuje velmi vysokých výnosů. Má vysokou odolnost vůči přísuškům a výborný zdravotní stav. Je to velmi plastický hybrid s bohatým olistěním a širokými listy. Uváděná výška rostliny je 2,9 m (KWS OSIVA, 2017).

4.3 Monitoring mikroklimatu a použité přístroje

V průběhu vegetačního období roku 2016 proběhl na vybraných lokalitách monitoring mikroklimatických podmínek v porostu kukuřice. Sběr těchto dat byl proveden za účelem stanovení SET potřebných pro nástup sledovaných fenofází kukuřice a výskyt vybraných škodlivých činitelů. Na jednotlivých stanovištích byla zaznamenávána teplota vzduchu ve 2 m a 0,3 m nad zemí (senzor DS18B20 1-Wire, Dallas Semiconductor); vlhkost vzduchu ve stejných výškách (senzor Honeywell HIH 4000); teplota a vlhkost vzduchu v efektivní výšce, přibližně 70 % aktuální výšky porostu (senzor Onset Company: HOBO RH/Temp logger); teplota půdy v 0,05 m (senzor DS18B20 1-Wire, Dallas Semiconductor) a vlhkost půdy v 30 cm (AMET sensors VIRRIB Velké Bílovice). Všechny senzory pro měření nad úrovní země byly umístěny v radiačních sítích viz Obr. 2. Data byla zaznamenávána v 15minutových krocích a během vegetace průběžně stahována.



Obr. 3: Ukázka konfigurace stanice na lokalitě „Hřiště“ (BUREŠ, 2016)



Obr. 4: Stahování naměřených dat v terénu (BUREŠ, 2016)

Z účelové meteorologické stanice ze sítě Teranos ALA byly využity naměřené údaje o teplotě vzduchu ve 2 m nad povrchem krátce střiženého trávníku a teplot půdy v hloubce 0,1 m.



Obr. 5: Meteostanice ze sítě Teranos ALA (BUREŠ, 2016)

4.4 Sledování fenofází kukuřice a vybraných škodlivých činitelů

Sledování v porostu byla během vegetační doby prováděna obvykle 1–2krát týdně, v závislosti na dané růstové fázi. Jednotlivé fenologické fáze kukuřice byly determinovány dle systému pro sjednocené kódování fenologických růstových stádií BBCH (HÁJKOVÁ et al., 2012) a také dle fenologického atlasu COUFAL et al. (2004). Dvakrát ke konci vegetace byly odebrány rostliny a proveden rozbor na obsahové látky.

Pro pozorování byli ze zástupců škůdců vybráni bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera* LeConte, 1858), zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis* H., 1796) a bzunka ječná

(*Oscinella frit* L., 1758), která dle KAZDA (2014) nabývá na významu jakožto škůdce vzcházejících rostlin kukuřice.

Z chorob byly sledovány obecná snětivost kukuřice (*Ustilago maydis*) a obecná listová spála kukuřice (*Helminthosporium turcicum*) a rzivost kukuřice (*Puccinia sorghi*).

Způsob pozorování výskytu škodlivých činitelů byl na základě jejich vnějších projevů na rostlinách kukuřice. Dle KAZDA (2014) je například sledování bzunky ječné je v porostu prakticky nemožné, jediné až při výskytu poškození. Výjimkou byl bázlivec kukuřičný, který je na našem území stále jako nový škůdce a jehož význam neustále stoupá. U něj byl zjišťován výskyt prvního dospělého, k čemuž byly využity feromonové lapáky DELTASTOP DV (PROPER s.r.o.) na obou lokalitách. Pro determinaci příznaků poškození byly využity publikace Škůdci polních plodin (KAZDA, 2014) a Choroby polních plodin (PROKINOVÁ, 2014).

4.5 Zpracování a hodnocení dat

Zjištěný nástup a trvání fenologických fází bylo konfrontováno se sumami efektivních teplot počítaných, vzhledem k biologické aktivitě rostlin kukuřice seté, z intervalu 6–30 °C. Použity byly naměřené teploty z účelové meteorologické stanice ze sítě Teranos ALA umístěné v areálu farmy, z výšky 2 m nad krátce střiženým trávníkem.

Dle KWS (2017) je metodika výpočtu sumy denních efektivních teplot pro kukuřici je založena na sčítání denních středních teplot, od kterých je odečtená minimální teplota 6 °C. Zohledňují se pouze teploty ve výše uvedeném rozsahu 6–30 °C. Vzorec výpočtu:

$$\text{Denní efektivní teplota} = \frac{\text{minimální teplota} + \text{maximální teplota}}{2} - 6$$

Pro výskyt škodlivých činitelů byly vypočítány sumy efektivních teplot z dat naměřených v efektivní výšce porostu jako místu, kde se tyto škodlivé činitele obvykle vyskytují v největší míře.

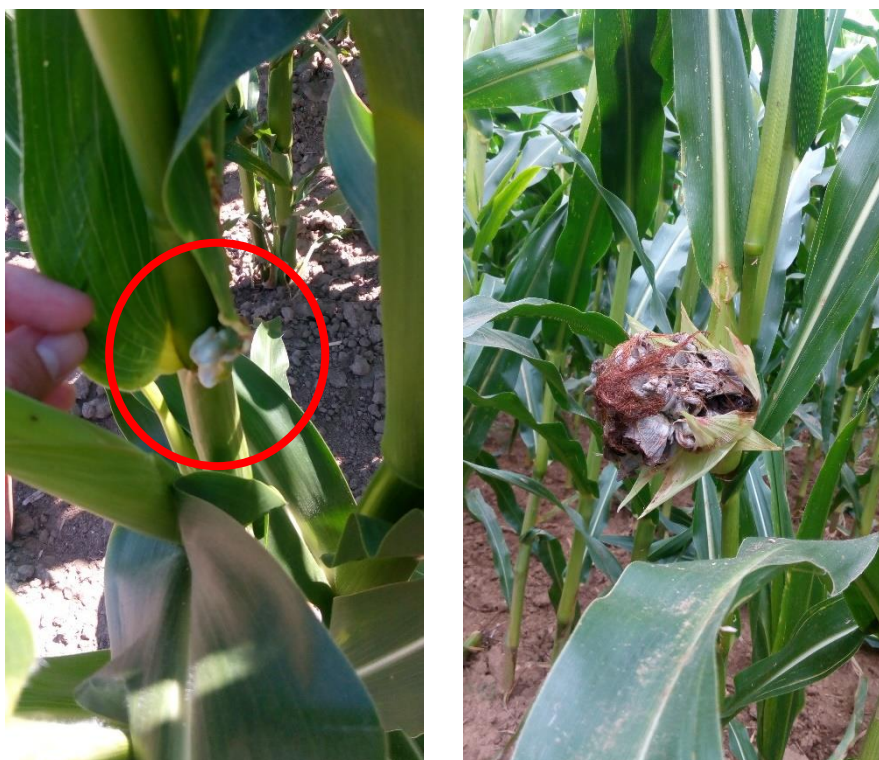
Dále byla vypočítána suma efektivních teplot nutných pro výskyt prvního dospělého bázlivce kukuřičného. Na základě předchozích studií (STŘEDA et al., 2013) bylo

zjištěno, že pro bázlivce je biologické minimum teplota půdy 10 °C. Proto byly teploty sumovány od této hodnoty.

5 VÝSLEDKY A DISKUSE

5.1 Výsledky pozorování chorob

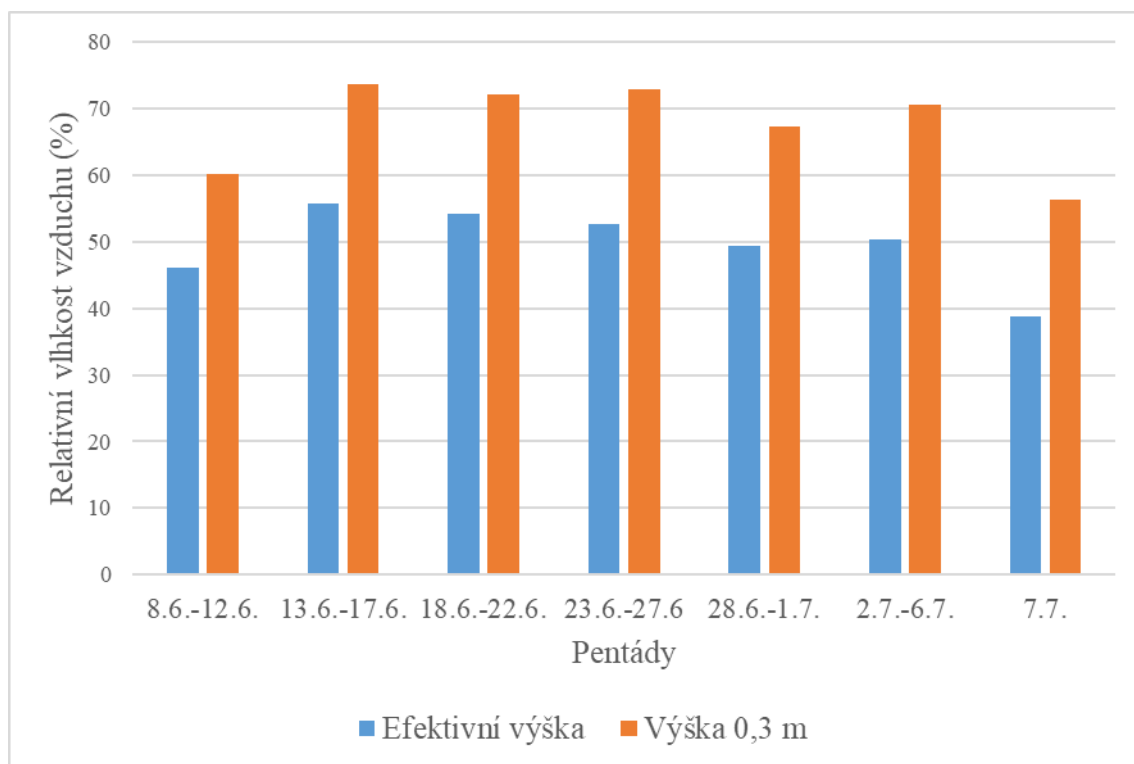
V průběhu vegetace byl průběžně sledován výskyt projevů napadení rostlin vybranými patogeny a škůdci. Z chorob byla zaznamenána pouze obecná snětivost kukuřice (8.7.2016) a to jen na několika poškozených rostlinách od zvěře viz Obr. 6 a 7, kde je vidět počáteční a pokročilé stádium projevu choroby.



Obr. 6: Vnější projev napadení patogenem Ustilago maydis ze dne 8.7.2016 (vlevo) (BUREŠ, 2016)

Obr. 7: Vnější projev napadení patogenem Ustilago maydis ze dne 20.8.2016 (vpravo) (BUREŠ, 2016)

Obr. 8 uvádí pětidenní průměrné relativní vlhkosti vzduchu měsíc před výskytem příznaku. Lze vidět nárůst vlhkosti vzduchu od druhé pentády v přízemní výšce, avšak v efektivní výšce se vlhkost mírně snižovala. Nelze s jistotou tvrdit, že tyto vlhkostní podmínky měly vliv na rozvoj a šíření daného patogena, neboť napadené rostliny byly dříve poškozeny zvěří. Poškozená místa se pak mohly stát vstupními branami pro napadení rostliny patogenem i bez infekci podporujících mikroklimatických podmínek.



Obr. 8: Pentády průměrné vlhkosti vzduchu v efektivní výšce a přízemní výšce v porostu měsíc před výskytem *Ustilago maydis* a průměrné vlhkosti vzduchu den před objevením symptomu choroby

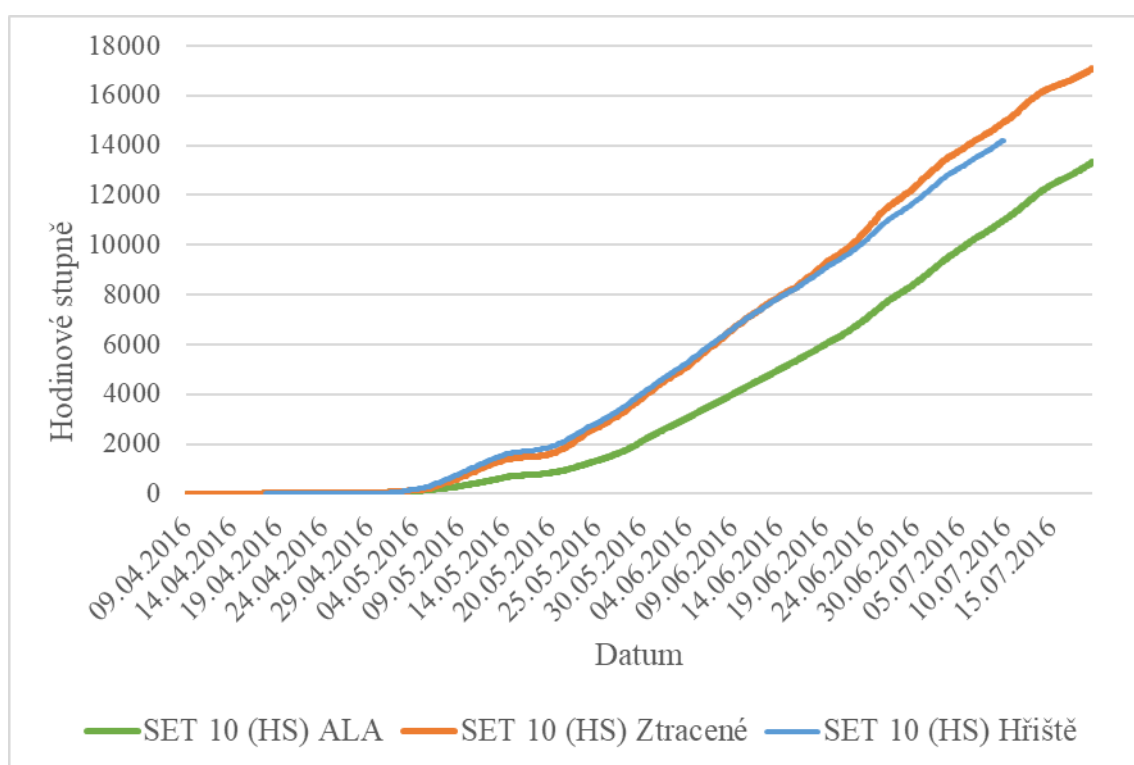
5.2 Výsledky pozorování škůdců

Z projevů napadení vybranými škůdci nebyl zaznamenán žádný ani na jedné z lokalit, pravděpodobně z důvodu nižšího výskytu škůdců v dané sezóně a lokalitě. Dále byla na pozemku „Hřiště“ aplikována biologická ochrana pomocí parazitické vosičky *Trichogramma pinto* a *Trichogramma evanescens* a na pozemku „Ztracené“ chemická ochrana vůči zavíječi kukuřičnému, což je další z pravděpodobných příčin nízkého výskytu škůdce.

Při sledování výskytu bázlivce kukuřičného pomocí feromonových lapáků, byl zjištěn první výskyt dospělců 10.7. 2016 na lokalitě „Hřiště“. Na druhém pozorovacím stanovišti byl první výskyt zaznamenán až 20.7. 2016.

Sumování efektivních teplot půdy v 0,05 m s prahovou hodnotou 10 °C proběhlo na každé lokalitě od založení porostu po záchyt prvního dospělého bázlivce kukuřičného. Obr. 9 zobrazuje průběh načítání SET 10 půdy v hodinových stupních. Mezi načítáním teplot na jednotlivých meteostanicích je viditelný rozdíl, a to především mezi měřením

v porostu a nad trávnickem. Z tohoto je patrný rozdíl chování teplot půdy s nízkým travnatým pokryvem a porostu kukuřice. Měřit tedy teploty přímo v mikroklimatických podmínkách daného porostu má velký význam. Mezi jednotlivými měřeními v porostu není zásadní rozdíl až do přibližně 20.6.2016, kde je vidět jasné oddělení křivek a vyšší nárůst teplot na lokalitě „Ztracené“, kde v době záchytu dospělce na poli „Hřiště“ byla SET 10 vyšší o 710 hodinových stupňů (HS). Toto mohlo být způsobeno odlišnou orientací pozemku ke světovým stranám a jinými půdními podmínkami.



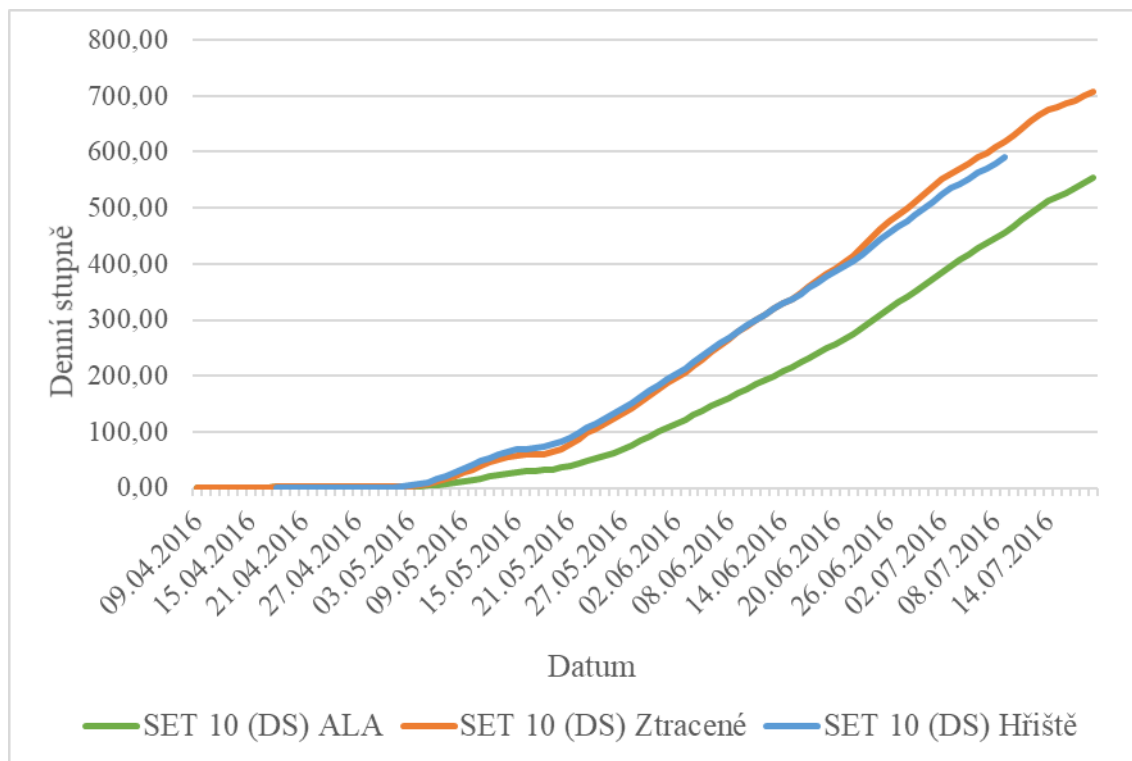
Obr. 9: SET 10 půdy (hodinových) od zasetí do zaznamenání prvního dospělce na obou lokalitách a ve srovnání se stanicí Teranos ALA

V Tab. 3 je lépe vidět daný rozdíl v naměřených teplotách na jednotlivých stanicích v době záhytu bázlivce. PROCHÁZKOVÁ (2012) uvádí z pětiletých měření sumy efektivních teplot nad 10 °C v půdě (v 5 cm) rozmezí 14 660–18 884 HS. Do tohoto intervalu spadají zjištěné hodnoty HS na pozemku „Ztracené“. Na stanici „Hřiště“ mohl být mírný rozdíl způsoben případně hlouběji umístěným čidlem, což platí i pro stanici ALA, kde byla teplota půdy měřena v 0,1 m.

Tab. 3: Porovnání zjištěných HS na jednotlivých stanicích od zasetí do zaznamenání prvního dospělé bázlivce kukuřičného

Stanice	Datum	Pozemek	SET HS
ALA	10.7.	Hřiště	10 987
Hřiště	10.7.	Hřiště	14 204
ALA	20.7.	Ztracené	13 315
Ztracené	20.7.	Ztracené	17 075

V Obr. 10 je zobrazen průběh načítání sum efektivních teplot nad 10 °C v půdě v denních stupních. Zde je prakticky totožný průběh načítání teplot jako pro hodinové stupně.



Obr. 10: SET 10 půdy (denních) od zasetí do zaznamenání prvního dospělce na obou lokalitách a ve srovnání se stanicí Teranos ALA

V tabulce níže (Tab. 4) jsou uvedeny hodnoty denních stupňů zjištěných na jednotlivých stanicích. Námi naměřené hodnoty na pozemku „Ztracené“ byly 709 DS pro hloubku 0,05 m, což koresponduje s hodnotami, které pro tuto hloubku zjistili STŘEDA et al. (2013). Ti uvádí jako pětiletý průměr SET 10 na lokalitě Žabčice (okr. Brno-venkov) pro hloubku 0,05 m 719 DS a pro hloubku 0,1 m 684 DS. Na pozemku „Hřiště“, kde byl očekáván vyšší tlak škůdce vlivem dlouhodobého pěstování kukuřice, byla zjištěna hodnota SET 10 pro hloubku 0,05 m 591 DS. To se shoduje s hodnotami zjištěnými autory DERRON et al. (2005) ve Švýcarsku pro hloubky půdy 0,05 m a 0,1 m, kde stanovili po tříletém měření SET nad 10,5 °C hodnotu 600 ± 40 DS. BUREŠ (2015) v katastru Švábenice zjistil SET 10 z naměřených teplot vzduchu ve vertikálním profilu porostu kukuřice s hodnotou 669,62 DS pro 0,3 m nad zemí, 657,45 DS v efektivní výšce a 658,67 DS ve 2 m. Tyto hodnoty jsou poměrně blízké hodnotám zjištěným z měření půdy v této práci a mohlo by se jevit jako vhodné pro predikci výskytu bázlivce kukuřičného, avšak STŘEDA et al. (2013) uvádí, že přesnější je zjišťovat SET z měření teplot půdy.

Tab. 4: Porovnání zjištěných DS na jednotlivých stanicích od zasetí do zaznamenání prvního dospělce bázlivce kukuřičného

Stanice	Datum	Pozemek	SET DS
ALA	10.7.	Hřiště	456
Hřiště	10.7.	Hřiště	591
ALA	20.7.	Ztracené	553
Ztracené	20.7.	Ztracené	709

5.3 Výsledky sledování fenofází

V Tab. 5 jsou uvedeny hodnoty denních efektivních teplot, které byly vypočteny pro vybrané fenologické fáze, jejichž nástup byl zaznamenán v průběhu vegetace.

Tab. 5: Intervaly mezi nástupy jednotlivých fenofází vybraných hybridů

Hybrid	Setí až vzcházení		Vzcházení až metání		Metání až počátek kvetení samčích květů		Vzcházení až silážní zralost	
	*	**	*	**	*	**	*	**
FIGORINIO	30	80	48	579	6	129	104	1177
ATLETICO Z.	34	153	59	596	5	185	121	1280
ATLETICO	30	80	48	579	5	129	110	1257
BALASCO	30	80	58	660	6	159	118	1311
* Trvání intervalu (dny)				** Teplotní suma (°C)				

Při porovnání s hodnotami, které uvádí HÁJKOVÁ et al. (2012) pro nadmořskou výšku do 300 m. n. m., kam náleží oba sledované pozemky, bylo zjištěno, že zjištěné hodnoty jsou přibližně poloviční. Například pro interval vzcházení až metání je uváděna hodnota 1048 °C a 63 dnů, tak například pro hybrid Atletico bylo na pozemku „Ztracené“ naměřeno 596 °C a 59 dnů. Rozdíl v délce intervalu jsou pouze 4 dny, což značí, že délka období od vzcházení po metání byla zaznamenána správně. Diference v teplotních úhrnech může být způsobena jinou metodikou výpočtu. U tohoto hybridu je i patrný negativní vliv brzkého setí, které způsobilo opožděný vývoj oproti později setým hybridům.

Větší shoda byla nalezena s hodnotami, které uvádí u svých hybridů kukuřice společnost KWS France (2017). U hybridu Atletico, tedy hybrid s FAO 280, šlechtitel uvádí úhrn teplot 880–910 °C. Námi vypočítaná suma byla 781 °C pro pole „Ztracené“ a 708 °C pro „Hřiště“, jak je uvedeno v Tab. 6. Zde jsou difference již nižší, nejspíše z důvodů, že byla pro výpočet použita metodika uváděná KWS (2017).

Tab. 6: Srovnání vypočtených hodnot s hodnotami uvedenými šlechtitelem

FAO	Hybrid	Setí až kvetení		Setí až silážní zralost	
-	-	*	**	*	**
250	FIGORINIO	708	870-900	1257	1400-1450
280	ATLETICO Z.	781	880-910	1432	1450-1490
280	ATLETICO	708	880-910	1338	1450-1490
380	BALASCO	819	950-975	1392	1500-1600
		* Vypočtená teplotní suma (°C) ** Teplotní suma dle KWS (°C)			

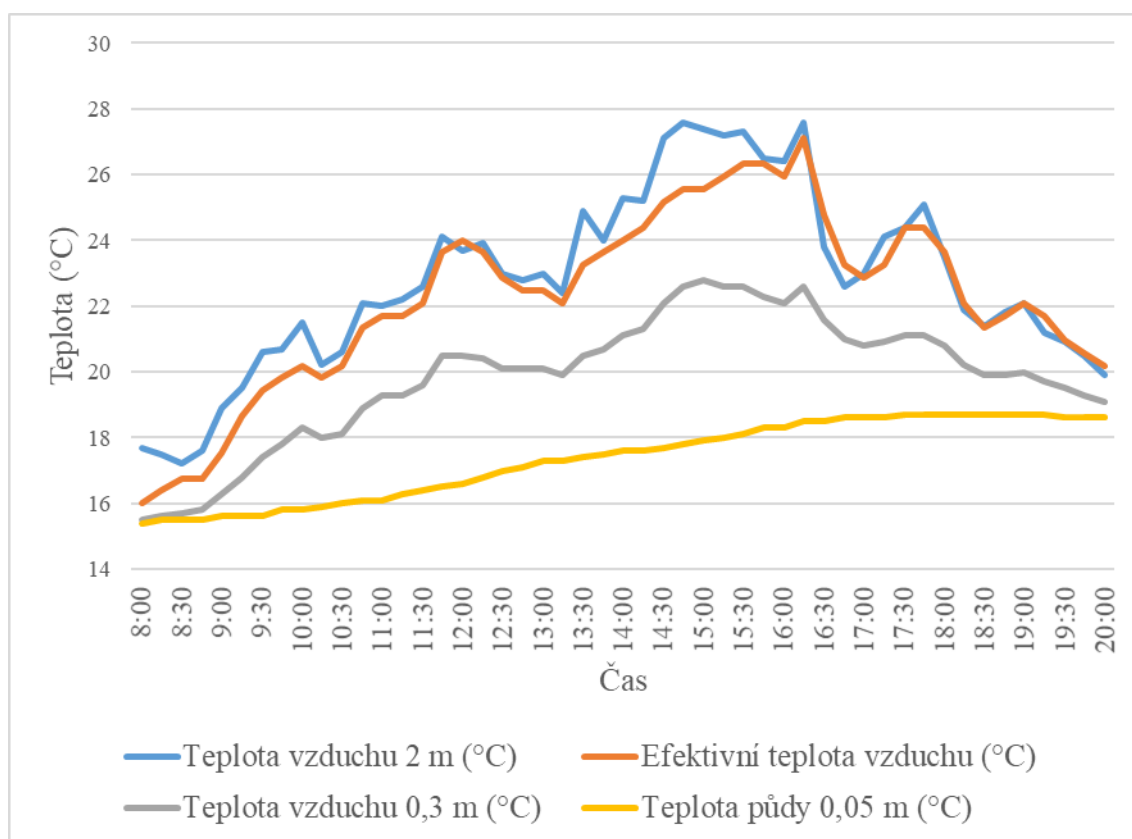
Rostliny byly ke konci vegetace dvakrát analyzovány mobilní laboratoří KWS, jejichž výsledky jsou uvedeny v Tab. 7. U jednotlivých hybridů je patrný rozdíl v obsahových parametrech dle jejich ranosti.

Tab. 7: Srovnání obsahu látek po analýze rostlin (zdroj dat: MAŇÁSEK, 2016)

Hybrid	Analýza rostlin 30.8.			Analýza rostlin 13.9.	
	*	**	***	*	**
FIGORINIO	1257	33,4	31,8	1392	44,9
ATLETICO Z.	1299	34,0	30,5	Sklizeno dříve	
ATLETICO	1257	33,9	30,5	1392	42,3
BALASCO	1257	30,5	29,1	1392	32,9

* Teplotní suma (°C) ** Sklizňová sušina (%) *** Obsah škrobu (%)

Na Obr. 11 je vyobrazen průběh teplot v různých výškách vertikálního profilu vzrostlého porostu kukuřice v průběhu velmi slunečného dne 17.7.2016.

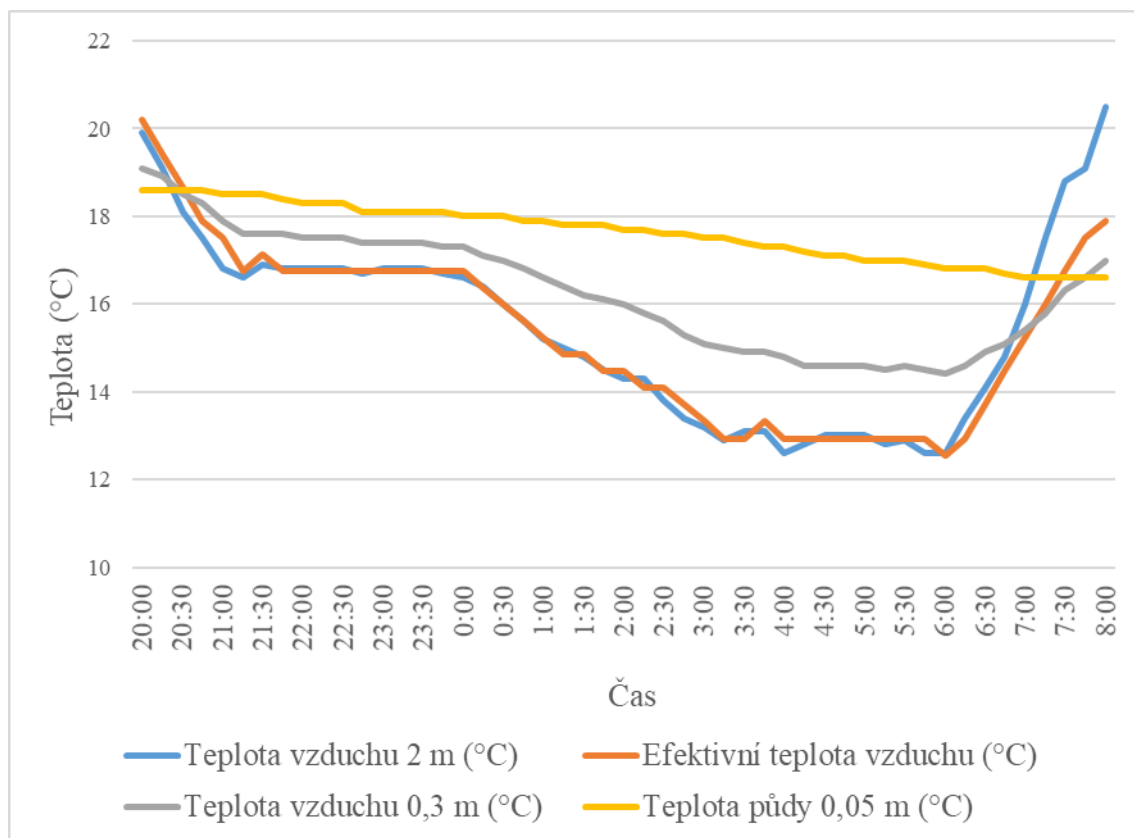


Obr. 11: Průběh teplot vzduchu a půdy v rámci vertikálního profilu porostu během slunečného dne 17.7.2016 změřené na meteostanici na pozemku „Hřiště“

Je zde patrný rozdíl v teplotách, kdy nejvyšších teplot bylo dosahováno ve výšce 2 m, zvláště od 14 do 16 hodin. Teploty v efektivní výšce byly povětšinou jen lehce nižší

a tento rozdíl se snižoval v pozdních odpoledních hodinách. V rámci přízemní teploty je jasně zřetelný vliv porostu a teploty jsou zde až o 5 °C nižší než ve výšce 2 m. Nejstabilnější je teplota půdy, která zaznamenává během dne jen malý nárůst, a to o 3 °C.

V noci je tomu přesně naopak, to znamená největší pokles na teplotě vzduchu je ve 2 m a efektivní výšce. Vlivem porostu kukuřice ztrácí půda teplotu jen pozvolna a v tomto případě pouze o 2 °C, jak je uvedeno v Obr. 12.



Obr. 12: Průběh nočních teplot vzduchu a půdy v rámci vertikálního profilu porostu změřených v noci ze dne 17. na 18.7.2016 změřené na meteostanici na pozemku „Hřiště“

6 ZÁVĚR

V roce 2016 byl proveden mikroklimatický monitoring v porostech kukuřice seté na pozemcích rodinné farmy BUREŠ ve Švábenicích. Zde bylo provedeno srovnání měření na dvou pozemcích v různém termínu zasetých hybridů kukuřice s rozdílným stupněm ranosti. Bylo zjištěno, že brzký termín setí negativně ovlivnil vývoj kukuřice, která v důsledku toho měla zpožděný počáteční růst. Mimo to byly porovnány zjištěné sumy teplot nutných pro nástup vybraných fenofází kukuřice s uváděnými sumami teplot šlechtitelem hybridů kukuřice a sumami, které uvádí ČHMÚ jako průměrné pro podmínky České republiky. Byly zjištěny významné odchylky od pozorování ČHMÚ, které mohly být způsobeny rozdílnou metodikou měření. U hodnot, které uvádí společnost KWS pro své hybridy, byly zjištěny menší, avšak dosti významné odchylky.

Pro predikci výskytu škůdců se jeví sledování mikroklimatu jako velmi užitečné. V této práci byl sledován bázlivec kukuřičný, pro něhož byly upřesňovány sumy efektivních teplot půdy nad 10 °C. Tato měření byla porovnána s výsledky jiných autorů a byla zde nalezena shoda.

Monitoring mikroklimatu porostu má nepochybně velký význam, ať už v predikci škodlivých činitelů, tak při odhadu sklizně. Pro odhad sklizňové zralosti však není příliš vhodné spoléhat na samotný výpočet, jelikož vývoj porostu je ovlivňován více parametry. I v případě použití korektur by si tato metoda měla zachovat spíše informativní charakter, jenž by byl nástrojem k „aktivování“ agronoma, aby včas zkontroloval stav porostu a případně provedl odběr rostlin a jejich analýzu. Využití měření mikroklimatu porostu za účelem predikce výskytu škůdců a pro naplánování včasného ošetření se jeví jako vhodnější.

7 SEZNAM ZDROJŮ

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

AGRIOS, G. N. *Plant pathology*. 4th Ed. San Diego: Academic Press, 1997, 635 s. ISBN 0-12-044564-6.

ALLEN, T., 2012: *The Principles of Plant Pathology: The Disease Triangle and Influence of the Environment*. Databáze online [cit. 2017-04-02]. Dostupné na: <http://www.mississippi-crops.com/2012/08/31/the-principles-of-plant-pathology-the-disease-triangle-and-influence-of-the-environment/>

BADAL, J. a KREČMER V. *Bioklimatologický slovník terminologický a explikativní*. Praha: Academia, 1980.

BAGAR, M. Snadno, rychle a efektivně proti zavíječi kukuřičnému. *Úroda*. 2016, **2016**(3), 39.

BUREŠ, S., 2015: *Rostlinolékařské aspekty zvýšeného zastoupení kukuřice v pilotním zemědělském podniku*. Brno. Bakalářská práce (nepubl.). Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství. Vedoucí práce Ing. Tomáš Středa, Ph.D.

CALONNEC, A., BURIE J. B., LANGLAIS M., GUYADER S., SAINT-JEAN S., SACHE I. a TIVOLI B. Impacts of plant growth and architecture on pathogen processes and their consequences for epidemic behaviour. *European Journal of Plant Pathology*. 2013, **2013**(135), 479-497.

COSTES, E., LAURI P. E., SIMON S. a ANDRIEU B. Plant architecture, its diversity and manipulation in agronomic conditions, in relation with pest and pathogen attacks. *European Journal of Plant Pathology*. 2013, **2013**(135), 455–470.

COUFAL, L. et al. *Fenologický atlas*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2004. ISBN 80-86690-21-0.

ČSÚ, 2017: *Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin – 2016*. Databáze online. [cit. 2017-04-22]. Dostupné na: <https://www.czso.cz/csu/czso/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2016>

DERRON, J.O., BERTOSSA M., BRUNETI R. a COLOMBI L. Flight phenology of western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera*) in Switzerland South of the Alps. *Revue Suisse d'Agriculture*. 2005, **2005**(37), 61–64.

FRANCL, L. J., 2007: *The Disease Triangle: a plant pathological paradigm revisited*. Databáze online [cit. 2017-04-01]. Dostupné na: <https://www.apsnet.org/edcenter/instcomm/TeachingArticles/Pages/DiseaseTriangle.aspx>

GEIGER, R. *The climate near the ground*. 4th Ed. Cambridge: Harvard University Press. 1965, 611 s.

HÁJKOVÁ, L. *Atlas fenologických poměrů Česka: Atlas of the phenological conditions in Czechia*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2012. ISBN 978-80-86690-98-8.

HARTMANN, H. T., MCMAHON M., KOFRANEK A. M. a RUBATZKY V. E., ed. *Plant science: growth, development, and utilization of cultivated plants*. 5th ed. Boston: Prentice Hall, c2011. ISBN 978-0-13-501407-3.

HAVLÍČEK, V. *Agrometeorologie*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1986.

HUDEK, K. a GUTTEN J. *Encyklopedie chorob a škůdců*. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1768-2.

CHELLE, M. LIU, S. NEY, B., 2009 *Which air temperature drives epidemiological processes of fungal foliar wheat diseases at leaf scale?* AFPP – 9ème Conférence internationale sur les maladies des plantes tours – 8 et 9 décembre 2009.

JONES, H. G. *Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology*. 3rd Ed. Cambridge: Cambridge University Press. 2014. ISBN 978-0-521-27959-8.

KAZDA, J. *Škůdci polních plodin*. Praha: Profi Press, 2014. ISBN 978-80-86726-61-8.

KAZDA, J., MIKULKA J. a PROKINOVÁ E. *Encyklopedie ochrany rostlin: polní plodiny*. Praha: Profi Press, 2010. ISBN 978-80-86726-34-2.

KMOCH, M a P. TÓTH. Nejvýznamnější houbové patogeny kukuřice. *Rostlinolékař*. 2015, **2015**(1), 25-29.

KMOCH, M. a P. TÓTH. Nejvýznamnější houbové patogeny kukuřice. *Rostlinolékař*. 2015, 2015(1), 25-29.

KOCOUREK, F. a K. HOLÝ. Monitorování dospělců kovaříků z rodu *Agriotes* pomocí feromonových lapáků. *Úroda*. 2013, **2013**(8), 30-35.

KOLAŘÍK, P., J. ROTREKL a K. KOLAŘÍKOVÁ. Metody ochrany před zavíječem kukuřičným. *Úroda*. 2016, **2016**(7), 12,14.

KOLAŘÍK, P., J. ROTREKL a K. KOLAŘÍKOVÁ. Metody ochrany před zavíječem kukuřičným. *Úroda*. 2016, **2016**(7), 12-14.

KRÉDL, Z., STŘEDA T., POKORNÝ R., KMOCH M. a BROTAN J., 2012: *Microclimate in the vertical profile of wheat, rape and maize canopies*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. Dostupné na: https://acta.mendelu.cz/media/pdf/actaun_2012060010079.pdf

KRMELOVÁ, P., TOMAN F. a STŘEDOVÁ H., 2013: *Výnos plodin v odlišných agroekologických podmínkách*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. Dostupné na: <http://www.cbks.cz/sbornikKrtiny13/Krmelova.pdf>

KUBÁT, K., ed. *Klíč ke květeně České republiky*. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0836-5.

Kukuřice do kapsy. Velké Meziříčí: KWS OSIVA, s.r.o., 2012. 166 s.

KUMUDINI, S. et al. Predicting Maize Phenology: Intercomparison of Functions for Developmental Response to Temperature. *Agronomy Journal*. 2014, **2014**(106(6)), 2087-2097.

KWS France – Informace k hybridům kukuřice. Databáze online [cit. 2017-04-27] Dostupné na: <https://www.kws.fr/aw/Mais/Nos-gammes/Mais-Fourrage/~dlzm>

KWS, 2017: *Význam měření SET*. Databáze online. [cit. 2017-04-20]. Dostupné na: <https://www.kws.cz/aw/Agroservis/Suma-efektivn-ch-teplot/V-znam-m-283-345-en-SET/~bnqr/>

LITSCHMANN, T. a HADAŠ P., 2003: *Mikroklima vybraných porostních stanovišť*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. http://www.cbks.cz/sbornik03/prispevky/Litschmann_Hadas.pdf

LITSCHMANN, T., DOLEŽAL P. a HAUSVATER E. *Sledování meteorologických faktorů v rostlinné výrobě*. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský, 2014. Praktické informace. ISBN 9788086940618.

MATEJKA, F., ROŽNOVSKÝ J., HURTALOVÁ T. a JANOUŠ D., 2003: *Súčasný stav a perspektívy výskumu mikroklimy rastlinných porastov*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. Dostupné na: http://cbks.cz/sbornik03/prispevky/Matejka_Roznovsky.pdf

PETR, J. *Počasi a výnosy*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987.

POKORNÝ, R. a J. VÍCHOVÁ. *Moderní trendy v ochraně rostlin vůči patogenům: odborný kurz*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013. ISBN 978-80-7375-888-2.

PROCHÁZKOVÁ, A., 2012: *Výskyt a šíření bázlivce kukuřičného v závislosti na podmínkách prostředí*. Brno. Bakalářská práce (nepubl.). Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství. Vedoucí práce Ing. Tomáš Středa, Ph.D.

PROKINOVÁ, E. *Choroby polních plodin*. Praha: Profi Press, 2014. ISBN 978-80-86726-59-5.

PROKOP, M., 2001: *Suma teplot a termín sklizně kukuřice*. Databáze online. [cit. 2017-04-20]. Dostupné na: <http://uroda.cz/suma-teplot-a-termin-sklizne-kukurice/>

REITSCHLÄGER, J. D., ŠERÁ B. a HÁJKOVÁ L., 2014: Fenologické fáze zemědělských plodin ve vztahu k vědecko-výzkumné činnosti. In: BLÁHA, L. a ŠERÁ B., ed. *Příspěvky k problematice zemědělského pokusnictví: contribution to agricultural experimentation*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2014. ISBN 978-80-7427-153-3.

ROTREKL, J. a KOLAŘÍK P. Ochrana kukuřice před zavíječem kukuřičným a bázlivcem kukuřičným. *Úroda*. 2014, **2014**(12), 25-28.

ROŽNOVSKÝ, J. a HAVLÍČEK V. *Bioklimatologie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1998. ISBN 80-7157-291-8.

SAPOŽNIKOVOVÁ, S. A. *Mikroklima a místní klima*. Praha: Zemědělské nakladatelství BRÁZDA, 1952.

SMITH, W. C. *Crop Production. Principles and Practices.: evolution, history, and technology*. New York: John Wiley & Sons, xv, 1995, 469 s. ISBN 0-471-07972-3.

Sortiment hybridů kukuřice 2017. Velké Meziříčí: KWS OSIVA, s.r.o., 2017. 47 s.

STŘEDA, T., O. VAHALA, H. STŘEDOVÁ, 2013: Prediction of Adult Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) Emergence. *Plant protect. Sci.*, **49**, 89–97.

STŘEDA, T., VAHALA O. a STŘEDOVÁ H. Prediction of Adult Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) Emergence. *Plant protect. Sci.* 2013, **2013**(49), 89-97.

STŘEDOVÁ, H. *Mikroklima a mezoklima měst, mikroklima porostů*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2011. ISBN 978-80-86690-90-2.

STŘEDOVÁ, H., FUKALOVÁ P., LEHNERT M., ROŽNOVSKÝ J. a STŘEDA T. *Teplota půdy*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2014. Práce a studie. ISBN 9788087577455.

STŘEDOVÁ, H., STŘEDA T., LITSCHMANN T. a ROŽNOVSKÝ J.. *Metodika měření mikroklimatických poměrů zemědělských plodin a kultur*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2016. ISBN 978-80-7509-461-2.

ŠPANIK, F. et al. *Aplikovaná agrometeorologie*. SPU Nitra, 1997, 194 s., ISBN 80-7137-421-0.

TÁBORSKÝ, V. a ŠEDIVÝ J. *Rostlinolékařství: učebnice pro střední zemědělské školy*. Praha: Credit, 1997. ISBN 80-902-295-2-2.

TIVOLI, B., CALONNEC A., RICHARD B., NEY B. a ANDRIVON D., 2013: Current knowledge on plant/canopy architectural traits that reduce the expression and development of epidemics. *European Journal of Plant Pathology*. 2013, **2013**(135), 471–478.

TÓTH, P., KMOCH M. a MACHÁŇ P. Zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis* Hübner, 1796) – významný škůdce kukuřice. *Rostlinolékař*. 2014, **2014**(6), 20-23.

VĚCHET, L. et al. *Mechanizmy interakcí hostitel – patogen a základy šlechtění na odolnost*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2012. ISBN 9788074270727.

VENCLOVÁ, B. Nedoceněná plodina českých polí. *Úroda*. 2017, **2017**(3), 34.

Veřejný registr půdy – LPIS. Databáze online [cit. 2017-04-24]. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/>

VÚMOP – eKatalog BPEJ. Databáze online [cit. 2017-04-24]. Dostupné na: <http://bpej.vumop.cz/>

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

ŽALUD, Z. *Bioklimatologie*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-189-5.

ŽIDEK, D., LIPINA, P., 2003 *Návod pro pozorovatele meteorologických stanic*. Ostrava: ČHMU, Metodicky předpis č. 13, 90 s.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Trojúhelník choroby (převzato od AGRIOS (1997); upravil BUREŠ (2017) dle POKORNÝ a VÍCHOVÁ (2013)</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 2: Umístění jednotlivých meteostanic v katastru Švábenice (zdroj: data: BUREŠ, 2017, mapy: Google Earth, 2017)</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 3: Ukázka konfigurace stanice na lokalitě „Hřiště“ (BUREŠ, 2016)</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 4: Stahování naměřených dat v terénu (BUREŠ, 2016)</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 5: Meteostanice ze sítě Teranos ALA (BUREŠ, 2016)</i>	<i>40</i>
<i>Obr. 6: Vnější projev napadení patogenem Ustilago maydis ze dne 8.7.2016 (vlevo) (BUREŠ, 2016).....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 7: Vnější projev napadení patogenem Ustilago maydis ze dne 20.8.2016 (vpravo) (BUREŠ, 2016).....</i>	<i>43</i>
<i>Obr. 8: Pentády průměrné vlhkosti vzduchu v efektivní výšce a přízemní výšce v porostu měsíc před výskytem Ustilago maydis a průměrné vlhkosti vzduchu den před objevením symptomu choroby.....</i>	<i>44</i>
<i>Obr. 9: SET 10 půdy (hodinových) od zasetí do zaznamenání prvního dospělého na obou lokalitách a ve srovnání se stanicí Teranos ALA.....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 10: SET 10 půdy (denních) od zasetí do zaznamenání prvního dospělého na obou lokalitách a ve srovnání se stanicí Teranos ALA.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 11: Průběh teplot vzduchu a půdy v rámci vertikálního profilu porostu během slunečného dne 17.7.2016 změřené na meteostanici na pozemku Hřiště</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 12: Průběh nočních teplot vzduchu a půdy v rámci vertikálního profilu porostu změřených v noci ze dne 17. na 18.7.2016 změřené na meteostanici na pozemku Hřiště</i>	<i>51</i>

9 SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Průměrné trvání intervalu mezi nástupy sledovaných fenofází kukuřice seté (HÁJKOVÁ et al., 2012)</i>	<i>14</i>
<i>Tab. 2: Doporučené konfigurace meteorologických stanic pro porostní monitoring (převzato od LITSCHMANN et al., 2014).....</i>	<i>32</i>
<i>Tab. 3: Porovnání zjištěných HS na jednotlivých stanicích od zasetí do zaznamenání prvního dospělce bázlivce kukuřičného</i>	<i>46</i>
<i>Tab. 4: Porovnání zjištěných DS na jednotlivých stanicích od zasetí do zaznamenání prvního dospělce bázlivce kukuřičného</i>	<i>48</i>
<i>Tab. 5: Intervaly mezi nástupy jednotlivých fenofází vybraných hybridů</i>	<i>49</i>
<i>Tab. 6: Srovnání vypočtených hodnot s hodnotami uvedenými šlechtitelem.....</i>	<i>49</i>
<i>Tab. 7: Srovnání obsahu látek po analýze rostlin (zdroj dat: MAŇÁSEK, 2016)</i>	<i>50</i>

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

OP – osevní postup

SET – suma efektivních teplot

SEČ – středoevropský čas

HS – hodinové stupně

DS – denní stupně

SET 10 – suma efektivních teplot nad 10 °C