

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství



**Vztahy mezi vývojem počasí, porostním mikroklimatem
pšenice ozimé a napadením důležitými patogeny**

Diplomová práce

Vedoucí bakalářské práce:
Prof. Ing. Radovan Pokorný, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Alena Haraštová

Brno 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: Vztahy mezi vývojem počasí, porostním mikroklimatem pšenice ozimé a napadením důležitými patogeny, vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací. Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

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

V Brně, dne: Podpis studenta:

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala Prof. Ing. Radovanu Pokornému, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce, cenné rady a celkovou vstřícnost při zpracování této práce. Dále bych ráda poděkovala Ing. Tomáši Středovi, Ph.D. za konzultace a poskytnutá data a informace pro experimentální část mé práce.

Abstrakt

Téma této diplomové práce pojednává o vztahu mezi počasím, porostním mikroklimatem pšenice ozimé a napadením důležitými patogeny. Pozornost je věnována patogenům *Blumeria graminis*, *Mycosphaerella graminicola*, *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, *Pyrenophora tritici - repentis*, patogenům z rodu *Fusarium* a patogenům způsobujících choroby pat stébel. Pokus byl založen na pokusné stanici Obora Školního zemědělského podniku v Žabčicích u Brna. Patogeny byly determinovány na fungicidně neošetřených variantách pěti odrůd pšenice ozimé a byly vyhodnoceny stupněm napadení. Současně byl vyhodnocen průběh vertikální stratifikace teplot vzduchu a půdy v a pod porostem pšenice a byly porovnány s hodnotami naměřenými na dvou nejbližších klimatologických stanicích - v Žabčicích v lokalitě Obora a v Brně - Tuřanech. Sledování probíhalo v roce 2015 během hlavní části vegetačního období pšenice.

Abstract

The diploma thesis is focused on relationships between winter wheat pathogens occurrence, the weather and the microclimate in wheat stand. Attention was aimed at the incidence of *Blumeria graminis*, *Mycosphaerella graminicola*, *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, *Pyrenophora tritici - repentis*, pathogens from *Fusarium* genus and pathogens causing diseases of stalk bases. The evaluation was carried out in research station Žabčice during main part of growing season in the year 2015. Pathogens were determined and evaluated by degree of pathogen infection on five selected fungicidal untreated winter wheat varieties. At the same time the progress of vertical stratification of air and soil temperature in or under wheat canopy was evaluated, respectively. Those measurements were compared with temperature at the two closest climatological stations - in Žabčice and Brno - Tuřany.

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíl diplomové práce	8
3	Literární přehled	9
3.1	Botanické zařazení pšenice	9
3.2	Morfologie a anatomie pšenice	9
3.3	Vývoj rostliny pšenice.....	10
3.4	Vliv klimatických podmínek na pěstování pšenice.....	12
3.5	Ochrana pšenice ozimé proti chorobám.....	12
3.6	Listové choroby pšenice.....	14
3.6.1	Padlí travní.....	14
3.6.1.1	Možnosti ochrany proti <i>Blumeria graminis</i>	16
3.6.2	Septoriová skvrnitost pšenice	16
3.6.2.1	Možnosti ochrany porostu proti <i>Mycosphaerella graminicola</i>	17
3.6.3	Pyrenoforová skvrnitost pšenice.....	18
3.6.3.1	Možnosti ochrany proti <i>Pyrenophora tritici - repentis</i>	19
3.7	Choroby klasů	20
3.7.1	Fuzariózy klasů	20
3.7.1.1	Ochrana proti napadení houbami rodu <i>Fusarium</i>	22
3.7.2	Snětivosti	22
3.7.2.2	Prašná snětivost pšenice	23
3.8	Choroby pat stébel.....	24
3.8.1	Stéblolam na pšenici	24
3.8.1.1	Ochrana proti stéblolamu na pšenici	25
3.9	Rzi napadající pšenici	25
3.9.1	Rez pšeničná	26
3.9.1.1	Možnosti ochrany porostu proti <i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i>	27
3.9.2	Rez travní.....	28
3.9.2.1	Možnosti ochrany porostu proti <i>Puccinia graminis</i> f. sp. <i>tritici</i>	28
3.9.3	Rez plevová.....	28
3.9.3.1	Možnosti ochrany porostu proti <i>Puccinia striiformis</i>	29
3.10	Agroklimatické faktory	29

3.10.1	Teplota půdy	29
3.10.1.1	Manuální měření.....	31
3.10.1.2	Automatické měření	31
3.10.2	Vztah teploty a fyziologických procesů rostlin	31
3.10.3	Teplota vzduchu.....	32
3.10.4	Vlhkost půdy	33
3.10.5	Vlhkost vzduchu	34
3.10.6	Srážky	35
3.10.7	Vliv větru	35
3.11	Mikroklima porostu.....	36
4	Materiál a metodika	38
4.1	Charakteristika pokusného stanoviště	38
4.2	Metodika pokusu	38
5	Výsledky a diskuze.....	45
5.1	Napadení sledovaných odrůd příslušnými patogeny.....	45
5.1.1	Padlí travní (<i>Blumeria graminis</i>)	46
5.1.2	Septoriová skvrnitost (<i>Mycosphaerella graminicola</i>)	48
5.1.3	Pyrenoforová skvrnitost (<i>Pyrenophora tritici - repentis</i>).....	50
5.1.4	Rez pšeničná (<i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i>)	51
5.1.5	Patogeny z rodu <i>Fusarium</i> v klasech	52
5.1.6	Choroby pat stébel	54
5.2	Vyhodnocení sledovaných odrůd pšenice	54
5.2.1	Bohemia	54
5.2.2	Gordian	55
5.2.3	Brokat.....	55
5.2.4	Etana	56
5.2.5	Fakir	56
5.3	Měření teploty půdy na daném stanovišti	56
5.4	Teploty vzduchu na daném stanovišti	63
6	Závěr.....	67
7	Zdroje	69
8	Seznam obrázků, tabulek a grafů.....	78
9	Seznam zkratek.....	81

1 ÚVOD

Pšenice setá je v České republice nejvýznamnější plodinou pěstovanou na orné půdě. Každoročně však dochází ke značnému kolísání výnosů a jakosti zrna v důsledku mnoha faktorů, jejichž významnou součástí je působení patogenů rostlin. Každý patogen má pro své šíření a rozmnožování jiné nároky na prostředí, zejména pak na vlhkost a teplotu vzduchu či půdy. Z těchto důvodů se provádí pravidelné monitorování těchto veličin na klimatologických stanicích Českého hydrometeorologického ústavu, ale ne v porostu a pod porostem pšenice. Srovnáváním těchto hodnot z mikroklimatu rostlin s hodnotami naměřenými na blízkých klimatologických stanicích, spolu se znalostmi o požadavcích patogenů na klimatické podmínky, lze pak vytvářet prognostické modely, na jejichž základě je možné předurčit napadení určitými patogeny a včas tak proti nim zasáhnout. Současným sledováním mikroklimatu v porostu a vyhodnocováním míry napadení jednotlivými patogeny lze pak tyto prognózy ještě více zpřesnit a přizpůsobit tak způsob a intenzitu ochranných opatření porostu.

2 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo shromáždit důvěryhodné zdroje a sestavit aktuální literární přehled na zadané téma. Pozornost byla věnována významným patogenům ozimé pšenice, které se v roce 2015 na sledovaném porostu vyskytovaly. Jedná se konkrétně o patogeny *Blumeria graminis*, *Mycosphaerella graminicola*, *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, *Pyrenophora tritici - repentis*, patogeny z rodu *Fusarium* a patogeny způsobující choroby pat stébel. Tyto patogeny byly detekovány a byla vyhodnocena míra napadení na fungicidně neošetřených variantách pěti různých odrůd ozimé pšenice. Dále bylo cílem během hlavní části vegetace pšenice v roce 2015 zaznamenávat teploty půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm, přízemní teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí v porostu pšenice a teploty vzduchu ve výšce 2 m nad daným porostem a tyto teploty porovnat s teplotami naměřenými na dvou nejbližších klimatologických stanicích - v Žabčicích a v Brně - Tuřanech. Výsledky pokusů jsou zaznamenány v grafech, tabulkách a jsou doplněny vlastními fotografiemi.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Botanické zařazení pšenice

Oddělení: Krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: Jednoděložné (*Liliopsida*)

Řád: Lipnicotvaré (*Poales*)

Čeleď: Lipnicovité (*Poaceae*)

3.2 Morfologie a anatomie pšenice

Pšenice je převážně samosprašná, jednoletá rostlina s ozimou i jarní formou. Výška rostliny se obvykle pohybuje v rozmezí 40 - 160 cm. Plodem pšenice je obilka skládající se ze dvou obalů - oplodí a osemení, jádra - endosperm, zárodku - embrya. Zárodek je pokrytý oplodím a osemením a nachází se na hřbetní straně obilky. Na apikální straně se pak nachází vegetační vrchol spolu s listy a na jeho protější straně najdeme hypokotyl spolu s kořenovými základy. První internodium - mezokotyl je mezi hypokotylem a bází koleoptile. V zárodku se tvoří 3 až 5 kořínků. Radiculou nazýváme základní primární kořínek. Ta je krytá tzv. koleorhizou. Během klíčení proniká radícula oplodím a takto se vytvoří primární kořen. Později se vytvoří adventivní kořeny (Zimolka a kol., 2005)

Listy pšenice jsou tvořené čepelí a pochvou a jsou přisedlé. Mezi pochvou a čepelí se tvoří ouška. Jazyček bývá krátký a po krajích vroubkovaný, ouška bývají malá, obvykle pokrytá trichomy. Stéblo bývá duté a tvořené pěti internodii, která jsou rozdělená kolénky. Tvorba stébla a prodlužování pochvy nových listů signalizují, že rostlina přechází z vegetativního do generativního období (Procházka a kol., 2007).

Pšenice má květenství ve formě složeného klasu. Jednotlivé klásky jsou připojeny ke větenu, které je osou celého klasu. Klásek sestává ze dvou plev (bez osin) a z dvou až pěti kvítků. Kvítky jsou kryté květními obaly - pluchou a pluškou. Květ je tvořen generativní orgány - třemi tyčinkami a pestíkem (Zimolka a kol., 2005).

3.3 Vývoj rostliny pšenice

Rostlina pšenice prochází během svého životního cyklu mnoha fázemi, které jsou charakteristické typickými morfologickými změnami (Foltýn a kol., 1970). První fází je klíčení. Pšenice klíčí při teplotách od 2 do 4 °C a při optimální vlhkosti od 60 do 70 % polní vodní kapacity. Následuje fáze vzcházení. Ta je charakteristická objevením se prvního listu na povrchu půdy. Další fází je tvorba prvního až čtvrtého listu a po té odnožování. Odnožování (tvorba odnoží z podzemních kolének) začíná několik dnů po vzejití (Špaldon a kol., 1986).

Další fází je sloupkování, kde se prodlužují internodia a dokončuje růst posledního listu. Následuje metání a tvorba klásku. S koncem metání je již klas zcela vyvinutý. Poslední dvě fáze jsou kvetení a nakonec zrání. Zralost je rozdělena do několika stupňů - mléčná, vosková, žlutá a plná. Na základě těchto fází jsou voleny optimální termíny agrotechnických zásahů. Pozorování a hodnocení jednotlivých fází slouží také ke stanovení potenciální, nebo reálné produktivity klasu, k určení stupně poškození škůdci a napadení patogeny, stanovení odrůdových rozdílů, poškození mrazem, posouzení schopnosti přezimování a také ke stanovení ozimosti či jarovosti osiva (Zimolka a kol., 2005).

Pro makrofenologické stanovení vývojové fáze pšenice bylo vytvořeno několik stupnic. V dnešní době je celosvětově používaná mezinárodní stupnice vývojových fází BBCH. Tato stupnice pomocí desetinného označení detailně popisuje celý ontogenetický vývoj rostliny. Tento systém značení vývojové fáze vychází ze Zadoxeho desetinného rozdělení a fází organogeneze vzrostného vrcholu rostliny podle Kupermanové (Meier, 2001). BBCH systém vytvořili v týmové spolupráci vědci několika německých výzkumných firem. Konkrétně se jedná o firmy German Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA), German Federal Office of Plant Varieties (BSA), German Agrochemical Association (IVA), Institute for Vegetables and Ornamentals (Meier a kol., 2009). Systém je popsán v tabulce č. 1

Tab. 1 Makrofenologická stupnice pro ozimou pšenici (BBCH, podle M. Enz a Ch. Dachler, 1997), (Meier, 2001)

Růstová fáze	Mezinárodní značení BBCH	Etapa organogeneze vzrostného vrcholu
		ozimá pšenice
Klíčení :	0	
Suchá obilka	00	
Nabobtnalá obilka	03	
Vyražení primárního kořínku	05	
Objevení koleoptile na obilce	07	
Vzcházení :		
Objevení koleoptile nad povrchem půdy	09	I.
Růst listů :	1	
Fáze 1. listu (2. list vyrůstá z pochvy 1. listu)	11	I.
Fáze 2. listu (3. list vyrůstá)	12	I.
Fáze 3. listu (4. list vyrůstá)	13	I.
Fáze 4. listu a dalších (9. listu)	14 - 19	I.
Odnožování:	2	
Neodnožená rostlina		
odnož uvnitř pochvy listu	20	I.
Zač. odnožování, 1. viditelná odnož	21	I. -II.
Plné odnožování, 5 viditelných odnoží	25	II.
Konec odnožování, 9 a více odnoží	29	III. - IV.
Sloupkování:	3	
Začátek sloupkování, hlavní stéblo a odnože se vzpřimují	30	IV.
1. kolénko 1 cm nad odnožovacím uzlem	31	V.a
	32	V.b - VI.
2. kolénko je patrné (2 cm nad kol. 1)	33 - 36	
3. - 6. kolénko je patrné	37	VI. - VII.
Objevení posledního listu (stočený)	39	VII.
Objevení jazýčku posledního listu		
Naduřování listové pochvy :	4	
Začátek naduřování pochvy horního listu	41	
	45	VII.
Naduřelá pochva	47	
Prasklá pochva	49	
Viditelné osiny vyčnívající z pochvy		
Metání :	5	
Začátek metání, první klásek viditelný	51	
30 % klasu vymetáno	53	VIII.
50 % klasu vymetáno	55	
70 % klasu vymetány	57	
Celý klas vymetán	59	
Kvetení:	6	
Začátek kvetení, první prašníky viditelné	61	IX.
	65	IX.
Plné kvetení, 50 % prašníků		
Konec kvetení, většina klásků odkvetlá, ojediněle visí zaschlé prašníky z klasu	69	
Tvorba obilky :	7	
Mléčná zralost		
Tvorba obilky, první obilky dosáhly poloviny velikosti, obsah je vodnatý	71	X.
Raně mléčná zralost	73	
Středně mléčná zralost, obilky mají konečnou velikost, stále zelené	75	XI.
Pozdně mléčná zralost	77	

Zrání:	8	
<i>Vosková zralost</i>		
<i>Raně vosková zralost</i>	83	
<i>Vosková zralost - obsah obilky je měkký, ale mezi prsty se hněte, je tvárný</i>	85	
<i>Žlutá zralost - obsah obilky pevný, při vrypu nehtem se tvoří rýha</i>	87	
<i>Plná zralost, obilka tvrdá</i>	89	
Stáří:	9	
<i>Mrtvá zralost</i>	91	XII.
<i>Přezrállost</i>	92	
<i>Dormance obilek</i>	94	
<i>Životaschopné obilky klíčí z 50%</i>	95	
<i>Ztráta dormance obilek</i>	96	
<i>Vznik druhého období dormance obilek</i>	97 - 98	
<i>Ztráta druhé dormance obilek</i>		

3.4 Vliv klimatických podmínek na pěstování pšenice

Na základě výsledků z dlouhodobých výnosů ozimé pšenice lze říci, že stanoviště a ročník ovlivňují výnos až z 25 %. Pšenice má ze všech obilnin nejvyšší nároky na vláhu a půdní úrodnost (Zimolka a kol., 2005).

Meteorologické podmínky nejzásadněji ovlivňují výnos pšenice. Rozhodující je úhrn srážek během vegetace, průběh teplot v kritických vývojových fázích a počasí během sklizně (Zimolka a kol., 2005). Vlhké počasí během sklizně může způsobovat samozahřívání a také napadení některými patogeny, které mohou mít na výnos a kvalitu produkce taktéž značný negativní vliv. Sklizeň za extrémně vysokých teplot způsobuje u semen praskání a púlení (Houba a Hosnedl, 2002). V naší republice se pšenice ozimá pěstuje ve všech výrobních oblastech. Díky variabilitě počasí a rozdílným charakterům klimatu v těchto oblastech se zde i kvalita a výše produkce pšenice liší (Zimolka a kol., 2005).

3.5 Ochrana pšenice ozimé proti chorobám

Monokultury obilnin, které jsou u nás pěstovány stále častěji, jsou napadány širokým spektrem patogenů s čím dál větší intenzitou. Vzniklé choroby pak negativně ovlivňují nejen výnos, ale i kvalitu sklizeného produktu. Proto je nutné obilniny chránit jak před napadením patogeny, tak před škůdci, kteří k napadení patogenem přispívají. Odrůdy jsou zkoušeny na mnoha lokalitách v rámci celé republiky. Tyto zkoušky provádí nejen ÚKZÚZ, ale i některá soukromá zemědělská družstva či pěstitelé (Bittner, 2009).

V rámci ochrany plodin využíváme metody nepřímé a přímé ochrany. Metody nepřímé zahrnují preventivní opatření. Řadíme sem fyto-sanitární (provádí ÚKZÚZ dle zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a vyhlášky č. 215/2008 Sb), agrotechnická opatření a šlechtění rostlin na rezistenci vůči patogenům (Hrudová a kol. 2006). Dnes pro zemědělce platí, co se týče ochrany rostlin, vyhláška č. 205/2012 o obecných zásadách integrované ochrany rostlin (vychází ze Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/128/ES). Metody přímé ochrany zahrnují fyzikální, biologické a chemické způsoby ochrany (Hrudová a kol. 2006). U pšenice využíváme především metody biologické a chemické. Biologické metody představují využití speciální skupiny látek - mikrobiální přípravky, které jsou založené na bázi virů a mikroorganismů, nebo využití makroorganismů a živých predátorů, jež nazýváme bioagens. Chemické způsoby ochrany využívají chemické přípravky, které jsou zaměřeny na přímé hubení patogenů a škůdců (Hrudová a kol. 2006). Při manipulaci s těmito přípravky se řídíme několika zákony, jejichž cílem je, mimo jiné, chránit životní prostředí. Jedná se o zákon č. 326/2004 Sb. o rostlinolékařské péči, dále zákon o hnojivech č. 156/1998 Sb., zákon o vodách č. 254/2001 Sb. a zákon o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb.

Ozimá pšenice je napadána širokou škálou houbových patogenů. Napadány jsou všechny části rostliny - kořeny, listy, stébla, paty stébel i klasy. Pro snížení pravděpodobnosti napadení patogenem a následnému vzniku ztrát je důležité začít u výběru odrůdy. Odrůda by měla být vhodná jak do dané oblasti, tak pro daný účel pěstování (Hosnedl, 2008). Dále má samozřejmě vliv doba a intenzita napadení porostu patogenem, způsob pěstování, používání fungicidů, volba stanoviště a charakter počasí v době vegetace (Kalinová, 2007). Dodržování zásad správného osevního postupu, tedy střídání plodin a vyvarování se pěstování pšenice po sobě (či po ječmenu) na jednom pozemku, taktéž významně ovlivňuje riziko napadení patogeny. Abychom toto riziko ještě snížili, je dobré i odrůdy v osevním postupu střídát. Pro tyto účely se jednotlivé odrůdy testují na odolnost k patogenům (Jurečka a Říha, 1999). Vhodné je také v osevním postupu využít přerušovače výskytu houbových patogenů. Těmi jsou píceňky, luskoviny, okopaniny, řepka ozimá či oves (Hýsek a kol., 2008).

3.6 Listové choroby pšenice

Pšenice je napadána listovými patogeny během každého roku. Tyto choroby jsou způsobeny mnoha druhy bakterií a hub. Vyskytují se po celém světě a téměř vždy snižují výnos i kvalitu sklizeného produktu. Výskyt a ekonomický význam těchto onemocnění závisí na mnoha faktorech, od klimatických podmínek, způsobu pěstování až po genotypové vybavení pšenice a virulenci patogenů (Radan a kol. 2014).

Přítomnost těchto patogenů se obvykle projevuje šedými až tmavě hnědými kruhovými nebo jinak tvarovanými skvrnami na listech s výrazným ohraničením. Toto ohraničení je obvykle projevem činnosti systému obrany rostlin, který tak reaguje snahou zastavit rozšíření vzniklé choroby na další části rostliny. Při rozšíření infekce se pak skvrny na listech spojují, pletivo listu často odumírá a rostlina zpomaluje svůj růst (Bradley a Spurný, 2008).

Cílem výzkumu Bankina a kol. (2015) bylo zjistit míru vlivu agrotechnických opatření (zejména zpracování půdy) na rozvoj listových chorob pšenice. Jednalo se o patogeny *Pyrenophora tritici - repentis*, *Blumeria graminis* a *Septoria tritici*. U prvních dvou patogenů bylo zaznamenáno výraznější napadení při redukovaném zpracování půdy. Agrotechnické zpracování naopak neovlivnilo vývoj patogena *Septoria tritici*.

Latinské názvosloví veškerých patogenů je v této práci uvedeno dle Index Fungorum 2015 [online].

3.6.1 Padlí travní

Blumeria graminis (synonymum *Erysiphe graminis*) je obligátní parazit pšenice, ječmene, ovsa, žita a trav. Choroby způsobené padlím mohou snížit výsledný výnos plodiny až o 45 %. Výše ztrát je závislá na době vzniku onemocnění a jeho závažnosti. Pro pšenici je nejrizikovější fáze metání a dozrávání klasu. V tomto období je k tomuto patogenu nejvíce náchylná. Výrazný vliv na výnos má napadení praporcového listu a klasu. Proto je potřeba zamezit šíření patogena tak, aby se k těmto částem rostliny nedostal (Bayer, 2012 [online]).

Taxonomické zařazení:

Říše: Fungi

Kmen: Ascomycota

Třída: Leotiomycetes

Řád: Erysiphales

Čeleď: Erysiphaceae

Rod: *Blumeria* (Biolib, 2015 [online])

Padlí travní se šíří masou konidií, či vřecatých spor nejčastěji s pomocí větru a deště. Napadá veškeré nadzemní části rostlin. Nejprve dojde ke kontaktu konidie s listem. Spora konidie klíčí v hyfu, která je zakončena apresoriem. Z něj vyroste infekční hyfa a ta pak postupně proniká do mezibuněčných prostorů epidermis rostliny, kde tvoří tzv. haustoria. Haustoria rostlině odebírají minerální látky a vodu. V následné fázi svého vývoje, houba tvoří na povrchu listů, nebo bázích stébel, bílé hyalinní mycelium. To může později zšednout až ztmavnout. Během vegetace rostliny se houba šíří odškrcováním konidií, které se tvoří na nově vzniklém myceliu. Na jaře se patogen šíří pomocí askospor. Askospory vznikají uvnitř kleistothecií (plodnic). Ty jsou taktéž na povrchu mycelia a vzhledem se podobají černým tečkám. V zimě houba přežívá na rostlině právě ve formě kleistothecií či mycelia. Padlí travní má výraznou genetickou variabilitu, což často vede k rezistenci vůči některým účinným látkám fungicidů. Ideální teplota pro šíření tohoto patogena je 12 - 20 °C a pro sporulaci 7 - 24 °C (Bittner, 2009). Manners a Hossain (1963) zjistili, že spory jsou schopny klíčit již při teplotě 2 °C a relativní vlhkosti 100 %. Ke vzniku epidemie přispívá střídání mokrého a suchého počasí, častý výskyt mlhy a také nadmíra použitých dusíkatých hnojiv (Jurečka a Říha, 1999).

V čínském městě Langfang City byly ve třech ročních obdobích v letech 2007 - 2010 prováděny pokusy, které se zabývaly vztahem mezi klimatickými podmínkami a vývojem *Blumeria graminis*. Patogen byl inokulován na některé rostliny v porostu pšenice. Již 20 dní po inokulaci, ve všech třech obdobích, byly nalezeny první konidie. Koncentrace konidií v ovzduší značně narůstaly v dobách, kdy byla detekována nadprůměrně vysoká teplota a intenzita slunečního záření. Naopak menší koncentrace konidií byla zaznamenána při vyšší relativní vlhkosti vzduchu (Xueren a kol., 2012).

3.6.1.1 Možnosti ochrany proti *Blumeria graminis*

Z pěstebních opatření podporuje napadení patogenem přehnojování dusíkatými hnojivy, přehušťování porostu, nedodržení izolační vzdálenosti mezi jařinami a ozimí a příliš brzké podzimní setí. Zvláště je-li teplý a dlouhý podzim, objevují se příznaky napadení patogenem již v tomto období. Pak je dobré aplikovat fungicidní ošetření co nejdříve (Kazda a kol., 2001). Rostliny napadené již na podzim méně odolávají mrazu a mohou tak být nenávratně poškozeny. Pšenici ošetřujeme fungicidními přípravky preventivně, nebo po detekci prvních příznaků choroby. Typy fungicidních přípravků je vhodné střídát, aby se snížilo riziko selekce rezistence patogena k přípravkům. Nemalý vliv má také správná volba odrůdy do daných pěstitelských a klimatických podmínek. Šlechtění odrůd na rezistenci vůči patogenu *Blumeria graminis* je dnes velmi aktuální (Bittner, 2009). Prahem škodlivosti u ozimé pšenice je 70 % infikovaných horních listů (Agromanual, 2003 [online]).

Vývoj choroby je závislý na interakci hostitelské rostliny s vnějším prostředím. Nejvýznamnějším aspektem počasí je teplota, která má zásadní vliv na dobu a intenzitu napadení *Blumeria graminis* (Věchet, 2005).

3.6.2 Septoriová skvrnitost pšenice

Septoriová skvrnitost (pyknidiální listová skvrnitost) pšenice je způsobována patogenem *Mycosphaerella graminicola* (braničnatka pšeničná). Způsobuje nekrotické skvrny na listech. Nejvýznamnější hospodářské ztráty způsobuje na rostlinách pšenice. Může však napadnout i žito a některé trávy, např. lipnici luční. Má pohlavní i nepohlavní stadium (Bittner, 2009).

Taxonomické zařazení:

Teleomorfa - *Mycosphaerella graminicola*

Anamorfa - *Septoria tritici*

Říše: Fungi

Kmen: Ascomycota

Třída: Dothideomycetes

Řád: Capnodiales

Čeleď: Mycosphaerellaceae

Rod: *Mycosphaerella* (Biolib, 2015 [online])

Mycosphaerella graminicola přežívá v půdě na posklizňových zbytcích a to i několik měsíců. Na okolní rostliny se šíří pomocí nepohlavních pykno spor prostřednictvím dešťových kapek. Pohlavní pseudothecia se vytváří na posklizňových zbytcích, jsou černé barvy a uvolňují askospory. Ty se šíří větrem, většinou začátkem října. K napadení askosporami tedy dochází již na podzim, jejich množství se postupně zvyšuje. Patogen vyžaduje ke sporulaci relativně vysokou a především dlouhotrvající vlhkost vzduchu. Množství srážek má tedy zásadní význam. V pozdější fázi napadení se na listu tvoří tmavé pyknidy. Z pyknid se uvolňují pykno spory v podobě slizu bílé barvy. Šíření patogena je podporováno vlhkem, deštěm a větrem. První příznaky napadení na listu lze pozorovat už na podzim, nebo brzy z jara. Již na počátku růstu může být tak rostlina výrazně oslabena. Patogen se pak šíří do vyšších listových pater a napadá i stébla a listové pochvy (Bittner, 2009). Podle Chungu a kol. (2001) je optimální teplotou pro vývoj patogena *Mycosphaerella graminicola* ve dne 18 - 22 °C a v noci 15 °C.

Příznaky napadení *Mycosphaerella graminicola* se mohou objevovat ve všech růstových fázích rostliny. Klíčící rostlinky jsou poškozeny hnědofialovými nekrotickými skvrnami na listech a deformací klíčků. Později se tvoří na čepeli listu světle zelené, béžové, později žluté nepravidelné skvrny, obvykle však oválného tvaru, někdy i hranatého. Na skvrnách se vyskytují pyknidy vprostřed se světlou skvrnou. Skvrny se rozšiřují a při silném napadení tak listy usychají a rostlina odumírá (Kazda a kol., 2001). Napadení tímto patogenem může snížit výnosy pšenice až o 30 % (Bittner, 2009).

3.6.2.1 Možnosti ochrany porostu proti *Mycosphaerella graminicola*

Základem ochrany proti tomuto patogenu jsou preventivní opatření. Tím je volba správného osevního postupu - nezařazování obilniny po obilnině, volba vhodné odolné odrůdy, vysévání zdravého mořeného osiva, likvidace posklizňových zbytků (Kazda a kol. 2001). Nejčastěji přežívá tento patogen na infikovaném výdrolu. Takový výdrol a posklizňové zbytky by tedy měly být likvidovány, či hlouběji zapraveny do půdy (Bittner, 2009). Riziko napadení taktéž zvyšuje příliš brzké setí na podzim. Nejintenzivněji se patogen šíří ve fázi metání klasu. V této fázi je vhodné zvolit fungicidní

ochranu, zvláště jsou-li skvrny na vrchních třech listech rostliny (EPPO, 1997 [online]). Prahem škodlivosti je 20 % infikovaných listů (Agromanual, 2003 [online]).

3.6.3 Pyrenoforová skvrnitost pšenice

Pyrenoforová skvrnitost pšenice, dříve Helminthosporiová skvrnitost, je způsobována patogenem *Pyrenophora tritici - repentis*. Původce této choroby poprvé izoloval v Německu prof. Dieck z *Agropyron repens* a označil jej jako *Pleospora trichostoma*. V roce 1928 byl pak izolován z ozimé pšenice a byl označen jako *Helminthosporium tritici - repentis* (Moreno a kol., 2012).

Taxonomické zařazení:

Teleomorfa: *Pyrenophora tritici - repentis*

Anamorfa: *Drechslera tritici - repentis*

Říše: Fungi

Kmen: Ascomycota

Třída: Ascomycetes

Řád: Pleosporales

Čeleď: Pleosporaceae

Rod: *Pyrenophora* (Biolib, 2015 [online])

Pyrenophora tritici - repentis se v naší zemi objevila v roce 1997. Od roku 2000 se intenzivně šíří po téměř celé republice. Závažným problémem je tento patogen v Kanadě a USA, kde několik let způsobuje nemalé komplikace a ztráty na výnosu. Patogen napadá především pšenici, žito, ječmen, pýrovník, pýr a troskut (Kazda a kol., 2010).

K nejvyšším ztrátám v důsledku napadení tímto patogenem dochází v teplém a suchém počasí. Podle míry poškození listové plochy mohou ztráty na výnose dosahovat až 50 %. První příznaky lze pozorovat obvykle na konci sloupkování. Na listech se objevují žluté až světle hnědé, později rezavě hnědé, žlutě orámované skvrny oválného tvaru s tmavou skvrnou vprostřed. Na počátku vzniku choroby je možné její příznaky mylně přiřadit k příznakům vyvolaným *Cochliobolus sativus* (má tmavší skvrny). Skvrny na listu se postupně rozšiřují a spojují se (Kazda a kol., 2010)

K šíření patogena *Pyrenophora tritici - repentis* dochází sporamai za pomoci větru. K intenzivnímu rozšíření konidií postačuje slabý vítr 1 - 2 m/s. Konidie jsou vytvářeny při teplotách 10 - 25 °C. Optimální teplota je 21 °C. Askospory jsou vytvářeny v pseudotheciu. Pseudothecia a askospory jsou schopny dozrávat při teplotách 5 - 20 °C, optimální teplota je však 15 - 18 °C. Šíření patogena i následný rozvoj choroby je podporován deštivým počasím. Nejčastějším zdrojem primární infekce jsou askospory. Někdy jím jsou i konidie, které se cyklicky vytváří na listech. Tento patogen přežívá na posklizňových zbytcích, avšak přenáší se převážně osivem (Ronis a Semaškiene, 2006).

Spory této houby se tvoří na tzv. konidioforu. V průběhu vytváření konidioforů, může pyrenoforová skvrnitost připomínat septoriovou skvrnitost pšenice. Obě tyto choroby je možné na témže listu detekovat současně. *Pyrenophora tritici - repentis* primárně poškozuje listové pletivo. Listy tak usychají a při intenzivním napadení odumírají. Mladší listová pletiva napadení odolávají lépe. Při napadení rostlin v rané vývojové fázi mohou odumírat i klíčící rostliny (Kazda a kol. 2010).

3.6.3.1 Možnosti ochrany proti *Pyrenophora tritici - repentis*

Základem ochrany proti tomuto patogenu jsou preventivní opatření. Především zaorání posklizňových zbytků a volba zdravého, případně mořeného osiva. Dále je třeba zvolit vhodný termín setí, kvalitně připravit půdu pro setí, zvolit vhodné zařazení pšenice v osevním postupu, vyvarovat se pěstování pšenice po obilnině. Nemalý význam má také vyrovnaný poměr živin v půdě. Tak jako u většiny patogenů, i zde přehnojování dusíkem podporuje rozvoj této houby. Při detekci patogena a zjištění příznaků napadení rostlin je vhodné použít fungicidní ochranu, nejlépe ve fázi sloupkování, nejpozději však začátkem metání (Moreno a kol., 2012).

3.7 Choroby klasů

3.7.1 Fuzariózy klasů

Taxonomické zařazení:

Říše: Fungi

Oddělení: Ascomycota

Třída: Sordariomycetes

Podtřída: Hypocreomycetidae

Řád: Hypocreales

Čeleď: Hypocreaceae

Rod: *Fusarium* (Biolib, 2015 [online])

V České republice způsobuje fuzariózy na rostlinách pšenice asi 15 druhů rodu *Fusarium* a *Microdochium nivale*. V poslední době se jedná nejčastěji o *Fusarium graminearum* (teleomorfa *Gibberella zeae*), *Fusarium culmorum*, *Fusarium avenaceum* (teleomorfa *Gibberella avenacea*) a *Microdochium nivale* (teleomorfa *Monographella nivalis*). Často se vyskytuje i *Fusarium poae*, které se objevuje spolu s napadením škůdci (bodruška obilní, plodomorky, třásněnky apod.). Dále se může vyskytovat *Fusarium sporotrichioides*, *Fusarium equiseti*, *Fusarium sambucinum*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium acuminatum* a jiné. Fuzariózy klasů se však nejčastěji vyskytují na ozimé i jarní pšenici, občas i na žitu a triticales. Velmi problematické jsou na jarních ječmenech, u kterých znehodnocují sladařskou jakost (Chrprová a kol., 2007).

Na pšeničných klasech můžeme napadení patogeny rodu *Fusarium* pozorovat zhruba po týdnu, kdy se projevuje ztrátou zelené barvy pluch, plev a květních obalů. Mohou se tvořit i hnědé skvrny se světlejším středem. Později se začnou tvořit konidie. Patogen se uchycuje v napadeném kvítku a klasovým větvenem prorůstá do okolních klásků. Po napadení kvítku obilka často odumírá, nebo se vyvíjí zpomalně. Klasy mohou být zbarvené do růžova až fialova, což je způsobeno tvorbou sporochií a masy konidií, které mají růžovou barvu (Chrprová a kol., 2007). Masová produkce konidií v klasech je typickým projevem pro většinu původců fuzarióz. Determinace konkrétního druhu původce fuzariózy se provádí mikroskopicky, nebo kultivací. Klasy napadené patogeny rodu *Fusarium* nepravidelně dozrávají (Kazda a kol., 2001).

Houby z rodu *Fusarium* přežívají na zbytcích rostlin z předplodin. Zejména na zbytcích z kukuřice na zrno, obilnin, vojtěšky, jetele, luskovin a trav (Chrprová a kol., 2007). Dle výzkumu ÚKZÚZ a VÚRV v Praze z roku 2010 byly zjištěny vyšší stupně napadení klasů na pozemcích, kde byla předplodinou řepka. Záleží také na způsobu obdělávání půdy. Při minimalizačních technologiích se výskyt fuzárií zvyšoval (Kroutil, 2015 [online]). Ve formě mycelia přežívají patogeny rodu *Fusarium* i na povrchu půdy a v půdě poměrně dlouhou dobu. Uvádí se až 18 měsíců, někdy však přežívají i déle. Patogeny rodu *Fusarium* jsou přenosné osivem (Chrprová a kol., 2007). Brzy na jaře se některé druhy rozšiřují askosporami, později pak převažuje šíření pomocí konidií. Pšenice může být napadána těmito patogeny ve všech fázích svého vývoje. Nejčastěji je pšenice napadána těmito zástupci: *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium avenaceum* a *Fusarium poae* (Bittner, 2009). Napadení kořenů patogeny rodu *Fusarium* je často spojeno s výskytem chorob pat stébel. Nejvíce ohrožené jsou mladé rostlinky, oslabené porosty namrznutím a mechanicky poškozené rostliny. Pro napadení klasů je nejkritičtější fáze kvetení porostu. Co se týče klimatických podmínek, patogenům rodu *Fusarium* nevyhovuje sucho a příliš vysoké, nebo naopak příliš nízké teploty. Pro infekci klasů ve fázi kvetení je ideální teplota kolem 20 °C a vysoká vzdušná vlhkost. Zejména malé přehánky střídané se slunečným počasím podporují infekci (Chrprová a kol., 2007). Vznik a rozvoj choroby může nastat i při pouze mlhavém počasí, či při dlouhotrvající rose. Spory těchto patogenů se mohou šířit i větrem a napadnout tak sousední porosty. Poslední dobou byly zjištěny i případy šíření spor pomocí hmyzu. Pro infekci patogenem *Fusarium culmorum* je ideální teplota 15 - 25 °C a pro *Fusarium graminearum* 24 - 27 °C, oba zástupci taktéž vyžadují vysokou vlhkost vzduchu (Bittner, 2009). Čím později dojde k infekci rostliny, tím méně prorůstá patogen do obilky, někdy může zůstat jen na jejím povrchu. Zejména pokud dochází k oddálení sklizně z důvodu chladného a vlhkého počasí, může dojít k infekci houbami rodu *Fusarium* i na porostech, které byly fungicidy ošetřeny (Chrprová a kol., 2007).

Problém nastává, pokud houba prorůstá až do samotného endospermu obilky, kde produkuje škodlivé mykotoxiny. Napadené obilky jsou často bílé barvy - prorostlé myceliem těchto patogenů, někdy mají růžový odstín. I na povrchu mohou mít slabou vrstvu mycelia, většinou jsou ale hladké. Lze je lehce mechanicky poškodit, při sklizni se lámou (Bittner, 2009).

Porosty pšenice jsou ohroženy každoročně. Nejrizikovější oblasti výskytu patogenů rodu *Fusarium* byly detekovány na východní Moravě, kde byly v zrně již několikrát zjištěny vysoké obsahy mykotoxinu DON. Na obsah mykotoxinů mají vliv především klimatické podmínky v průběhu růstu rostlin, zvláště v době kvetení (Chrprová a kol., 2007).

3.7.1.1 Ochrana proti napadení houbami rodu *Fusarium*

Jako ideální ochrana se jeví využití rezistence odrůd. Měly by tedy být voleny co nejvíce odolné odrůdy. Fungicidní ošetření proti klasovým fuzariózám se provádí při teplotách nad 20 °C a vlhkosti vzduchu nad 90 %, po vymetání klasů ve fázi kvetení (BBCH 61 - 69), (Chrprová a kol., 2007). Dochází-li k silnému napadení dřívě, je možno fungicidní postřik aplikovat již od fáze sloupkování. Především by měl být kladen důraz na volbu zdravého osiva a podporu kvalitního rozkladu rostlinných zbytků z předplodiny (Bittner, 2009).

3.7.2 Snětivosti

V České republice se na pšenici vyskytuje zejména sněť mazlavá, sněť zakrslá a v posledních letech se místy objevuje i sněť prašná (Váňová a kol., 2011).

Mazlavá snětivost pšenice (*Tilletia caries*) a zakrslá snětivost pšenice (*Tilletia controversa*)

Taxonomické zařazení:

Říše: Fungi

Oddělení: Basidiomycota

Třída: Basidiomycetes

Řád: Ustilaginales

Čeleď: Tilletiaceae

Rod: *Tilletia* (Biolib, 2015 [online])

Mazlavá snětivost pšenice je způsobena patogenem *Tilletia caries* a zakrslá snětivost patogenem *Tilletia controversa*. Sklizená zrna napadená houbami z rodu *Tilletia* nemohou být použita pro potravinářské účely. Tyto houby produkují látku trimethylamin, která silně páchne. Taková sklizeň může být pak využita maximálně ke krmným

účelům a to v omezené míře. Jednotlivé druhy z rodu *Tilletia* rozeznáváme pomocí mikroskopu podle tvaru spor (Prokinová a kol., 2011).

První příznaky napadení lze pozorovat až na vymetaných klasech. Obilky jsou na první pohled jako zdravé, avšak uvnitř je mazlavá a později prašná černá masa chlamydospor (Kazda a kol., 2001). K infekci dochází až po vyklíčení obilky v klase. Současně s obilkou klíčí i chlamydospory patogenů. Klíčení chlamydospor *Tilletia carries* trvá přibližně tři dny. U *Tilletia controversa* trvá klíčení nad 30 dní. Optimální teplota pro jejich klíčení je 3 - 8 °C. K infekci *Tilletia controversa* dochází nejčastěji z chlamydospor přežívajících v půdě, infekční růst struktur sněti a klíčení pšenice pak probíhá současně (Prokinová a kol., 2011). Obvykle bývá napadeno jen několik obilek v klasu. Napadené rostliny jsou menší, světlejší a často intenzivně odnožují. *Tilletia carries* se může vyskytovat i na žitu, triticales, ječmeni a některých travách. *Tilletia controversa* napadá i žito. Obě houby jsou přenosné osivem a přežívají i v půdě a na rostlinných zbytcích. Spory mohou být přenášeny i hmyzem a větrem a kontaminovat tak okolní porosty (Kazda a kol., 2001).

3.7.2.1.1 Ochrana proti snětím z rodu *Tilletia*

Ochrana spočívá především ve volbě zdravého, certifikovaného a mořeného osiva. Dále dodržování správného osevního postupu, kde by neměla být pěstována pšenice po sobě dříve, než za tři roky (Kazda a kol., 2001).

3.7.2.2 Prašná snětivost pšenice

Taxonomické zařazení:

Říše: Fungi

Oddělení: Basidiomycota

Třída: Ustilaginomycetes

Řád: Ustilaginales

Čeleď: Ustilaginaceae

Rod: *Ustilago* (Biolib, 2015 [online])

Prašná snětivost pšenice je způsobena patogenem *Ustilago tritici*, který se přenáší osivem. Může se objevit i na triticales, žitu a travách. Obilka je infikována už během květu, kdy infekční zárodek prorůstá do štítku obilky. Životní cyklus patogena trvá od

podzimu do léta. Na podzim z infikovaného osiva vyrůstá rostlina, která roste a vyvíjí se rychleji oproti rostlinám nenapadeným. Její vývoj se však začne zpomalovat. Listy od vrchu rostliny začnou žloutnout a klas je dříve vymetán. Objeví se však snětivý klas, namísto kvetoucího klasu. Obilky jsou proměněny v černou masu prášivých chlamydo-
ospor (Kazda a kol., 2001). Na rostlině nemusí být napadeny všechny odnože. Chlamydo-spory jsou uvolňovány během kvetení pšenice. Spory vypadávají, ulpí na blizně, kde klíčí v infekční vlákno, které za 7 až 20 dní proroste do osemení. Infikovaná zrna lze na pohled jen těžko rozeznat od zdravých, vysévat by se však neměla. Způsobená škoda je úměrná množství napadených klasů, obvykle však není příliš vysoká. Výskyt této sněti je hrozbou spíše pro výrobce certifikovaného osiva. Povolený výskyt napadených klasů je maximálně 20 kusů na 100 m² porostu. U sněti mazlavé se může vyskytovat maximálně 1 klas na 100 m² porostu, sněť zakrslá se v porostu pro certifikované osivo vyskytovat nesmí (Váňová a kol., 2011).

3.7.2.2.1 Ochrana proti prašné snětivosti pšenice

Ochrana dnes spočívá především ve volbě zdravého, certifikovaného a mořeného osiva. Pozornost je třeba věnovat opakované kontrole porostu během květu, neboť napadené klasy se často objevují postupně. Bohužel je dnes jen málo mořidel, které jsou proti tomuto patogenu účinné, problematická mohou být mořidla určená k ošetření osiva proti sněti prašné i zakrslé současně (Váňová a kol., 2011).

3.8 Choroby pat stébel

3.8.1 Stéblolam na pšenici

Taxonomické zařazení:

Říše: Fungi

Třída: Leotiomycetes

Řád: Helotiales

Čeleď: Oculimaculaceae

Rod: *Oculimacula* (Biolib, 2015 [online])

Oculimacula yallundae a *Oculimacula acuformis* jsou původci pravého stéblolamu na pšenici. Způsobují choroby pat stébel a značné poléhání porostu. Pravý stéblolam se projevuje vytvořením hnědé skvrny na pochvě listu. Pochvami listů houba pro-

růstá až dolů ke stéblu (obvykle těsně nad půdou), kde se vytvoří oválná skvrna s tmavě hnědým lemováním a světlejším středem. Jsou-li příznivé podmínky, houba proroste i dovnitř stébla, kde vytváří šedé mycelium. Houba nejčastěji přežívá ve formě trvalého mycelia (stromat) na napadených částech rostliny v půdě, kde vytrvá dva až tři roky. Optimální teplota k šíření tohoto patogena je 8 - 10 °C, pro infekci rostliny pak 20 °C a dostatečná vlhkost v porostu. Na jaře i během podzimu dochází na napadených částech rostlin ke sporulaci patogena. V porostu se šíří konidii pomocí deště do vzdálenosti až dvou metrů. Nejprve spora u mladé rostliny napadne koleoptili a poté přichází latentní perioda, která trvá čtyři až dvanáct týdnů (dle počasí). Po skončení této fáze se projevují typické první příznaky na pochvách listů. Může docházet i k sekundárnímu šíření konidií. Napadené rostliny mají tedy především oslabená stébla, díky kterým poléhají. Cévní svazky se ucpávají a rostliny také mohou dozrávat předčasně. V závislosti na počtu napadených listových pochev a hloubce, do které houba do rostliny prorostla, určíme míru poškození. Původce stéblolamu se člení do mnoha kmenů, které mají různou úroveň patogenity a jsou různě citlivé k účinným látkám v chemické ochraně (Bittner, 2009).

3.8.1.1 Ochrana proti stéblolamu na pšenici

Ochrana porostu spočívá především v dodržování zásad správného osevního postupu a podpoře rozkladu organických zbytků. Chemickou ochranu je důležité správně načasovat dle stupně napadení. Obvykle se aplikuje ve fázi odnožování nebo sloupkování (Bittner, 2009).

3.9 Rzi napadající pšenici

Taxonomické zařazení:

Říše: Fungi

Kmen: Basidiomycota

Třída: Pucciniomycetes

Řád: Pucciniales

Čeleď: Pucciniaceae

Rod: *Puccinia* (Biolib, 2015 [online])

Rzi patří do skupiny parazitických hub. Napadají široké spektrum rostlin. Typickou vlastností rzí je úzká specifická vazba k jedné konkrétní čeledi, rodu, nebo konkrétnímu druhu.

nímu druhu rostliny. Některé rzi potřebují ke svému vývoji tzv. mezihostitelské druhy rostlin. Teprve potom napadají svého hostitele. Podle této vlastnosti dělíme rzi na dvoubytné (heteroecické) a rzi jednobyté (monoecické). Rzi napadají především obilniny - pšenici, ječmen, žito, oves a trávy jako je např. pýr, jílek a jiné. Primárním zdrojem infekce jsou často aeciospory (vzniklé na aeciu pohlavním rozmnožováním), které jsou šířeny z mezihostitele. Mezihostitelem rzi pšeničné (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) je žluťucha (*Thalictrum speciosissimum*), mezihostitelem rzi travní (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) je dřišťál (*Berberis vulgaris*). Mycelium rzí proniká průduchy listů do hostitelské rostliny a vytváří zde haustoria. Rzi vytváří myceliární kupky pod epidermis napadené rostliny. Kupky obsahují nejčastěji jednobuněčné uredospory. Epidermis poté praskne a spory se z ní uvolňují (Hanzalová a kol., 2008).

První příznaky napadení rzí se objevují obvykle po ukončení fáze sloupkování. Na listech, někdy i na stéblech, se objeví drobné rezavé kupky uredospor (letní výtrusy). Při intenzivním napadení list usychá a odumírá. Uredospory jsou v průběhu vegetace šířeny pomocí větru a deště. Mohou být šířeny na značné vzdálenosti, uvádí se, že i přes oceány. Rzi mohou z listů přecházet do klasu. Některé rzi vytváří i tzv. teliospory (zimní výtrusy). Ty jsou tmavší hnědé barvy. Rzi přetrvávají na ozimých hostitelích. Pokud je mírná zima, mohou rzi v takových podmínkách přezimovat i letními spory. Pokud je teplý a dlouhý podzim, je možné první příznaky napadení rzí pozorovat již na podzim (Kazda a kol., 2001).

3.9.1 Rez pšeničná

Napadení pšenice patogenem *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* se projevuje rezavými až hnědými kupkami uredospor (letní výtrusy) na vrchní straně listu, které je možné detekovat obvykle od měsíce června do srpna. Někdy se spory mohou vyskytovat i na stéble. Koncem vegetace se pak vytváří černé teliospory (zimní výtrusy) na rubu listu. Rez přezimuje uredosporami, nebo myceliem na ozimé pšenici a na výdrolu. *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* využívá jako svého primárního hostitele žluťuchu, na kterou přechází na jaře. Toto stádium však nemá pro šíření tohoto patogena zvláštní význam (Hrudová a kol. 2006).

Při kontaktu uredospor s rostlinou proniká uredospora do průduchu listu, kde klíčí v hyfu. Zde pak tvoří apresorium. Infekční hyfa se vyživuje z buněk hostitelské rostliny pomocí haustorií. Uredospor se šíří převážně větrem. Optimální teplota pro klíčení uredospor je nejméně 2 °C. Optimální teplota pro napadení rostliny v noci je 15 °C, zároveň je potřeba, aby byl list nejméně čtyři hodiny ovlhčen. Pro samotné rozmnožování uredospor je potřeba světelné záření. Optimální teplota pro šíření uredospor ve dne je pak 20 - 26 °C a v noci minimálně 12 °C. Letní počasí tedy této rzi velmi vyhovuje. Ideální den pro její vývoj by tedy byl teplý a slunečný, ve večerních hodinách s deštěm. Obecně lze říci, že vyšší teploty vzduchu podporují šíření rzí. Proto mírný podzim a zima jí velmi prospívají. Pšenice je nejnáchylnější v období zrání zrna. Je třeba dbát zvýšené pozornosti, aby nedošlo k napadení praporcového listu. Rez pšeničná se na pšenici vyskytuje takřka pravidelně ve většině oblastech jejího pěstování. U málo odolných odrůd mohou ztráty na výnose plodiny dosahovat 15 - 40 % HTZ a také snížení kvality zrna (konkrétně menší obsah bílkovin), (Bittner, 2009). V České republice je *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* hospodářsky nejvýznamnějším patogenem pšenice (Hanzalová a kol., 2008).

Dle výzkumu Wójtowicze a kol. (2013) má vliv teploty v průběhu infekce rostliny velký význam na klíčení uredospor *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. Uredospory byly pozorovány při klíčení v teplotách 5, 10, 20, 30 °C. Nejintenzivněji klíčily při teplotě 15 °C.

Rez pšeničná způsobuje ztráty na výnose pšenice téměř každý rok. Ve stavu epidemie mohou být ztráty až do výše 50 %. V našich podmínkách působí největší škody na střední a jižní Moravě (Hanzalová a kol., 2008).

3.9.1.1 Možnosti ochrany porostu proti *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*

Základem ochrany před tímto patogenem jsou taktéž preventivní opatření. Především zaorání posklizňových zbytků a likvidace výdrolu před vzejitím ozimé pšenice. Dále je třeba zvolit vhodný termín setí. Příliš brzké setí na podzim není vhodné. Dále je třeba kvalitně připravit půdu pro setí a vybrat zdravé, případně i mořené osivo. Odrůdu volíme co možná nejodolnější. Široká variabilita tohoto druhu komplikuje šlechtění pšenice na odolnost vůči tomuto patogenu. Nemalý význam má také vyrovnaný poměr živin

v půdě. Tak jako u většiny patogenů, i zde přehnojování dusíkem podporuje rozvoj této houby (Bittner, 2009).

Rez pšeničná se vyskytuje poměrně nepravidelně, proto nelze přesně říci, kdy je optimální termín pro aplikaci fungicidní ochrany. Nejčastěji se aplikace doporučuje ve fázi před metáním (BBCH 49), případně koncem metání (BBCH 59) při napadení 10 - 20 % porostu (Bittner, 2009). Při silném napadení často nestačí ani chemická ochrana. Základem ochrany před tímto patogenem je výběr odolné odrůdy a šlechtění na odolnost (Hanzalová a kol., 2008). Prahem škodlivosti je 5 - 15 % infikovaných odnoží na konci sloupkování a 10 - 20 % infikovaných odnoží na konci fáze metání (pro náchylné odrůdy platí hodnoty nižší), (Agromanual, 2003 [online]).

3.9.2 Rez travní

Na pšenici je rez travní způsobována patogenem *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Bývá označována i jako černá rzivost trav. Ze všech rzí nejvíce vyžaduje teplé počasí. K infekci patogenem dochází při teplotách 15 - 20 °C. Nejohroženějšími oblastmi jsou především střední a jihovýchodní Evropa, dále Maďarsko, Slovensko a Balkán. Odtud se inokulum rzi travní šíří k nám. Dnes se rez travní vyskytuje jen výjimečně, ač lokálně má značný ekonomický vliv (Hanzalová a kol., 2008). Napadení se obvykle projeví v podobě rezavých uredospor na pochvách listů, nebo na listech, kterým se na okrajích mírně odlupuje pokožka. V pozdější fázi napadení se uredospory spojují do pruhů. Poté se vytváří tmavé zimní výtrusy, teliospory. Mezihostitelem rzi travní je dřívěšník (Zimolka a kol., 2005).

3.9.2.1 Možnosti ochrany porostu proti *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*

V České republice je význam této rzi malý. Většina odrůd se zdá být vůči tomuto patogenu relativně odolná. Dojde-li k výraznějšímu napadení, používají se fungicidy dle zákona č. 326/2004 Sb. z registru ÚKZÚZ (Bittner, 2009).

3.9.3 Rez plevová

Rez plevová (*Puccinia striiformis*) je v České republice méně významná. S vyšší intenzitou se vyskytuje spíše ve vlhčích a chladnějších oblastech, jako je západní Evropa

a Severní Amerika. Jsou-li příznivé podmínky, šíří se na velké vzdálenosti. Z těchto zemí se tedy může šířit až do České republiky (Hanzalová a kol., 2008).

Rostliny mohou být infikovány kdykoliv od fáze prvního listu až do pozdní fáze vývoje. Napadení můžeme detekovat již na podzim na zelených tkáních obilnin i trav. Po vzejití porostu se mohou na špičkách listů objevit kupky oranžovo - žlutých uredospor. Na jaře se již spojují v charakteristické pruhy na nervatuře listů. Rozšiřuje se až do klasů. V pozdějším stádiu vývoje se pod epidermis listu vytváří tmavě hnědé teliospory. Spory jsou rozšiřovány převážně pomocí větru. Rez plevová přezimuje na rostlinných zbytcích, které jsou ještě zelené a na brzy vysetých ozimech. Za příznivých podmínek se dokáže šířit i na velké vzdálenosti. Suché a horké počasí zpomaluje vývoj této rzi. Klíčí při teplotách 8 - 15 °C za optimální vlhkosti vzduchu (Chen, 2005).

3.9.3.1 Možnosti ochrany porostu proti *Puccinia striiformis*

Základem je výběr co možná nejodolnější odrůdy. U nás je většina odrůd vůči *Puccinia striiformis* odolných dostatečně. Při první detekci napadení porostu se aplikuje fungicidní ochrana dle registru ÚKZÚZ (Bittner, 2009). Prahem škodlivosti je 5 % infikovaných odnoží ve fázi sloupkování a 15 % infikovaných odnoží ve fázi metání (Agromannual, 2003 [online]).

3.10 Agroklimatické faktory

3.10.1 Teplota půdy

Teplota půdy je významný faktor stanoviště udávající jeho ekologické podmínky. Je nejvýznamnějším faktorem půdního klimatu. Ovlivňuje jak růst, tak vývoj půdních organismů a nepřímou je tak ovlivňována úrodnost půdy. Teplota půdy jako významný agroklimatický prvek, zásadně ovlivňuje jak termín setí, tak klíčení, vzcházení rostlin a jejich přezimování (Petr a kol., 1987).

Teplota půdy se měří na profesionálních meteorologických stanicích a to na povrchu půdy (tu měří pouze několik stanic) a poté v hloubkách 5, 10, 20, 50 a 100 cm. K měření se dnes používají automatizované měřicí systémy (Žalud, 2010).

V letním období v hlubších vrstvách je teplota půdy nižší, než teplota vzduchu nad povrchem. V zimě je situace opačná. Dle dlouhodobých průměrů bývají nejnižší teploty půdy v lednu a nejvyšší v červenci (Rožnovský, 2014).

Teplota v povrchové části půdy je ovlivňována několika faktory. Jsou jimi radiční bilance v daném období a roce, oblačnost, vegetační pokryv, poloha místa a půdní vlhkost. Je-li půda vlhčí, její energie je spotřebovávána na výpar vody, povrch půdy je tedy méně zahříván. Další faktor, který ovlivňuje teplotu půdy, je barva půdy. Tmavší půda má nižší albedo, než půda světlejší. Dalším faktorem je expozice. Nejteplejší jsou jižní a jihozápadní svahy. Do hlouběji položených vrstev půdy je teplo šířeno molekulárním vedením. Dnes je mechanismus šíření tepla do hlubších půdních vrstev vysvětlován pilotní prací francouzského matematika a fyzika J. B. J. Fouriera (Žalud, 2010).

V zimním období má na půdu a vegetaci významný vliv sněhová pokrývka. Slouží jako izolační vrstva. Chrání tak především ozimé plodiny před vymrznutím (Pokladníková a Rožnovský, 2007). Bez sněhové pokrývky a při teplotách klesajících pod bod mrazu půda promrzává. Přitom pouze nízká několikacentimetrová sněhová pokrývka promrznutí zabraňuje. Sněhová pokrývka nad 30 cm již promrznutí půdy zabrání takřka úplně. Výjimkou jsou u nás horské oblasti, kde při holomrazech může půda promrzávat do hloubky až 80 cm (Žalud, 2010).

Teplota půdy dále ovlivňuje vodní a vzdušný režim půdy, vývoj rostlin, aktivitu půdního edafonu, intenzitu a rychlost zvětrávání a přeměnu organických látek. Teplotu půdy ovlivňuje několik faktorů - tepelné vlastnosti půdy, bilance záření, evapotranspirace a výměna tepla mezi půdou a prostředím (Pokladníková a Rožnovský, 2007).

Teploty půdy měříme v rámci agrometeorologických pozorování. Agrometeorologická síť na jižní Moravě čítá celkem 8 stanic všeobecného agrometeorologického pozorování, dále 7 stanic podrobného agrometeorologického pozorování, 9 stanic, kde se měří vlhkost půdy v hloubce 10, 40 a 90 cm, 23 stanic, kde se měří teplota půdy v hloubkách 5, 10, 20, 50 a 100 cm, 9 stanic měřících hloubku promrznutí půdy a 8 stanic měřících výpar z vodní hladiny. Na stanicích se hodnoty získávají manuálním či automatizovaným způsobem měření (Pokladníková a Rožnovský, 2007).

3.10.1.1 Manuální měření

Teploty půdy jsou na agroklimatologických stanicích ČHMÚ měřeny v termínech 7:00, 14:00 a 21:00 SMC v pěti různých hloubkách (5, 10, 20, 50, 100 cm). Pro manuální měření se využívají dva typy teploměrů. Jedná se o zahnutý teploměr, který je trvale umístěn v zemi a je určen pro měření v malých hloubkách (5 - 20 cm). A dále hloubkové rtuťové teploměry pro měření v hloubkách 50 a 100 cm (Středová a kol., 2014).

3.10.1.2 Automatické měření

Automatická měření na stanicích sítě ČHMÚ jsou prováděna v 15 minutovém intervalu. Měření probíhá kontinuálně po celý den. Pro měření teplot půdy se na stanicích ČHMÚ používají mosazné snímače Pt 100 (výrobce YPA EKOREG Ústí nad Labem) typu 11281. Třída přesnosti je A, která zaručuje v rozsahu -40 až +60 °C toleranci do $\pm 0,15$ °C (Středová a kol., 2014).

3.10.2 Vztah teploty a fyziologických procesů rostlin

Během vegetace dochází k několika teplotním zlomům, které ovlivňují fyziologické procesy v rostlinách. Tyto zlomy označujeme jako kardinální teplotní body (Žalud, 2010).

Kardinální teplotní body (Žalud, 2010)

Minimální teplota pro klíčení je teplota půdy, která má vliv na klíčení rostlin a biologické vlastnosti půdy (aktivitu mikroedafonu). Začíná od 5 °C, úplně probíhá při 8 - 10 °C.

Začátek růstu je průměrná denní teplota, ve které procesy fotosyntézy přesahují procesy dýchání. Tuto teplotní mez nazýváme „biologická nula“ či „minimální biologický teplotní práh“.

Zimní odolnost je minimální teplota vzduchu v době vegetačního klidu. V této fázi se rostlina během podzimu přizpůsobuje postupnému klesání teplot. Pokud se v zimě počasí často mění, dochází k oblevám, nebo k výrazným oteplením, rostlina může ztrácet mrazuvzdornost. Rostlina totiž začne transpirovat, přestože voda v půdě pro ni ještě není dostupná. Mělce kořenící rostliny, stálezelené a ozimé rostliny jsou vysta-

vovány stresu, který je způsoben nedostatkem vody. I odrůdy jedné rostliny mohou být různě mrazuvzdorné.

Odolnost jarním mrazíkům je minimální teplota v průběhu vegetace. Při působení teplot nad 0 °C mohou být rostliny poškozeny chladem a naopak při působení teplot pod 0 °C mohou být poškozeny mrazem.

Odolnost vysokým teplotám je maximální denní teplota, kdy se rostliny ještě nepřehřívají. V našich klimatických podmínkách mohou být rostliny působením vysokých teplot stresovány. Nízké teploty mohou způsobit nevratné poškození celých rostlin, či jen jejich částí. U rostlin s mechanismem asimilace uhlíku C₃ se příznaky přehřátí dostavují okolo 35 °C.

3.10.3 Teplota vzduchu

Aktuální teplotu vzduchu stanovujeme v konkrétní dobu na konkrétním místě. Teploměr je vždy zastíněný a umístěný do výšky 2 m nad zemí. Průměrná teplota je stanovena z průměru tzv. termínových teplot, které jsou měřeny v 7, 14 a 21 hod. středního místního slunečního svitu. Měření ve 21 hod. se vždy počítá dvakrát. Měření teploty vzduchu používáme pro získání informací o růstu rostlin, či pro charakteristiku vegetační sezóny. V souvislosti s kritickým obdobím rostlin, kdy mohou být rostliny vystavovány stresu, či mohou být poškozeny (jarní mráz, období sucha a horka), stanovujeme minimální a maximální teplotu. Dále stanovujeme tzv. teplotní sumy - sumu efektivních teplot (SET) a teplotní sumu aktivních teplot (TS). Teplota, od které sumu počítáme, se nazývá prahová a je dána teplotním biologickým prahem (Žalud a kol., 2013).

V agroklimatologické rajonizaci používáme teplotní sumy nad 5, 10 a 15 °C. Sumy efektivních teplot používáme především pro posuzování vlivu teploty na vývoj rostlin a také živých organismů, jako jsou například škůdci. Pro stanovení obou typů sum teplot musíme znát denní průměrnou teplotu (Žalud, 2010).

Pro zpracování teplotních podkladů vždy využíváme data z nejbližší klimatologické stanice. Ideální je, pokud je stanice přímo v místě pokusu. V důsledku vysoké cirkulace jsou teploty vzduchu v České republice velmi proměnlivé s nepravidelně se vyskytujícími extrémami. Ovlivňují to také naše hory, vertikální teplotní gradient je 0,6 °C

na 100 m. K nejvýraznějším prudkým změnám teplot dochází na jaře a v zimě. Průměrná roční teplota vzduchu se v České republice pohybuje od 5,5 °C do 9 °C (Rožnovský, 2014).

Teplota spolu s vlhkostí je z pohledu patogenů nejvýznamnějším faktorem. Závisí na ní mnoho životních projevů nejen těchto organismů. Teplota rozhoduje, zda organismy přežijí v období vegetačního klidu a zásadně ovlivňuje proces infekce, rozmnožování, rychlost vývoje, aktivitu aj. Těchto vztahů využíváme v nepřímém monitorování vývoje v metodách prognózy a signalizace výskytu chorob a škůdců. Teplota, zejména před samotným napadením rostliny, má také vliv na odolnost hostitelských rostlin (Petr, 1987).

3.10.4 Vlhkost půdy

Množství vody v půdním profilu, tedy vlhkost půdy, je po teplotě půdy a teplotě vzduchu nejvýznamnějším faktorem prostředí, který ovlivňuje vývoj rostlin. Kromě srážek a výparu, je půdní vlhkost ovlivňována také půdními vlastnostmi a způsobem zpracování půdy. Pozitivní vliv na zadržování vody v půdě mají mimo jiné i technologie, které omezují orbu (Rožnovský, 2014).

Momentální okamžitá vlhkost půdy je obsah vody v půdě v konkrétním čase. Je základní charakteristikou vztahu vody s půdou. Rozlišujeme půdu vyprahlou (bez známek vlhkosti), půdu suchou (hroudy má netvárné a pevné), půdu vlahou (mírně vlhkou), vlhkou (po zmáčknutí v dlani z ní kape voda) a půdu mokrou (je přesycená vodou a má kašovitou konzistenci). Nejpriznivější pro vývoj rostlin je půda vlahá. Vlhkost stanovíme pomocí přímých a nepřímých metod. Z přímých metod je nejčastěji využívána vážková tzv. gravimetrická metoda. Tato metoda stanovuje půdní vlhkosti zvážením vlhkého vzorku, který srovná se stejným zváženým vzorkem po jeho vysušení. Z nepřímých metod využíváme nejvíce odporovou elektrometrickou metodu. Tato metoda funguje na základě závislosti elektrické vodivosti a vlhkosti půdy. Z ostatních nepřímých metod lze zmínit např. kapacitní metody, neutronové metody či gamaskopické metody (Jandák, 2010).

Pro analýzu půdní vlhkosti stanovujeme tzv. půdní hydrolimity. Pro příklad lze uvést například relativní vlhkost u písčitých a jílovitých půd. Již 20 % relativní vlhkosti

v písčitých půdách může znamenat obsah vysokého množství vody. Naopak u půd jílovitých může tato vlhkost z pohledu rostlin indikovat půdu jako zcela suchou (Rožnovský, 2014).

Pro vyhodnocení ohrožení suchem na našem území, vyhotovilo brněnské pracoviště ČHMÚ mapu znázorňující plošné vyjádření výskytu sucha. Tato mapa naznačuje míru ohrožení zemědělským suchem a byla zpracována na základě potenciální vláhové bilance travního porostu. Tyto hodnoty byly rozděleny do 7 intervalů. Takřka celá jižní Morava, včetně Žabčic, kde se nachází školní podnik, byla zařazena do regionu 1 - mimořádné riziko ohrožení klimatickým suchem (Rožnovský, 2014).

3.10.5 Vlhkost vzduchu

Vlhkost vzduchu je obsah vodní páry obsažené ve vzduchu. Pokud dojde k vyrovnanému poměru mezi vodou a vodní párou, vzduch je nasycen vodní párou a označujeme tento jev stavem nasycení. K výparu vody může docházet jen do určitého množství, které je dáno teplotou vzduchu. Každá teplota má tedy své maximální množství nasycenou vodní párou. Při nedostatku vody, nemůže být vzduch nasycen vodní párou. Pokud je vody nadbytek, pak dochází při vyšších teplotách ke kondenzaci, při teplotách klesajících pod 0 °C k desublimaci (Žalud, 2010).

Pomocí základních vlhkostních charakteristik můžeme vlhkost vzduchu podrobněji definovat. Tlak vodní páry, značený „e“, tvoří parciální tlak vodní páry. Je-li vzduch nasycen vodní parou, jedná se o tlak nasycené vodní páry, značený „E“. Význam má také napětí nasycené vodní páry, které je závislé na teplotě. Pro konkrétní teplotu je vždy konstantní. Nasycenost vodní párou ovlivňuje i skupenství vody. Nad ledem bývá napětí nasycené vodní páry vždy nižší, než nad vodou. Dále nasycenost vodní párou ovlivňuje tvar kapaliny (vypouklým či vyhloubeným) a látky rozpuštěné ve vodě (např. obsah solí). Další charakteristikou vlhkosti vzduchu je absolutní vlhkost vzduchu. Ta udává hmotnost vodní páry v jednotce objemu vzduchu a značíme ji „a“. Maximální absolutní vzdušná vlhkost „A“ je jev, kdy je vzduch nasycen. Další charakteristikou je měrná vlhkost vzduchu „s“. Ta udává množství vodní páry v jednotkové hmotnosti vlhkého, či suchého vzduchu. Při plném nasycení ji značíme „S“. Relativní (poměrná) vlhkost vzduchu „r“ udává, kolik procent vzduchu je nasyceno vodní párou. Při plném na-

sycení ji značíme „R“. Sytostní doplněk vyjadřuje deficit vlhkosti. Je to doplněk vlhkosti do maxima, tedy do plného nasycení vzduchu vodní párou. Poslední charakteristikou je rosný bod „ τ “. Je to teplota, při které je vzduch nasycený vodní párou (Žalud, 2010).

Vlhkost vzduchu měříme hygroskopickou a psychrometrickou metodou. Pomocí hygroskopu změříme, kolik vodní páry je ve známém objemu vzduchu. Psychrometr měří vlhkost na principu porovnání teplot vzduchu na tzv. vlhkém a suchém teploměru. Slouží k přibližnému stanovení relativní vlhkosti vzduchu (Lipták, 2003).

Pro patogeny má vlhkost prostředí zásadní význam. Optimální vlhkost vzduchu pro většinu těchto organismů je téměř 100 %. Vlhkost vzduchu má zásadní vliv na přežívání spor hub (Petr, 1987).

3.10.6 Srážky

V České republice jsou srážky časově i místně značně proměnlivé a jsou závislé na nadmořské výšce a expozici ve vztahu k převládajícímu proudění vzduchu. Na našem území maximum srážek přichází převážně v červenci a minimum v únoru nebo lednu. Srážky rozdělujeme na přeháňkové (konvekční) a trvalé. Přeháňkové srážky pochází z tzv. kupovité oblačnosti. Vyznačují se krátkou dobou trvání, přeháňkovým či lijákovým charakterem a také obvykle vysokou intenzitou. Trvalé srážky pochází z tzv. vrstevnatých oblaků a vyskytují se nad rozsáhlejšími územními celky. Trvají obvykle delší dobu a mají nižší intenzitu. Charakteristiku srážkových poměrů, které mají vypovídající hodnotu pro zemědělce, nejlépe vystihuje rozdělení srážek během roku, tedy konkrétní počet dnů se srážkami (uvedené v mm) v konkrétním období (Rožnovský, 2014).

3.10.7 Vliv větru

Z meteorologického hlediska vyjadřuje vítr horizontální složku proudění vzduchu. Je charakterizován rychlostí, směrem a nárazovitostí. Směr větru je ovlivněn reliéfem povrchu země. Proudění vzduchu je různé i v jednotlivých ročních obdobích. Rychlost větru je nejvyšší na horách, kde jeho průměrná roční rychlost mnohdy přesahuje 8 m/s. S klesající nadmořskou výškou klesá i rychlost větru. V nížinných oblastech je průměrná roční rychlost větru 3 - 4 m/s. Již tento slabý vítr je dostačující k šíření spor mnohých hub (Rožnovský, 2014).

3.11 Mikroklima porostu

Mikroklima porostu má v procesech ekosystému velký význam. Vzájemnou výměnou energie a hmoty mezi nejnižšími vrstvami ovzduší a aktivním povrchem se dostává do atmosféry teplo a vodní pára. Díky tomu dochází ke změně teploty i vlhkosti vzduchu přímo v porostu a kousek nad ním. Každý porost si tak vytváří své mikroklima, což může významně ovlivnit klimatické poměry na stanovišti. Měření mikroklimatu na meteorologických stanicích a měření mikroklimatu přímo v porostu je ovlivněno strukturou porostu i výškou, kde se nachází senzory měřících přístrojů (Středová a kol., 2011).

Vznik choroby má tři základní předpoklady, které se musí sejít ve stejný čas. Je to virulentní patogen, náchylný hostitel a vyhovující podmínky prostředí. Na rozvoji choroby se podílí mnoho faktorů prostředí. Některé patogeny vyžadují k přežívání přítomnost rostlinných zbytků na půdě, či zaorané přímo v půdě. Jiné vyžadují konkrétní teploty a vlhkost, na nichž jsou závislé jejich životní procesy, zejména patogeneze, kdy se patogen rozmnožuje přímo na hostitelské rostlině. Součástí patogeneze je proniknutí patogena do hostitele, infekce, inkubační doba a růst a tvorba disperzních jednotek. Jednotlivé choroby se tak vyskytují s různou intenzitou na různých místech, na různých plodinách a v různou dobu - v závislosti na ročníku. Optimální podmínky pro vývoj a růst konkrétního patogena je třeba znát pro tvorbu prognóz jeho výskytu a intenzitu napadení plodin tímto patogenem. Prognostické metody obvykle vycházejí z epidemiologických metod. Základní metodou pro analýzu epidemie je mnohorozměrná regresní analýza. Pomocí této analýzy sledujeme průběh epidemie a její závislost na vnějších a vnitřních faktorech. Závislými proměnnými v regresní analýze je např. napadení povrchu hostitele v procentech, intenzita sporulace aj. Nezávislými proměnnými jsou např. teplota, vlhkost, srážky, hustota porostu, stáří rostliny aj. Existují i prognostické programy, které umí na základě vložených dat, zobrazit nárůst intenzity choroby během času. Prognózy výskytu patogenů a škůdců v epidemiologii používají údaje z klimatologických stanic, jako jsou teplota, vlhkost vzduchu, rychlost větru, srážky apod. Většina těchto veličin je měřena ve výšce 2 m nad zemí v pravidelných intervalech, ze kterých můžeme stanovovat průměrné hodnoty za konkrétní časové úseky. Pro přesnější pochopení vzájemných vztahů v mikroklimatu porostu je však nutné měřit tyto prvky přímo v konkrétním porostu. Pro signalizaci infekce patogenem je také významná délka ovlhčení listů. Informace získané z prognózy výskytu patogenů a z naměřených meteo-

rologických prvků využíváme především k volbě času a způsobu chemické ochrany (Středová a kol., 2011).

Výzkum mikroklimatu porostu v polních plodinách je založen na vyhodnocování klimatologických charakteristik, které jsou měřeny „*in situ*“. Pro ještě přesnější monitoring mikroklimatu měříme vybrané meteorologické hodnoty ve vertikálním profilu. Výšku měření volíme dle typu porostu, obvykle však probíhá měření z tzv. přízemní výšky, efektivní výšky (tj. 70 % momentální výšky porostu) a dále z výšky 2 m nad zemí. Naměřená data porováváme s daty naměřenými na standardních klimatologických stanicích (Středová a kol., 2011)

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Pokusná lokalita Žabčice - Obora (GPS: 49°1'18.658"N, 16°36'56.003"E.) je umístěna v nadmořské výšce 179 m, v kukuřičné výrobní oblasti a podoblasti K2, v Dyjsko-svrateckém úvalu, který se skládá převážně z neogenních sedimentů. Pozemky, kde se stanice nachází, jsou rovinného charakteru. Lokalita Obora je součástí Školního zemědělského podniku Žabčice (Mendelu v Brně) a leží mezi obcemi Žabčice a Židlochovice (Rožnovský a Svoboda, 1995).

Co se týče teploty vzduchu, patří Žabčice mezi nejteplejší lokality v České republice. Průměrná roční teplota je zde 9,2 °C. Průměrná teplota nejchladnějšího měsíce je -2 °C a nejteplejšího měsíce nad 19 °C. Oblast často trpí nedostatkem srážek. Průměrný roční úhrn srážek naměřený za období 1961 - 1990 byl 480 mm. Jako nejsušší se jeví období od července do října. Žabčice patří mezi lokality ohrožené suchem v průběhu jara i podzimu, hospodaření na orné půdě je zde tak významně ztíženo (Rožnovský a Svoboda, 1995).

Půda je zde jílovitá až hlinitá, středně těžká, s neutrální reakcí (pH = 6,7) a relativně nízkým obsahem humusu (2,44 %). Jedná se o půdní typ fulvizem glejová. Mocnost ornice je 35 cm. Nejvyšší úhrn srážek připadá na červen - průměrně 69 mm. Nejnižší průměrný úhrn naopak připadá na leden (24,8 mm) a březen (23,9 mm). Během vegetačního období zde průměrně spadá 219 mm až 420 mm (Žalud a kol., 2013).

4.2 Metodika pokusu

Metodika vyhodnocování napadení všech zjištěných patogenů pšenice byla prováděna dle postupů ÚKZÚZ vydaných v roce 2008.

Sledováno bylo pět chemicky neošetřených variant odrůd ozimé pšenice. Etana, Fakir, Bohemia, Brokat a Gordian. Každá odrůda byla vždy založena ve třech opakováních, které byly od sebe vzdáleny zhruba 15 m. Rozměry jedné parcely byly 1,5 × 7 m. Během hlavní části vegetačního období proběhlo pozorování v pěti termínech, kdy byly makroskopicky identifikovány významné listové i klasové choroby a choroby pat stébel. Na sledovaných rostlinách byla vyhodnocena míra napadení jednotlivými patogeny.

První pozorování proběhlo 28. 5. 2015. Průměrná vývojová fáze porostu byla BBCH 55. Byla vyhodnocena míra napadení listů pšenice patogenem *Blumeria graminis*. Druhé hodnocení proběhlo 8. 6. 2015. Průměrná vývojová fáze porostu byla BBCH 69 a byla vyhodnocena míra napadení patogeny způsobujících choroby pat stébel. Další hodnocení proběhlo 12. 6. 2015. Průměrná vývojová fáze porostu byla BBCH 71 a byla vyhodnocena míra napadení listů patogeny *Mycosphaerella graminicola* a *Pyrenophora tritici - repentis*. Čtvrté hodnocení proběhlo 19. 6. 2015. Průměrná vývojová fáze porostu byla BBCH 75 a byla vyhodnocena míra napadení klasů patogeny z rodu *Fusarium*. Poslední pozorování proběhlo 26. 6. 2015. Průměrná vývojová fáze porostu byla BBCH 77 a byla vyhodnocena míra napadení listů patogenem *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*.

Z jednotlivých parcel bylo v rámci každého hodnocení vždy náhodně vybráno 10 rostlin, u kterých byla určena vývojová fáze. Každá rostlina pak byla vyhodnocena stupněm napadení příslušným patogenem. Detailní popis použitých stupnic pro vyhodnocení napadení jednotlivými patogeny jsou uvedeny v tabulkách č. 2, 3, 4, 5 a 6. Pro vyhodnocení napadení listové plochy *Blumeria graminis* a *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* byly také použity doplňkové stupnice, které jsou znázorněny na obrázcích č. 3, 4 a 5. Pro každé opakování sledovaných variant pak byly vypočítány průměrné indexy napadení jednotlivými patogeny. Výsledky byly zpracovány jednofaktorovou analýzou rozptylu v programu UPAV.

Souběžně s pozorováním patogenů probíhalo v období od zapojení porostu do sklizně (od 1. 4. do 15. 7. 2015) na daném stanovišti měření teplot půdy a měření teplot vzduchu. Teploty půdy pod porostem pšenice byly zaznamenány v patnáctiminutovém intervalu v hloubce 5 cm. Teploty vzduchu byly zaznamenány v desetiminutovém intervalu ve dvou úrovních porostu pšenice - při zemi (ve výšce 5 cm nad zemí) a ve dvou metrech nad zemí. Teploty vzduchu i půdy byly měřeny pomocí mobilní meteostanice Dallas semiconductors, typ DS18B20, vybavené digitálními teplotními čidly. Na obrázku č. 1 je zobrazena meteostanice ve sledovaném porostu pšenice. Naměřené hodnoty pak byly srovnány s údaji z klimatologické stanice v Brně - Tuřanech, která spadá pod správu ČHMÚ Brno a s údaji z klimatologické stanice (umístěné v blízkosti porostu pšenice) v Žabčicích v lokalitě Obora. Na obrázku č. 2 je znázorněna poloha stanic na mapě. Stanice jsou od sebe vzdušnou čarou vzdáleny asi 15 km.

Pro statistické zpracování byly veškeré teplotní údaje použité pro výpočet regresních vztahů, upraveny do hodinových kroků pomocí aritmetického průměru, s výjimkou vztahu mezi teplotou půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm a teplotou půdy pod travnatým porostem v hloubce 5 cm na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech, kde byly pro výpočet použity vždy tři denní teploty měřené v 7, 14 a 21 hod., neboť na stanici v Brně - Tuřanech se teploty půdy zaznamenávají pouze v tyto časy. Vztahy mezi mikroklimatem porostu a teplotou naměřenou na zvolených meteorologických stanicích byly analyzovány metodou lineární regresní analýzy. Teplotní údaje použité po znázornění grafů průběhu teplot byly upraveny do denních kroků pomocí aritmetického průměru.



Obr. 1 Meteostanice v porostu pšenice na Školním zemědělském podniku v Žabčicích (Haraštová Alena, 28. května 2015, Žabčice)

Obr. 2 Mapa s vyznačenými klimatologickými stanicemi

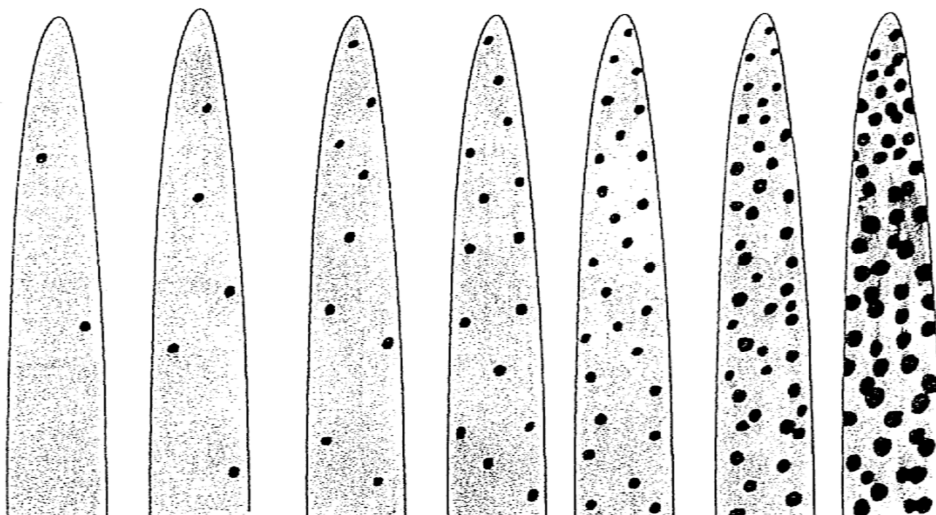
(<http://mapy.cz/zakladni?x=16.6512863&y=49.1302284&z=11>)



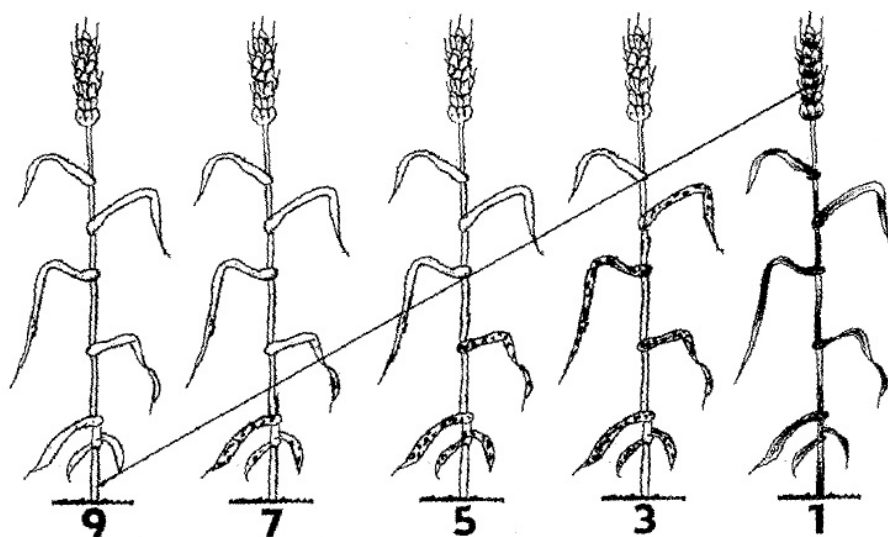
Tab. 2 Stupnice pro vyhodnocení napadení patogenem *Blumeria graminis* na listu (ÚKZÚZ, 2008)

Stupeň	Popis napadení
9	bez příznaků
8	příznaky na spodních listech, někdy chlorotické či hnědé skvrny, polštářky mycelia jsou na méně než 1 % listové plochy
7	na méně než 5 % listové plochy se tvoří bělavé mycelium; výskyt na spodních listech, mycelium může být i na bázi stébel
6	mycelium je na méně než 10 % plochy listů, polštářky mycelia se vyskytují i ve vyšších patrech listů
5	mycelium je na méně než 30 % plochy listů, první výskyt kupek už je i na třetím listu shora, značný vývoj mycelia a černých kleistothecií, mycelium může být i na stéblech
4	mycelium je na méně než 50 % plochy středního patra listů, listy od spodu začínají odumírat, mycelium je i na stéble a na vrchních třech listech rostliny
3	střední a horní patro je napadeno do 70 % listové plochy, spodní listy jsou až

	ze 100 % pokryté myceliem
2	horní patro je napadeno na 85 % listové plochy, odumírá i střední patro listů
1	pokryv myceliem prakticky na 100 % plochy listů, odumřelé spodní i střední patro listů, žloutnou i nejmladší listy



Obr. 3 Doplnková stupnice pro posouzení napadení listové plochy patogenem *Blumeria graminis* (ÚKZÚZ, 2008)



Obr. 4 Doplnková stupnice pro posouzení výše napadených listů patogenem *Blumeria graminis* (ÚKZÚZ, 2008)

Tab. 3 Stupnice pro vyhodnocení napadení fuzariózami klasů (ÚKZÚZ, 2008)

Stupeň	Popis napadení
9	bez příznaků
7	do 5 % klasů je napadeno
5	do 10 % klasů je napadeno
3	do 35 % klasů je napadeno
1	více než 35 % klasů je napadeno

Tab. 4 Stupnice pro vyhodnocení napadení chorobami pat stébel (ÚKZÚZ, 2008)

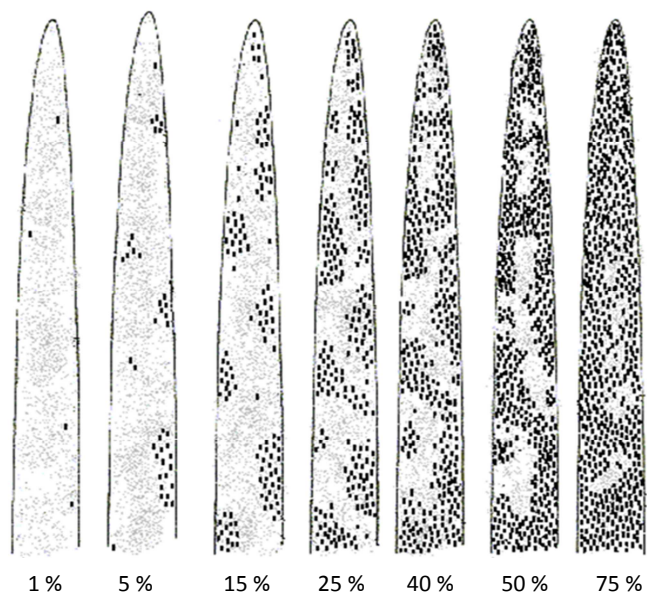
Stupeň	Popis napadení
9	bez příznaků
7	hnědé skvrny nepřesahují 5 % obvodu stébla
5	skvrny zasahují do 25 % obvodu stébla
3	skvrny zasahují do 50 % obvodu stébla
1	skvrny jsou na více než 50 % obvodu stébla

Tab. 5 Stupnice pro vyhodnocení napadení listovými skvrnitostmi (*Mycosphaerella graminicola* a *Pyrenophora tritici - repentis*), (ÚKZÚZ, 2008)

Stupeň	Popis napadení
9	bez příznaků
8	napadeno je do 1 % listové plochy
7	napadeno je do 5 % listové plochy
6	napadeno je do 10 % listové plochy
5	napadeno je do 25 % listové plochy
4	napadeno je do 35 % listové plochy
3	napadeno je do 50 % listové plochy
2	napadeno je do 70 % listové plochy
1	napadeno je nad 70 % listové plochy

Tab. 6 Stupnice pro vyhodnocení napadení rzi pšeničnou (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*), (ÚKZÚZ, 2008)

Stupeň	Popis napadení
9	bez příznaků
8	na ojedinělých rostlinách malé kupky rzi na větších žlutých skvrnách
7	listy jsou pokryty kupkami rzi do 5 % své plochy, chlorotické skvrny
6	listy jsou pokryty kupkami rzi do 15 % své plochy
5	listy jsou pokryty kupkami rzi do 25 % své plochy
4	listy jsou pokryty kupkami rzi do 40 % své plochy
3	listy jsou pokryty kupkami rzi do 50 % své plochy
2	listy jsou pokryty kupkami rzi do 75 % své plochy
1	listy jsou pokryty kupkami rzi nad 75 % své plochy



Obr. 5 Doplnková stupnice pro posouzení napadení listové plochy rzí pšeničnou (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*), (ÚKZÚZ, 2008)

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

V roce 2015 bylo jaro teplotně podprůměrné s nedostatkem srážek. Intenzivní sucho trvalo až do srpna. Teploty vzduchu do konce května (s výjimkou jednoho dne) takřka nepřesáhly 17 °C. Intenzivní sucho se projevilo na růstu pšenice i na výskytu patogenů. Počasí vyhovovalo především patogenu *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, který se v poměrně hojné míře vyskytoval na všech sledovaných odrůdách pšenice. Sklizeň pšenice proběhla 15. července.

5.1 Napadení sledovaných odrůd příslušnými patogeny

V tabulce č. 7 jsou uvedeny zjištěné indexy napadení sledovaných odrůd ozimé pšenice příslušnými patogeny. Výsledky analýzy rozptylu pro jednotlivé patogeny jsou uvedeny pod tabulkou č. 7 a jednotlivě okomentovány jsou níže.

Tab. 7 Výsledky napadení jednotlivých odrůd příslušnými patogeny

	Padlí travní	Pyrenoforová skvrnitost	Septoriová skvrnitost	Rez pšeničná	Patogeny z rodu <i>Fusarium</i>	Choroby pat stébel
ETANA	7,0 ^A	8,2 ^A	7,5 ^A	5,8 ^B	6,3 ^B	7,9 ^A
FAKIR	7,4 ^A	7,1 ^A	6,9 ^A	6,0 ^B	7,9 ^A	8,2 ^A
BOHEMIA	8,1 ^A	7,4 ^A	8,4 ^A	8,1 ^A	6,8 ^B	8,6 ^A
BROKAT	7,1 ^A	7,4 ^A	7,5 ^A	6,1 ^B	8,6 ^A	7,3 ^A
GORDIAN	7,9 ^A	7,8 ^A	7,9 ^A	6,5 ^B	8,7 ^A	8,5 ^A

Výpočet ANOVA pro padlí travní				
	dF	SS	MS	F
A	4	2,513	0,628	1,263
B	2	3,088	1,544	3,105
R	8	3,979	0,497	

Výpočet ANOVA pro pyrenoforovou skvrnitost				
	dF	SS	MS	F
A	4	2,304	0,576	1,770
B	2	1,029	0,515	1,581
R	8	2,604	0,326	

Výpočet ANOVA pro septoriovou skvrnitost				
	dF	SS	MS	F
A	4	3,813	0,953	1,743
B	2	1,505	0,753	1,376
R	8	4,375	0,547	

Výpočet ANOVA pro rez pšeničnou				
	dF	SS	MS	F
A	4	10,283	2,571	19,979
B	2	0,737	0,369	2,865
R	8	1,029	0,129	

Výpočet ANOVA pro patogeny z rodu <i>Fusarium</i>				
	dF	SS	MS	F
A	4	13,957	3,489	26,569
B	2	0,069	0,035	0,264
R	8	1,051	0,131	

Výpočet ANOVA pro patogeny způsobující choroby pat stébel				
	dF	SS	MS	F
A	4	3,269	0,817	2,864
B	2	0,677	0,339	1,187
R	8	2,283	0,285	

5.1.1 Padlí travní (*Blumeria graminis*)

Padlí v kukuřičné výrobní oblasti patří k dominantním patogenům, které napadají pšenici. Padlí se vyskytovalo na všech hodnocených odrůdách pšenice a mezi odrůdami nebyl zjištěn průkazný rozdíl v napadení. Nejméně odolnou odrůdou byla Etana s průměrným stupněm napadení porostu 7,0. Naopak nejlépe tomuto patogenu odolávala odrůda Bohemia, jejíž průměrné napadení bylo na stupni 8,1. Druhou odrůdou, která konkurovala padlí nejlépe, byla odrůda Gordian. Fotografie vybraných odrůd napadených padlím jsou na obrázku č. 6 a č. 7.

Ve výzkumu Cotuna a kol. (2015) na několika odrůdách ozimé pšenice, kde byl pozorován vliv klimatických podmínek na napadení pšenice patogenem *Blumeria gra-*

minis, bylo zjištěno, že virulence patogena je velmi podobná v průběhu působení rozdílných teplot i množství srážek během vegetačního období, avšak míra napadení byla v rámci odrůd různá. Procento napadení rostlin jednotlivých odrůd se pohybovalo od 25,3 do 60,7.



Obr. 6 List pšenice ozimé, odrůda Etana, napadený patogenem *Blumeria graminis* f. *sp. tritici* (Haraštová Alena, 28. května 2015, Žabčice)



Obr. 7 List pšenice ozimé, odrůda Brokat, napadený patogenem *Blumeria graminis* f. sp *tritici* (Haraštová Alena, 28. května 2015, Žabčice)

5.1.2 Septoriová skvrnitost (*Mycosphaerella graminicola*)

Původce septoriové skvrnitosti listů napadá pšenici především ve vyšších oblastech, neboť rozvoj choroby podporuje především dlouhodobé ovlhčení listů. I přes velmi suché jaro se tento patogen vyskytoval na našem stanovišti, v kukuřičné oblasti. Avšak všechny sledované odrůdy mu odolaly velmi dobře a napadení bylo jen mírné, bez statistické průkaznosti. Patogen se vyskytoval na všech hodnocených odrůdách pšenice. Nejvyšší průměrný stupeň napadení vykazovala odrůda Fakir. Stupeň průměrného napadení jejího porostu byl 6,9. Naopak nejodolnější se jevila odrůda Bohemia s průměrným stupněm napadení 8,4. Fotografie vybraných odrůd napadených patogenem *Mycosphaerella graminicola* jsou na obrázku č. 8 a č. 9.

Ve výzkumu Motlagh a kol. (2015) na několika odrůdách ozimé pšenice, kde byly zkoumány genotypy jednotlivých odrůd po inokulaci rostlin patogenem *Mycosphaerella graminicola*, bylo zjištěno, že některé genotypy vykazovaly rezistenci vůči tomuto patogenu až ze 49 % (konkrétně odrůda Darya). Tyto rezistentní geny byly izolovány a mohou tak být využity ve šlechtění rostlin.

Ve výzkumu Šípa, Chrlové a Palicové (2015) na pěti odrůdách ozimé pšenice, které byly na různých místech v České republice v polních podmínkách inokulovány patogenem *Mycosphaerella graminicola*, bylo zjištěno, že odrůdy tomuto patogenu odolávají různě. Nejčastěji se ztráty projevovaly ve snížení celkové HTS a mnoha rostlinám s vysokým stupněm napadení listové plochy chyběla od poloviny klasu zrna.



Obr. 8 List pšenice ozimé, odrůda Fakir, napadený patogenem *Mycosphaerella-graminicola* (Haraštová Alena, 12. června 2015, Žabčice)



Obr. 9 List pšenice ozimé, odrůda Brokat, napadený patogenem *Mycosphaerella graminicola* (Haraštová Alena, 12. června 2015, Žabčice)

5.1.3 Pyrenoforová skvrnitost (*Pyrenophora tritici - repentis*)

Pyrenoforová skvrnitost se rozvíjí taktéž především ve vlhčích podmínkách. I přes výrazné sucho v hlavní části vegetačního období pšenice se tento patogen vyskytoval na našem stanovišti. Všechny sledované odrůdy mu však odolaly nadprůměrně dobře a napadení bylo jen velmi mírné. Choroba byla detekována na všech hodnocených odrůdách, ale nebyly zjištěny signifikantní rozdíly v napadení. Nejvyšší průměrný stupeň napadení (7,1) vykazovala odrůda Fakir. Naopak nejodolnější se jevila odrůda Etana s průměrným stupněm napadení 8,2. Fotografie vybrané odrůdy napadené patogenem *Pyrenophora tritici - repentis* je na obrázku č. 10.

Ve výzkumu Kovalenko a kol. (2011), kde byla testována odolnost vůči napadení patogenem *Pyrenophora tritici - repentis* na několika odrůdách pšenice, bylo zjištěno, že ozimé odrůdy pšenice vykazovaly vyšší odolnost, než odrůdy jarní. Současně bylo zjištěno, že genotypy ozimých odrůd obsahují vyšší počet genů rezistence vůči tomuto patogenu.

Ve výzkumu Seidler a kol. (1994), kde byla ve skleníku testována citlivost odrůd pšenice vůči napadení patogenem *Pyrenophora tritici - repentis*, bylo zjištěno,

že na rozdíl od diploidních odrůd pšenice, vykazují syntetické hexaploidní odrůdy sníženou odolnost proti tomuto patogenu.



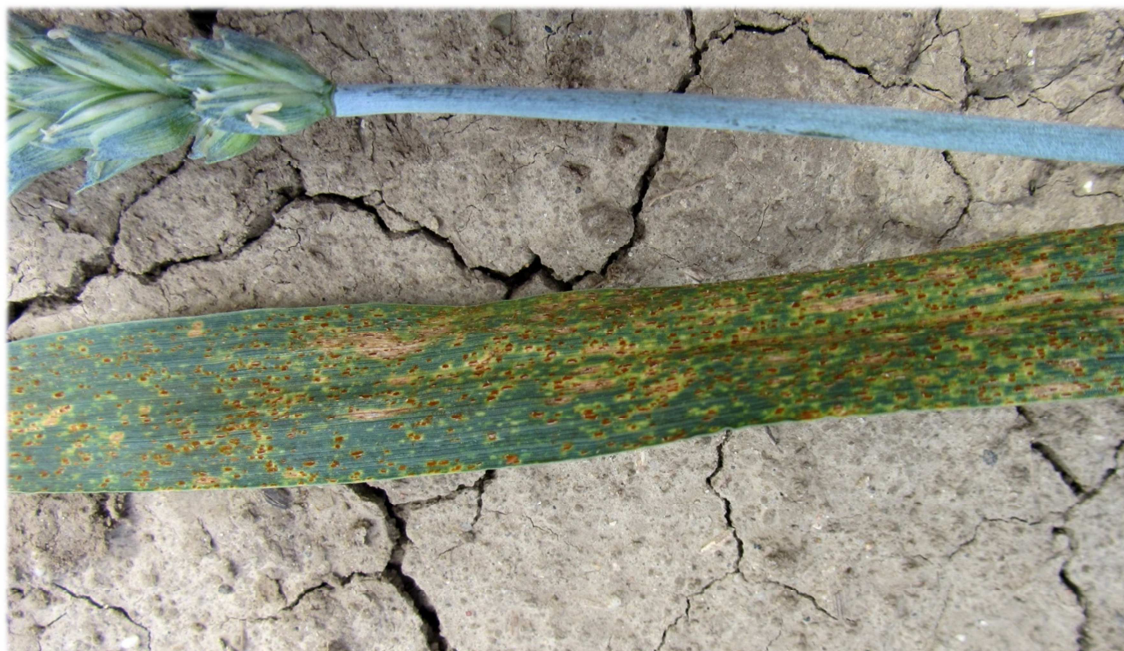
Obr. 10 List pšenice ozimé, odrůda Fakir, napadený patogenem *Pyrenophora tritici-repentis* (Haraštová Alena, 12. června 2015, Žabčice)

5.1.4 Rez pšeničná (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*)

Rez pšeničná je dominujícím patogenem ozimé pšenice na jižní Moravě. Každoročně je detekována v kukuřičné i řepařské výrobní oblasti, kde se často projevuje již ve fázi sloupkování. Choroba byla detekována na všech hodnocených odrůdách. Vzhledem k suchému charakteru počasí v hlavní části vegetace pšenice se však neprojevila s takovou intenzitou jako v předchozích letech a většina odrůd jí odolala poměrně dobře. Přesto byla pšenice původcem rzi pšeničné relativně napadena nejvíce. Nejméně odolnou odrůdou tomuto patogenu se jevila Etana. Průměrné napadení jejího porostu bylo na stupni 5,8. Druhou nejméně odolnou odrůdou se jevila odrůda Fakir s průměrným stupněm napadení 6,0. Nejlépe této rzi odolávala odrůda Bohemia (průměrný stupeň napadení 8,1), což byla o téměř dva stupně vyšší naměřená hodnota, oproti všem zbývajícím sledovaným odrůdám a byl zjištěn statisticky významný rozdíl v napadení mezi touto a ostatními odrůdami. Fotografie vybrané odrůdy napadené patogenem *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* je na obrázku č. 11.

Ve výzkumu Peng YueLin a kol. (2015), kde bylo pomocí molekulární analýzy testováno 48 odrůd pšenice, bylo zjištěno, že četnost výskytu genů na rezistenci vůči *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* je v genotypech rostlin velmi nízká a pšenice tomuto patogenu velmi špatně odolává. Přesto u třech odrůd byl nalezen gen rezistence, který by mohl být potenciálně úspěšný pro další šlechtění proti této rzi.

Ve výzkumu He WenLan a kol. (2012), kde bylo testováno celkem 110 komerčních a okrajových odrůd pšenice bylo zjištěno, že okrajové odrůdy vykazují vyšší stupeň odolnosti vůči patogenu *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*. Celkem 77,3 % okrajových odrůd vykazovalo středně dobrou odolnost vůči tomuto patogenu, zatímco z komerčních odrůd vykazovalo středně dobrou odolnost 13,6 %.



Obr. 11 List pšenice ozimé, odrůda Etana, napadený patogenem *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* (Haraštová Alena, 26. června 2015, Žabčice)

5.1.5 Patogeny z rodu *Fusarium* v klasech

Choroba byla zjevná na všech sledovaných odrůdách, přičemž rozdíly ve stupni napadení byly značné. Nejvyšší průměrné napadení porostu (6,3) bylo pozorováno u odrůdy Etana. I odrůda Bohemia vykazovala napadení těmito patogeny. Její průměrný stupeň napadení byl 6,8. Tyto dvě odrůdy vykazovaly o více než jeden stupeň vyšší napadení,

oproti všem zbývajícím sledovaným odrůdám se statistickou průkazností. Naopak nejméně napadenou odrůdou byla Gordian s průměrným stupněm napadení 8,7 a hned druhou nejodolnější byla Brokat se stupněm 8,6. Rozpětí napadení těmito patogeny mezi odrůdou Etana a Gordian bylo ze všech hodnocených patogenů nejmarkantnější. Fotografie vybrané odrůdy napadené těmito patogeny je na obrázku č. 12.

Ve výzkumu Kubo a kol. (2014), kde byly v polních podmínkách na 31 odrůd pšenice inokulovány patogeny z rodu *Fusarium* za účelem zhodnocení odrůdových vlastností, bylo zjištěno, že odrůdy odolávají těmto patogenům různě a míra napadení záleží i na průběhu počasí v daném vegetačním období. U jednotlivých odrůd se také významně lišilo množství obsažených mykotoxinů v znu.

Ve výzkumu Chrpové a kol. (2013) na 35 odrůdách pšenice, které byly v polních podmínkách po dobu tří let inokulovány patogenem *Fusarium culmorum* bylo zjištěno, že napadané odrůdy mají sníženou HTS a často se projevují chybějícími zrny od poloviny klasu. Zároveň bylo zjištěno, že novější, komerčně pěstované odrůdy pšenice, vykazovaly vyšší akumulaci mykotoxinů v znu, než odrůdy okrajové.



Obr. 12 Klasy pšenice ozimé, odrůda Etana, napadené patogeny z rodu *Fusarium* (Haraštová Alena, 19. června 2015, Žabčice)

5.1.6 Choroby pat stébel

Choroby byly zjevné na všech sledovaných odrůdách, nebyly ale zjištěny významné rozdíly v napadení. Nejvyšší průměrné napadení porostu (7,3) bylo pozorováno u odrůdy Brokat. Naopak nejméně napadenou odrůdou byla Bohemia s průměrným stupněm napadení 8,6 a hned druhou nejodolnější odrůdou byla Gordian se stupněm 8,5. Fotografie vybrané odrůdy napadené těmito patogeny je na obrázku č. 13.



Obr. 13 Stébla pšenice ozimé, odrůda Brokat, napadená chorobami pat stébel
(Haraštová Alena, 8. června 2015, Žabčice)

5.2 Vyhodnocení sledovaných odrůd pšenice

V této části je shrnuta stručná charakteristika jednotlivých pozorovaných odrůd dle seznamu doporučených odrůd ÚKZÚZ 2015. Pod touto charakteristikou jsou u každé odrůdy výsledky vlastního hodnocení odrůd na pokusné stanici v Žabčicích.

5.2.1 Bohemia

Tato odrůda byla registrovaná v roce 2007 šlechtitelskou stanicí Úhřetice, Selgen, a.s. Odrůda je poloraná, s vysokou jakostí (A). Má vysoké méně odnožující rostliny a velké zrna. Její předností je vysoká odolnost proti vymrznutí a také vysoký obsah dusíkatých látek. Odrůda je náchylnější k napadení původcem plísně sněžné (ÚKZÚZ, 2015).

Odrůda Bohemia se v rámci mého hodnocení ukázala jako vysoce odolná houbovým patogenům. Ze všech ostatních pozorovaných odrůd vykazovala nejvyšší odolnost k většině patogenů. Ze všech odrůd nejlépe odolávala napadení vůči patogenům *Blumeria graminis* (stupeň 8,1), *Mycosphaerella graminicola* (stupeň 8,4), a také vůči patogenům způsobujících choroby pat stébel (stupeň 8,6). Dobře odolávala patogenu *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* (stupeň 8,1). Hůře pak odolávala napadení vůči patogenům z rodu *Fusarium*, zde byl průměrný stupeň napadení 6,8.

5.2.2 Gordian

Gordian je polopozdní odrůda chlebové jakosti (B). Rostliny jsou nízké se střední odnožovací schopností. Zrno je malé. Předností odrůdy je vysoký výnos (ÚKZÚZ, 2015).

Odrůda Gordian se v rámci mého hodnocení ukázala jako druhá nejodolnější odrůda. Velmi dobře odolávala patogenům způsobujících choroby pat stébel (stupeň 8,5), což je téměř shodná hodnota s odrůdou Bohemia. Ze všech odrůd nejlépe odolávala patogenům rodu *Fusarium* (stupeň 8,7 - tedy téměř bez napadení). Dobře odolávala i patogenům *Pyrenophora tritici - repentis* (stupeň 7,8), *Mycosphaerella graminicola* (stupeň 7,9) a *Blumeria graminis* (stupeň 7,9). Středně dobře odolávala napadení *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* (stupeň 6,5).

5.2.3 Brokat

Brokat je středně raná odrůda kvalitní (A) jakosti. Rostliny jsou středně vysoké s velmi dobrou odnožovací schopností. Zrno je středně velké až malé. Předností této odrůdy je její odolnost proti poléhání. Je však náchylná k napadení původcem rzi plevové (ÚKZÚZ, 2015).

Odrůda Brokat se v mém hodnocení ukázala jako středně odolná. Velmi dobře odolávala patogenům z rodu *Fusarium* (stupeň 8,6), což je téměř shodná hodnota s odrůdou Gordian. Ze všech odrůd byla nejvíce napadena patogeny způsobujících choroby pat stébel (stupeň 7,3). Dobře odolávala patogenům *Pyrenophora tritici - repentis* (stupeň 7,4), *Mycosphaerella graminicola* (stupeň 7,5) a *Blumeria graminis* (stupeň 7,1). Významněji byla napadena patogenem *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* (stupeň 6,1).

5.2.4 Etana

Etana je polopozdní odrůda. V ČR je registrována od roku 2013. Odrůda je ohodnocena potravinářskou jakostí A. Rostliny jsou středně vysoké se středně odnožující schopností. Zrno je středně velké. Vyznačuje se velmi dobrou schopností přezimování (ÚKZÚZ, 2015).

Odrůda Etana se v mém hodnocení ukázala nejméně odolnou ze všech hodnocených odrůd. Nejlépe ze všech odrůd odolávala patogenu *Pyrenophora tritici - repentis* (stupeň 8,2). Nejvíce ze všech odrůd však byla napadena patogenem *Blumeria graminis* (stupeň 7), *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* (stupeň 5,8) a patogeny z rodu *Fusarium* (stupeň 6,3). Středně dobře odolávala patogenu *Mycosphaerella graminicola* (stupeň 7,5) a patogenům způsobujících choroby pat stébel (stupeň 7,9).

5.2.5 Fakir

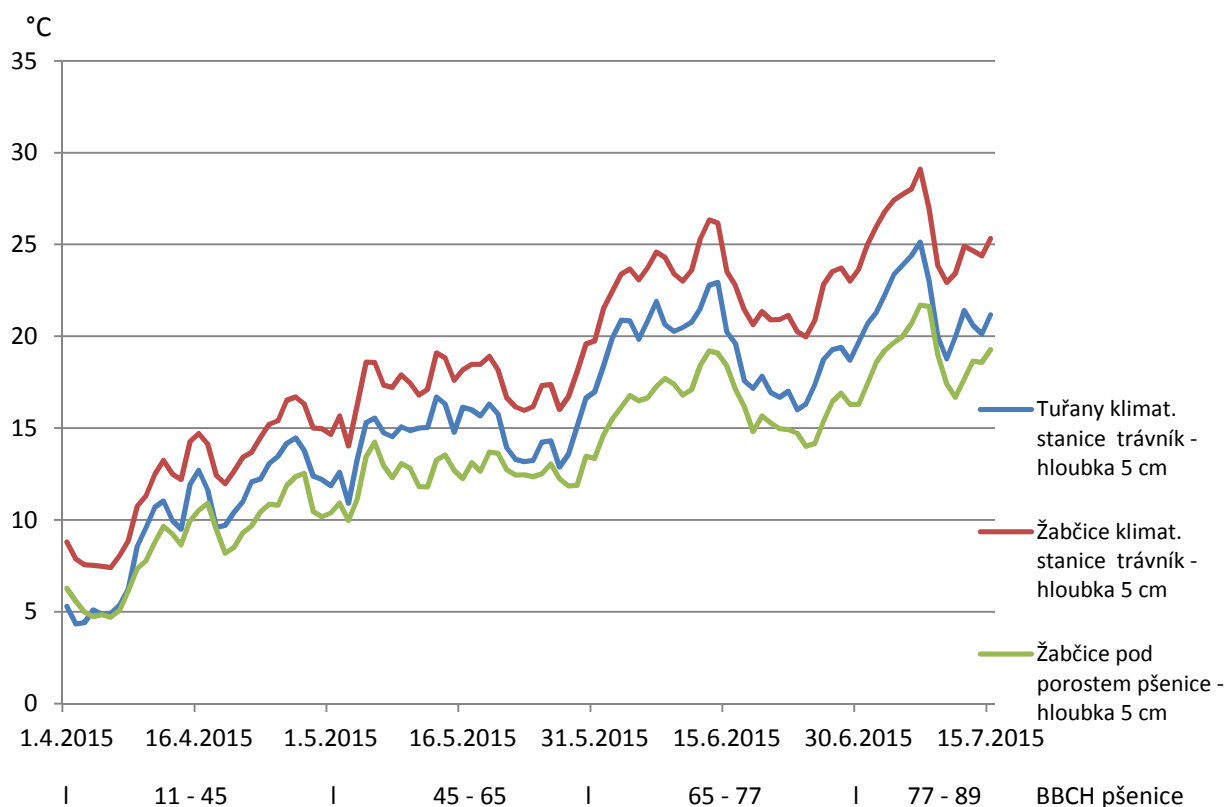
Fakir je polopozdní odrůda. V ČR je registrována od roku 2013. Odrůda je potravinářské jakosti A. Rostliny jsou středně vysoké se střední odnožovací schopností. Odrůda se vyznačuje velmi dobrou odolností k vymrzání a dobrou odolností k houbovým patogenům (ÚKZÚZ, 2015).

Odrůda Fakir se v mém hodnocení ukázala jako středně odolná. Ze všech hodnocených odrůd nejméně odolávala patogenům *Pyrenophora tritici - repentis* (stupeň 7,1) a *Mycosphaerella graminicola* (stupeň 6,9). Po odrůdě Etana byla druhou nejvíce napadenou odrůdou patogenem *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* (stupeň 6). Středně dobře odolávala patogenu *Blumeria graminis* (stupeň 7,4) a patogenům z rodu *Fusarium* (stupeň 7,9). Velmi dobře odolávala patogenům způsobujících choroby pat stébel (stupeň 8,2).

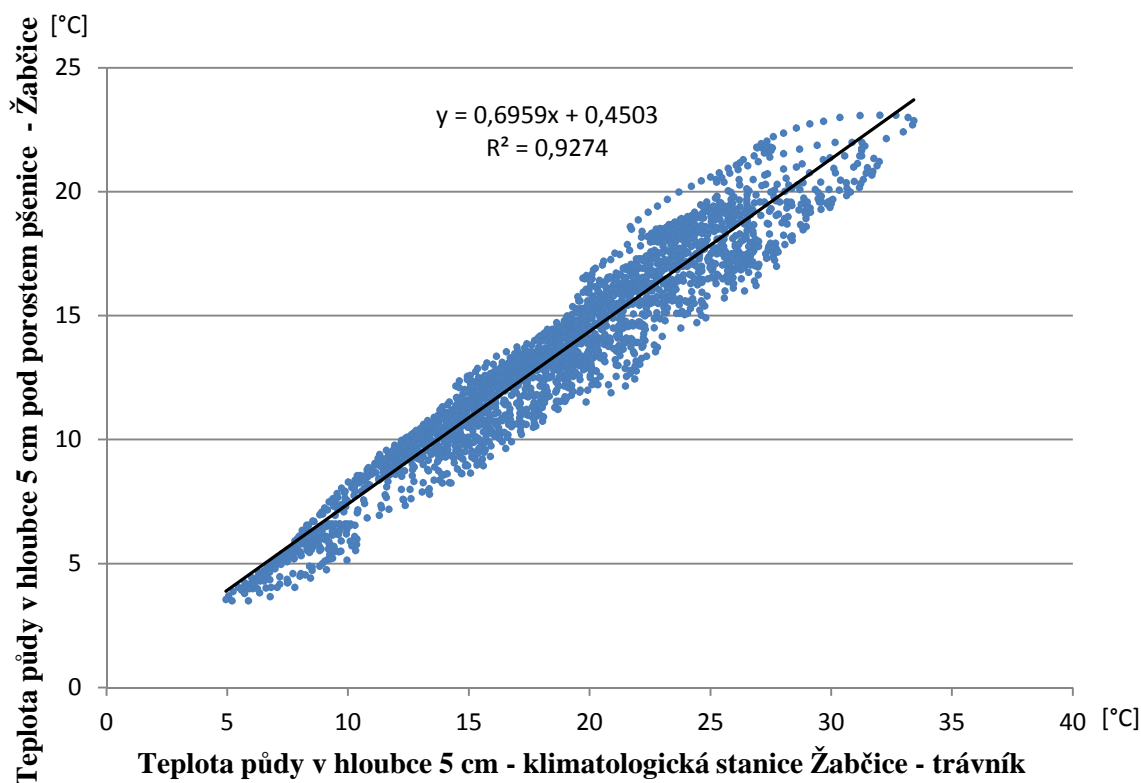
5.3 Měření teploty půdy na daném stanovišti

Teploty půdy byly měřeny v hloubce 5 cm pod sledovaným porostem ozimé pšenice a byly pomocí lineární regresní analýzy srovnány s teplotami půdy z hloubky 5 cm pod travnatými porosty na dvou klimatologických stanicích - v Brně - Tuřanech a v Žabčicích v lokalitě Obora. Dále byly dané teploty půdy v hloubce 5 cm pod porostem pšenice stejnou metodou srovnány s teplotami vzduchu ve výšce 2 m nad sledovaným poros-

tem pšenice. Průběhy teplot půdy na jednotlivých stanovištích v období od 1. 4. do 15. 7. 2015 znázorňují grafy číslo 1 a 4. Regresní analýzy znázorňují grafy číslo 2, 3 a 5. Výsledky regresní analýzy byly dále zpracovány k modelovým teplotám 15, 20 a 25 °C pro názornější zobrazení výsledné závislosti - viz tabulky číslo 8, 9 a 10.



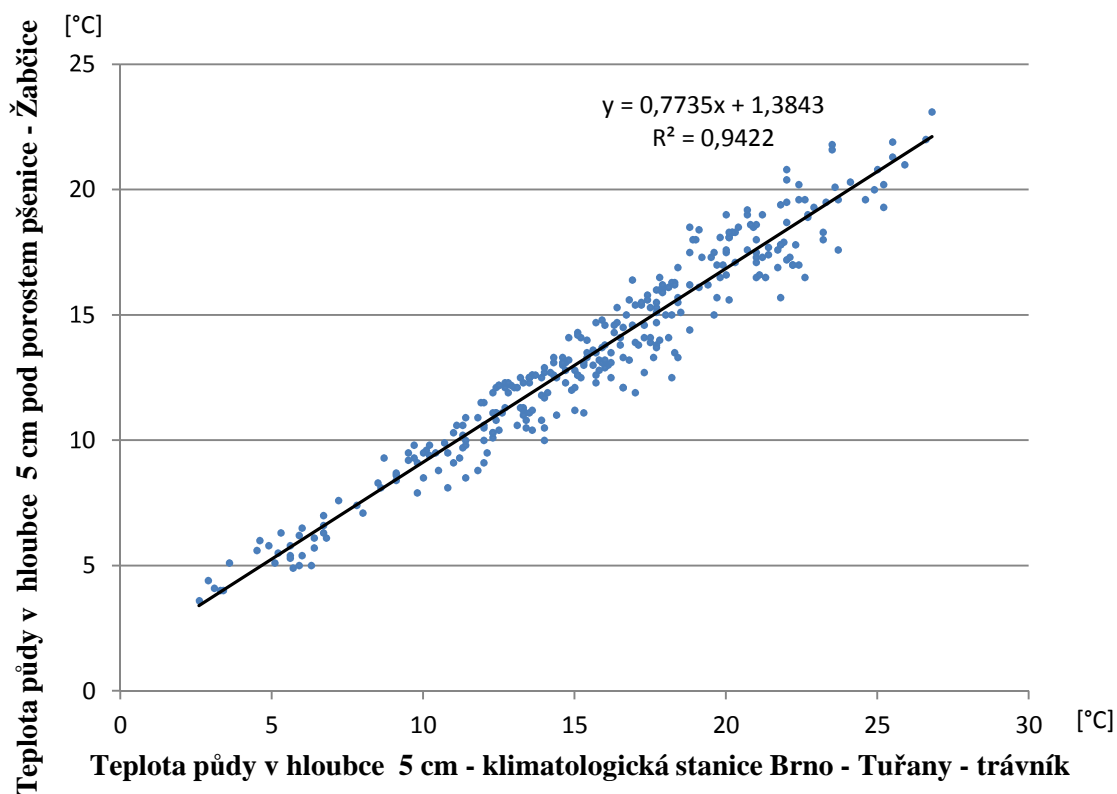
Graf 1 Průběhy teplot půdy na jednotlivých stanovištích



Graf 2 Regresní vztah mezi teplotou půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm a teplotou půdy pod travnatým porostem v hloubce 5 cm na klimatologické stanici v Žabčicích

Tab. 8 Teplota půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm v Žabčicích dopočtená na základě regresních vztahů s teplotou půdy v hloubce 5 cm na klimatologické stanici v Žabčicích

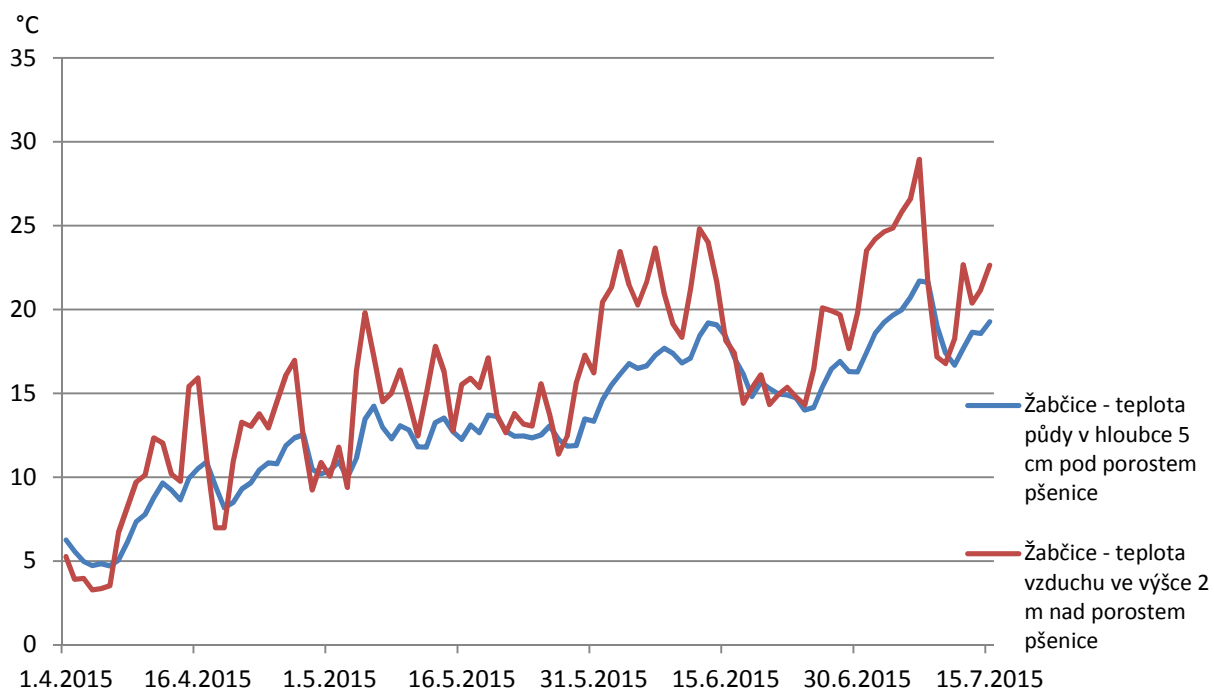
Teplota půdy v hloubce 5 cm - klimatologická stanice Žabčice (trávník) [°C]	Teplota půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm - Žabčice [°C]
15	10,9
20	14,4
25	17,8
R^2	0,9274
Regresní rovnice	$y = 0,6959x + 0,4503$



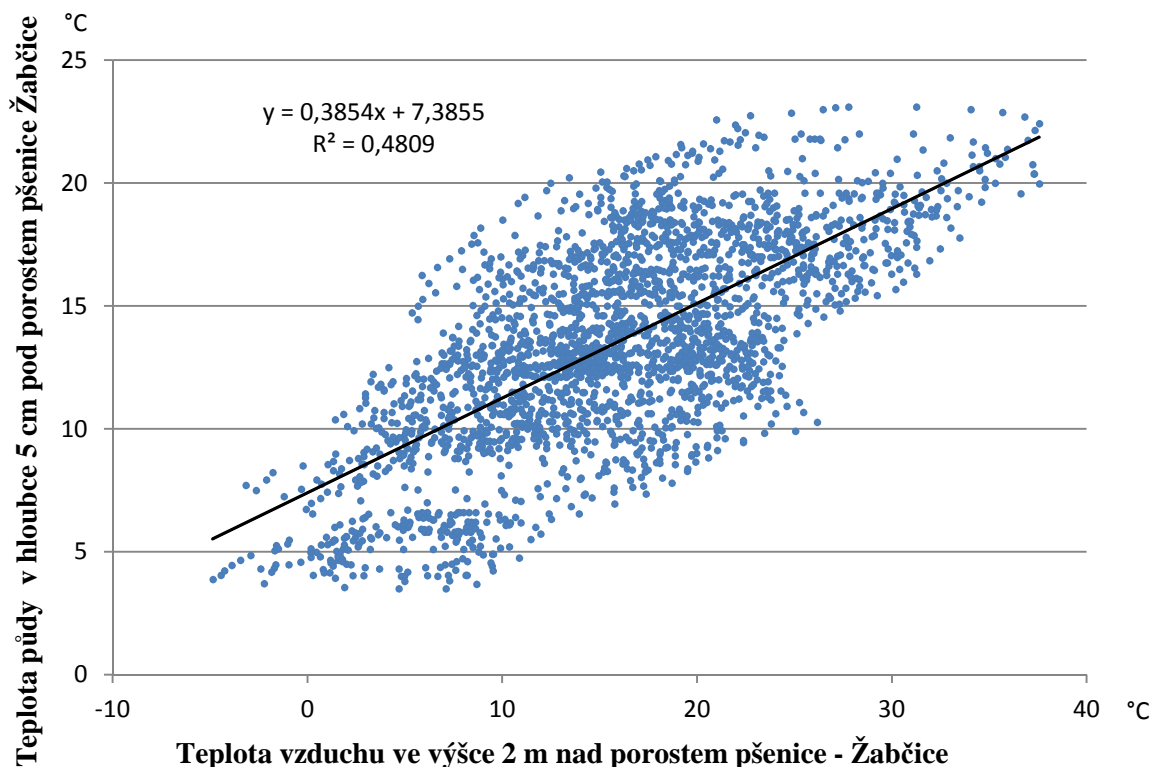
Graf 3 Regresní vztah mezi teplotou půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm a teplotou půdy pod travnatým porostem v hloubce 5 cm na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech

Tab. 9 Teplota půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm v Žabčicích dopočtená na základě regresních vztahů s teplotou půdy v hloubce 5 cm na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech

Teplota půdy v hloubce 5 cm - klimatologická stanice Brno - Tuřany (trávník) [°C]	Teplota půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm - Žabčice [°C]
15	13,0
20	16,9
25	20,7
R^2	0,9422
Regresní rovnice	$y = 0,7735x + 1,3843$



Graf 4 Průběh teploty půdy pod porostem pšenice v Žabčicích a průběh teploty vzduchu ve výšce 2 m nad tímto porostem



Graf 5 Regresní vztah mezi teplotou půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm a teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad tímto porostem pšenice - v Žabčicích

Tab. 10 Teplota půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm v Žabčicích dopočtená na základě regresních vztahů s teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad sledovaným porostem pšenice

Teplota vzduchu ve výšce 2 m - klimatologická stanice Žabčice (trávník) [°C]	Teplota půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm - Žabčice [°C]
15	13,2
20	15,1
25	17,0
R²	0,4809
Regresní rovnice	y = 0,3854x + 7,3855

Dle grafu č. 1 je zřejmé, že průběhy teplot půdy v hloubce 5 cm byly v roce 2015 na sledovaných stanovištích rozdílné. K největším rozdílům docházelo mezi teplotami půdy naměřenými na klimatologické stanici v Žabčicích pod trávníkem a teplotami

půdy naměřenými pod porostem pšenice. Podle použitých modelových teplot (tabulka č. 8) je zřejmé, že teploty pod porostem pšenice byly v průměru o 6 °C nižší, což je dáno zapojeným hustým porostem, který účinně snižuje teplotu půdy. Krátce udržovaný travník pod klimatologickou stanicí v Žabčicích umožňuje intenzivnější prohřívání povrchové vrstvy půdy solární radiací. Teplotu půdy ovlivňuje nejen vývoj počasí, ale také vývojová fáze porostu (Krčmářová a kol., 2013), což je znázorněno i na grafu č. 1, kde je rozdělena hlavní část vegetačního období pšenice v roce 2015 do vývojových fází dle stupnice BBCH. Stejně tak teploty půdy naměřené na klimatologické stanici v Tuřanech byly dle modelových teplot (tabulka č. 9) v průměru o 3 °C vyšší, než teploty pod porostem pšenice v Žabčicích, což je dáno jednak nízkým albedem v zapojeném porostu pšenice a také pravděpodobně geografickou polohou stanice Tuřany, která je umístěná v nadmořské výšce 241 m. Klimatologická stanice v Žabčicích je umístěna v nadmořské výšce 179 m.

Dle grafu č. 2 index determinace 0,9274 pro vztah mezi teplotou půdy pod porostem pšenice s teplotou půdy pod travnatým porostem na klimatologické stanici v Žabčicích prokazuje těsnou lineární závislost. Stejně tak dle grafu č. 3 index determinace 0,9422 pro teplotou půdy pod porostem pšenice ve srovnání s teplotou půdy pod travnatým porostem na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech prokazují taktéž vzájemnou těsnou lineární závislost. Na základě těchto výsledků lze tedy říci, že dle naměřených teplot půdy na klimatologických stanicích v Žabčicích a v Brně - Tuřanech, lze s uspokojivou pravděpodobností dopočítat teploty půdy pod porostem pšenice a následně je využít pro zpřesnění prognóz výskytu patogenů.

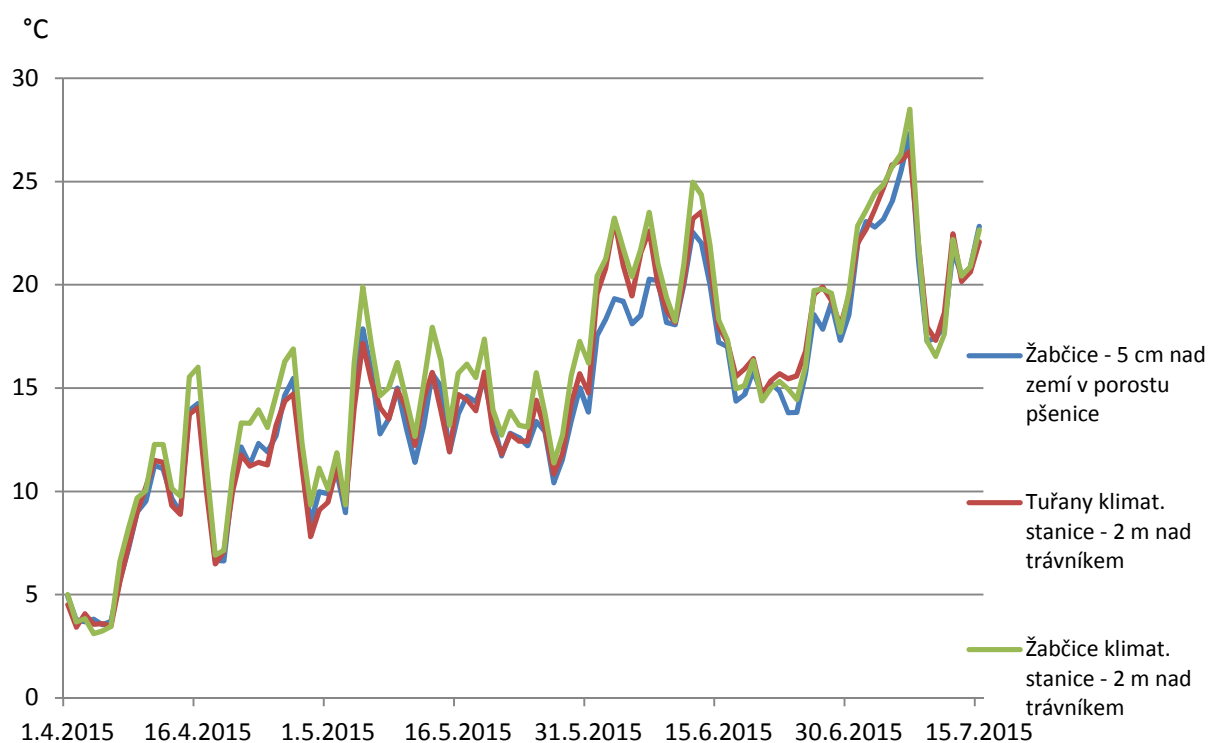
Dle grafu č. 5 index determinace 0,4809 pro vztah mezi teplotou půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm s teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad tímto porostem vyjadřuje nízkou lineární závislost. Rozdílnost těchto teplot vidíme i na průběhu teplot v grafu č. 5. Teploty nad porostem pšenice jsou dle modelových teplot (tabulka č. 10) v průměru o 5 °C vyšší, než teploty půdy pod porostem pšenice, avšak na základě jedné naměřené této veličiny nelze s uspokojivou pravděpodobností dopočítat teplotu veličiny druhé. Proto tento vztah nelze doporučit pro využití v prognózách výskytu patogenů.

Ve sledování Krčmářové, Středy a Pokorného (2015) bylo prováděno sledování teplot půdy pod porostem ozimé pšenice na dvou lokalitách - Žabčice (Obora a Písky)

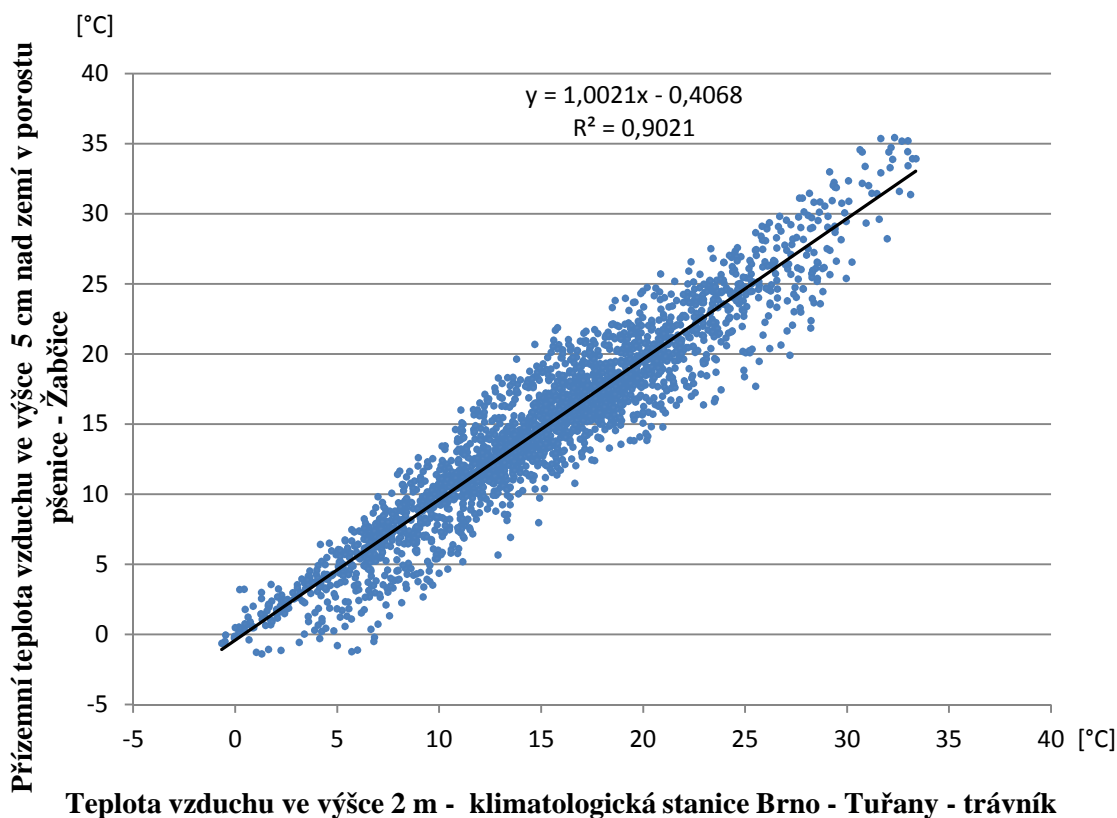
a Branišovice. Hodnoty byly pomocí regresní analýzy srovnány s teplotami na standardní klimatologické stanici v Pohořelicích. Teploty půdy pod porostem pšenice se významně lišily v závislosti na lokalitě a vývojové fázi porostu. Regresní rovnice odhalily rozdíly mezi standardním prostředím na klimatologické stanici a prostředím v porostu pšenice. Pro modelovou teplotu 20 °C na stanici v Pohořelicích byly vypočítány hodnoty 18,9 °C a 17,1 °C pro lokalitu Obora a Písky (Žabčice) a 17,4 °C pro lokalitu Branišovice.

5.4 Teploty vzduchu na daném stanovišti

Teploty vzduchu byly měřeny v přízemí ve výšce 5 cm nad zemí ve sledovaném porostu ozimé pšenice a byly pomocí lineární regresní analýzy srovnány s teplotami vzduchu měřenými ve výšce 2 m nad travnatým porostem na dvou klimatologických stanicích - v Brně - Tuřanech a v Žabčicích v lokalitě Obora. Průběhy teplot vzduchu na jednotlivých stanovištích znázorňuje graf číslo 6. Regresní analýzy znázorňují grafy č. 7 a 8. Výsledky regresní analýzy byly dále zpracovány k modelovým teplotám 15, 20 a 25 °C pro názornější zobrazení výsledné závislosti - viz tabulky číslo 11 a 12.



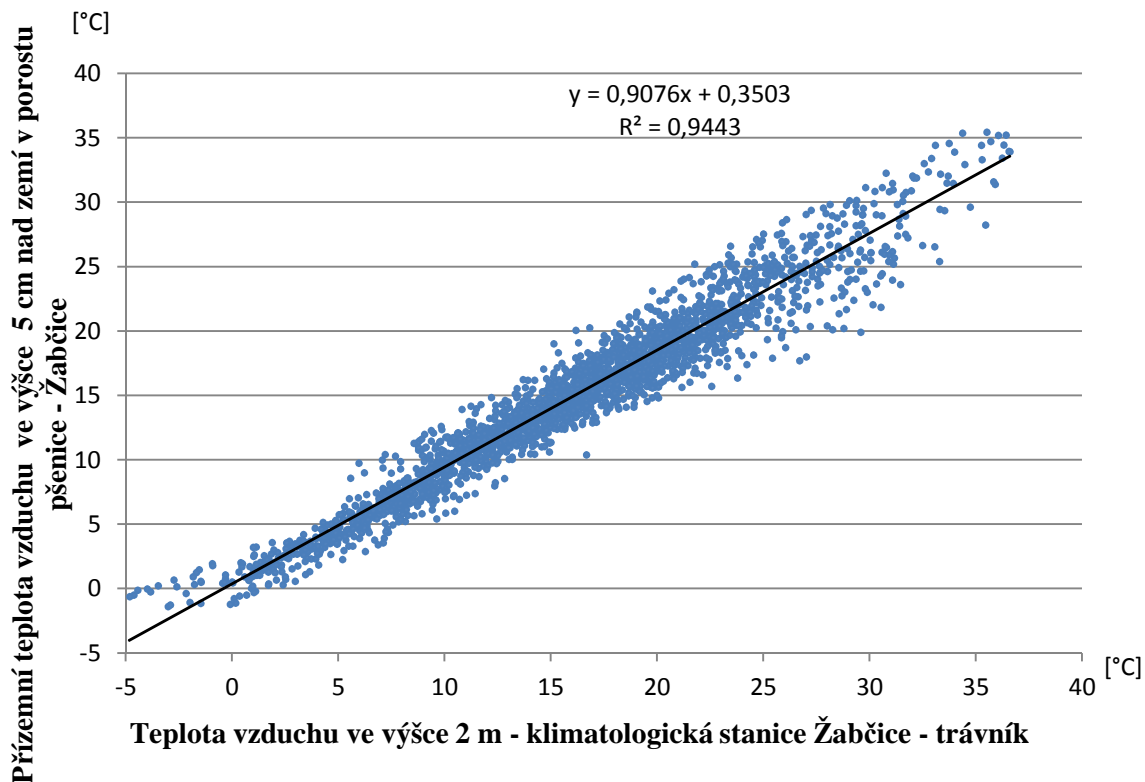
Graf 6 Průběhy teplot vzduchu na jednotlivých stanovištích



Graf 7 Regresní vztah mezi přízemní teplotou vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí v porostu pšenice a teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad travnatým porostem na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech

Tab. 11 Teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí v porostu pšenice v Žabčicích dopočtená na základě regresních vztahů s teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad zemí na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech

Teplota vzduchu ve výšce 2 m - klimatologická stanice Brno - Tuřany (trávník) [°C]	Přízemní teplota vzduchu ve výšce 5 cm v porostu pšenice - Žabčice [°C]
15	14,6
20	19,6
25	24,6
R^2	0,9021
Regresní rovnice	$y = 1,0021x - 0,4068$



Graf 8 Regresní vztah mezi přízemní teplotou vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí v porostu pšenice a teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad travnatým porostem na klimatologické stanici v Žabčicích

Tab. 12 Teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí v porostu pšenice v Žabčicích dopočtená na základě regresních vztahů s teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad zemí na klimatologické stanici v Žabčicích

Teplota vzduchu ve výšce 2 m - klimatologická stanice Žabčice (trávník) [°C]	Přízemní teplota vzduchu ve výšce 5 cm v porostu pšenice - Žabčice [°C]
15	14,0
20	18,5
25	23,0
R^2	0,9443
Regresní rovnice	$y = 0,9076x + 0,3503$

Dle grafu č. 6 je zřejmé, že průběhy teplot vzduchu byly v roce 2015 na sledovaných stanovištích velmi podobné. Teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí v porostu pšenice v Žabčicích byly dle modelových teplot (tabulka č. 11) v průměru o 0,4 °C nižší, než teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech. Teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí v porostu pšenice v Žabčicích byly dle modelových teplot (tabulka č. 12) v průměru o 1,5 °C nižší, než teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí na klimatologické stanici v Žabčicích, což bylo ovlivněno vývojovou fází porostu pšenice.

Dle grafu č. 7 index determinace 0,9021 pro teplotu v přízemí ve výšce 5 cm ve sledovaném porostu ozimé pšenice ve srovnání s teplotou vzduchu měřenou ve výšce 2 m nad travnatým porostem na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech vyjadřuje těsnou lineární závislost. Stejně tak dle grafu č. 8 index determinace 0,9443 pro teplotu v přízemí ve výšce 5 cm ve sledovaném porostu ozimé pšenice ve srovnání s teplotou vzduchu měřenou ve výšce 2 m nad travnatým porostem na klimatologické stanici v Žabčicích vyjadřuje velmi těsnou lineární závislost. Na základě těchto výsledků lze tedy konstatovat, že dle naměřených teplot vzduchu na klimatologických stanicích v Žabčicích a v Brně - Tuřanech lze s uspokojivou pravděpodobností dopočítat přízemní teploty vzduchu v porostu pšenice a následně je využít pro zpřesnění prognóz výskytu patogenů.

Ve sledování Krčmářové, Středy a Pokorného (2015) na pokusné stanici Mendelovy univerzity v Brně v Žabčicích, kde byl v několika úrovních porostu vyhodnocen průběh vertikální stratifikace teploty vzduchu ve třech vývojových stádiích ozimé pšenice, bylo zjištěno, že mikroklima pšenice se významně liší od okolního prostředí. Přízemní teplota a teplota v efektivní výšce porostu pšenice byla obvykle nižší během dne. Naopak nejnižší teplota byla obvykle během noci v aktivní výšce porostu. Tyto rozdíly byly závislé na vývojové fázi rostlin a průběhu teplot vzduchu v daném roce. Rozdíly teplot byly vždy výraznější během světelné části dne.

6 ZÁVĚR

Tato práce byla zaměřena na vyhodnocení vlivu počasí a mikroklimatu v porostu pšenice na výskyt významných patogenů. Ve výzkumné části byla pozornost věnována těm patogenům, které se ve sledovaném porostu pšenice v roce 2015 vyskytovaly. Jednalo se o patogeny *Blumeria graminis*, *Mycosphaerella graminicola*, *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, *Pyrenophora tritici - repentis*, patogeny z rodu *Fusarium* a patogeny způsobující choroby pat stébel. V literárním přehledu práce je popis těchto patogenů, způsoby jejich šíření, vývoje a jejich nároky na abiotické složky prostředí, zejména co se týče vlhkosti a teploty vzduchu či půdy. Zmíněn je také vliv agrotechniky, která výskyt těchto patogenů významně ovlivňuje.

Počasí během hlavní části vegetačního období (od dubna do července) pšenice v roce 2015 bylo velmi suché. Jaro bylo poměrně chladné, jen s výjimečným výskytem slabých přeháněk. Až do konce května teploty ve výšce 2 m nad zemí nepřesáhly (s výjimkou jednoho dne) 17 °C, přestože počasí bylo většinou slunečné. Od června se pak teploty vzduchu pohybovaly od 15 do 25 °C. Výše zmíněné patogeny sice byly detekovány na všech pozorovaných odrůdách pšenice, avšak vzhledem k suchému charakteru počasí byla intenzita napadení u většiny odrůd poměrně nízká. Nejvyšší míru napadení projevil patogen *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, kterému suché a slunečné počasí vyhovuje. Dále u dvou odrůd (Etana a Bohemia) bylo detekováno mírně zvýšené napadení houbami z rodu *Fusarium*, u kterých právě slabé přeháňky střídané se slunečným počasím podporují infekci. Bylo prokázáno, že jednotlivé odrůdy vykazují různé stupně odolnosti vůči patogenům a proto se této problematice věnuje velká pozornost.

V rámci monitoringu mikroklimatu v porostu pšenice byly zaznamenávány teploty půdy v hloubce 5 cm pod porostem pšenice, přízemní teploty vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí v porostu pšenice a teploty vzduchu ve výšce 2 m nad zemí nad tímto porostem. Srovnáním těchto teplot s hodnotami naměřenými na klimatologických stanicích v Žabčicích a v Brně - Tuřanech a vyhodnocením pomocí lineární regresní analýzy bylo zjištěno, že některé tyto vztahy lze účinně využít pro přesnější predikci výskytu patogenů a škůdců ozimé pšenice.

Co se týče teploty půdy, vysoký index determinace (0,9274) a tedy těsnou lineární závislost vykazoval vztah teploty půdy pod porostem pšenice s teplotou půdy pod travnatým porostem na klimatologické stanici v Žabčicích a stejně tak vztah teploty půdy pod porostem pšenice (index determinace 0,9422) s teplotou půdy pod travnatým porostem na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech. Co se týče teploty vzduchu, vysoký index determinace (0,9021) a tedy těsnou lineární závislost vykazovaly vztahy teploty vzduchu v přízemí ve výšce 5 cm nad zemí ve sledovaném porostu ozimé pšenice s teplotou vzduchu měřenou ve výšce 2 m nad travnatým porostem na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech a s teplotou vzduchu na klimatologické stanici v Žabčicích (index determinace 0,9443). Pomocí těchto vztahů lze s uspokojivou pravděpodobností dopočítat teplotu půdy pod porostem pšenice a přízemní teplotu vzduchu v porostu pšenice a následně je pak využít pro zpřesnění prognóz výskytu patogenů. Naopak nízkou lineární závislost (index determinace 0,4809) vykazoval vztah teploty půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm s teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad tímto porostem a proto tento vztah nelze doporučit pro využití v prognózách výskytu patogenů.

Vzhledem k tomu, že toto pozorování bylo provedeno jen v rámci jedné vegetační sezony, mohou tato zjištění alespoň přispět k monitoringu mikroklimatu a výskytu patogenů pšenice a být následně využita pro účinné prognostické modely pro zemědělce.

7 ZDROJE

AGROMANUAL.CZ [online]. 2003, [cit. 2015-08-09] Přípravky na ochranu rostlin, hnojiv a osiv, *Atlas chorob*. Dostupné z: <http://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby>, ISSN 1801-4895

BANKINA B., BIMSTEINE G., RUZA A., KREITA D., KATAMADZE M., NEUSALUCA I. Spring wheat leaf diseases development depending on agrotechnical measures. Zinatniski praktiska konference Lidzsvarota Lauksaimnieciba, Jelgava, Latvia 19-20 Februari 2015; 2015. :87-90. 6 ref. ISBN 978-9984-48-176-0

BAYER CROP SCIENCE 2012, poslední revize 17. 7. 2012, [cit. 2015-09-26] Dostupné z: <http://www.cropscience.bayer.com/en/Crop-Compendium/Pests-Diseases-Weeds/Diseases/Blumeria-graminis-f-sp-tritici.aspx>

BIOLIB, *Biological Library* [online]. 2015, [cit. 2015-09-21]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/>

BITTNER V., *Škodlivé organismy pšenice: abiotická poškození, choroby a škůdci*. České Budějovice: Kurent, 2009, 82 s. ISBN: 978-80-87111-17-8

BRADLEY S. a SPURNÝ J., *Nemoci rostlin a jejich léčba: informace odborníka na dosah ruky: škůdci, choroby, jiné poruchy zdraví*. České vyd. 1. Praha: Svojtka & Co., 2008, 144 s. ISBN 978-80-7352-702-0

COTUNA, O. PARASCHIVU, M. DURAU, C. C. MICU, L. DAMIANOV S. *Evaluation of Blumeria graminis (D.C.) Speer pathogen in several winter wheat varieties*. Research Journal of Agricultural Science; 2015. 47(2):22-26. 13 ref. Banat's University of Agricultural Science and Veterinary Medicine, Romania

EPPO [online]. European and Mediterranean Plant Protection Organization. 1997, [cit. 2015-09-18]. *Guidelines on good plant protection practice – Wheat*. 14 s. Dostupné z: http://archives.eppo.int/EPPOStandards/PP2_GPP/pp2-10-e.doc

HANZALOVÁ A. (ed.). *Možnosti snížení ztrát působených rzemi na pšenici: metodika pro praxi*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2008, 38 s. Dostupné z: <http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN978-80-87011-66-9.pdf>

HE WENLAN, SONG YULI, YANG GONG QIANG, XU FEI LI YAHONG. *Identification and evaluation for resistance to leaf rust of wheat commercial varieties and back-up varieties in Henan, China*. The Proceedings of Chinese Society of Plant Protection in 2012, Beijing, China, 24-27 October, 2012; 2012. :31-33. 3 ref. Chinese Agricultural Sci-Tech Press, China. ISBN 978751161086

HOSNEDL V. *Pšenice - od genomu po rohlík: aktuální poznatky doktorandů získané ve výzkumných laboratořích a na pokusných pozemcích*. Vyd. 1. České Budějovice: Kurent, 2008, 184 s. ISBN 978-80-87111-12-3.

HOUBA M., HOSNEDL V. *Osivo a sadba*, 1. vydání, Praha: Nakladatelství Ing. Martin Sedláček, 2002, 186 s. ISBN 80-902413-6-0

HRUDOVÁ E., POKORNÝ R., VÍCHOVÁ J. *Integrovaná ochrana rostlin*. 1. vydání. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006, 151 s. ISBN 80-7157-980-7

HÝSEK J., VACH M., JAVŮREK M. *Biologická ochrana obilnin proti houbovým fytopatogenům*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2008, 22 s., ISBN 978-80-87011-56-0

CHEN X. M. Epidemiology and control of stripe rust *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* on wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology*. Volume 27, Issue 3, 2005, s. 314-337

CHRPOVÁ J., ŠÍP V., SÝKOROVÁ S., SYCHROVÁ E. *Možnosti snížení rizika napadení obilnin klasovými fuzariózami*, Metodika pro praxi, Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha, 2007, ISBN: 978-80-87011-33-1

CHRPOVÁ J., ŠÍP V., ŠTOČKOVÁ L., STEHNO Z., CAPOUCHOVÁ I. *Evaluation of resistance to Fusarium head blight in spring wheat genotypes belonging to various Triticum species*. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding; 2013. 49(4):149-156. 22 ref. Czech Academy of Agricultural Sciences, Czech Republic

CHUNGU, C., GILBERT, J., TOWNLEY-SMITH, F. Septoria tritici blotch development affected by temperature, duration of leaf wetness, inoculum concentration, and host. *Plant Disease.*, 2001, 85, 4: 430–435

JANDÁK J., POKORNÝ E., PRAX A. *Půdoznalství*. 3. přeprac. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, 143 s. ISBN 978-80-7375-445-7.

JUREČKA D. a ŘÍHA K. Výskyt a význam chorob obilnin: podklady pro cílenou ochranu, *Metodiky pro zemědělskou praxi* číslo 16/1999, Praha: ÚZPI, 1999, 27 s.

KALINOVÁ J. *Ochrana rostlin* [online]. 2007, [cit. 2015-09-26], České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 32 s. Dostupné z: http://home.zf.jcu.cz/~moudry/ecologica/ochrana_rostlin.pdf

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

KAZDA J., JINDRA Z., KABÍČEK J., PROKINOVÁ E., RYŠÁNEK P., STEJSKAL V. *Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny*. 2.vyd. Praha 2001, 148 s. ISBN 80-902413-3-6

KOVALENKO N. M., MIKHAILOVA L. A., NOVOZHILOV K. V. *Resistance of soft spring and winter wheat to leaf spot pathogens *Pyrenophora tritici-repentis* and *P. teres**. Russian Agricultural Sciences; 2011. 37(4):307-309. 10 ref. Allerton Press, Inc., USA, ISSN 1934-8037

KRČMÁŘOVÁ J., POKORNÝ R., STŘEDA T., STŘEDOVÁ H., BROTON J. *The course of soil temperature under wheat stand*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, MendelNet 2013, s. 94-98. ISBN 978-80-7375-908-7.

KRČMÁŘOVÁ J., STŘEDA T., POKORNÝ R. *The vertical stratification of air temperature in winter wheat stand in the years with different course of weather*. Towards Climatic Services, 1. vyd. Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra, 2015, ISBN 978-80-552-1389-7.

KRČMÁŘOVÁ J., STŘEDA T., POKORNÝ R. *Differences in the course of air temperature between the wheat canopy ground and standard climatological station*. In MendelNet 2015-Proceedings of International PhD Students Conference. 1. vyd. 2015, s. 60-63. ISBN 978-80-7509-363-9.

KROUTIL P. ÚKZÚZ [online]. 2015, *Původci růžovění klasů pšenice (*Fusarium* spp.)* [cit. 2015-25-11]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/skodlive-organismy/informace-o-vyskytu-so-a-poruch/vysledky-pruzkumu-ruz-klasu-psenice/puvodci-ruzoveni-klasu-psenice-2010.html>

KUBO K., KAWADA N., NAKAJIMA T., HIRAYAE K., FUJITA M., *Field evaluation of resistance to kernel infection and mycotoxin accumulation caused by *Fusarium* head blight in western Japanese wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars*. Euphytica; 2014. 200(1):81-93. many ref. Netherlands. ISSN 1573-5060

LIPTÁK B., *Process measurement and Analysis*. CRC PRESS, 2003, 46 s. ISBN 0-8493-1083-0

MEIER U., *Growth stages of mono and dicotyledonous plants*, BBCH Monograph, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2. Edition, 2001, 158 s.
Dostupné z: http://www.jki.bund.de/fileadmin/dam_uploads/_veroeff/bbch/BBCH-Skala_englisch.pdf

MEIER U. a kol. The BBCH system to coding the phenological growth stages of plants – history and publications. *Journal für Kulturpflanzen*, 61 (2). S. 41–52, 2009, ISSN 0027-7479 Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

MANNERS J. G. and HOSSAIN S. M. M. Effects of temperature and humidity on conidial germination in *Erysiphe graminis*, *The British Mycological Society Transactions*, Volume 46, Issue 2, 1963, s. 225-234

MOTLAGH S. F., ROHPARVAR R., KIA, S. ZAMANIZADEH H. R. *Evaluation of resistance of some wheat cultivars and lines to septoria leaf blotch at seedling and adult plant stages*. Seed and Plant Improvement Journal; 2015. 31(3):Pe509-Pe529. 38 ref. Seed and Plant Improvement Institute, Iran

MORENO M. V., STENGLEIN S. A., PERELLÓ A. E. *Pyrenophora tritici-repentis*, Causal Agent of Tan Spot: A Review of Intraspecific Genetic Diversity, *The Molecular Basis of Plant Genetic Diversity*, InTech 2012, 35 s. ISBN: 978-953-51-0157-4. Dostupné z: <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/33928.pdf>

PENG YUE LIN, YANG MINNA, DAN BA DACI ZHUOGA. *Identification and evaluation of stripe rust resistance of wheat varieties (lines) in Tibet*. Guizhou Agricultural Sciences; 2015. 43(6):11-14. 15 ref. Publisher Guizhou Agricultural Sciences, Guizhou, China

PETR J. a kol., *Počasí a výnosy*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987, 365 s.

POKLADNÍKOVÁ H., ROŽNOVSKÝ J. *Výskyt extrémních teplot půdy na stanici Vizovice*. Brno: Český hydrometeorologický ústav, 2007, 9 s. ISBN 978-80-228-17-60-8

PROCHÁZKA S. *Botanika, morfologie a fyziologie rostlin*; 3. vydání, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007, 242 s. ISBN: 978-80-7375-125-8

PROKINOVÁ E., ZOUHAR M., MAZÁKOVÁ J., VÁŇOVÁ M., ŠTOČKOVÁ L. *Mazlavá sněť pšeničná (Tilletia carries) a zakrslá sněť pšeničná (Tilletia controversa) v České republice*. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2011, 76 s. ISBN: 978-80-213-2240-0

RADAN Z., COSIC J., VRANDECIC K. *Wheat leaf diseases - symptoms and epidemiology*, Glasnik Zastite Bilja; Zagreb 2014. 37(4):58-61. 8 ref., ISBN 978-9984-48-176-0

RONIS A., SEMAŠKIENÉ R. *Development of tan spot Pyrenophora tritici-repentis in winter wheat under field conditions*, *Agronomy Research* 4 (Special issue), 2006, s. 331–334. Dostupné z: <http://agronomy.emu.ee/vol04Spec/p4S42.pdf>

ROŽNOVSKÝ, J., SVOBODA. *Agroklimatologická charakteristika oblasti Žabčic*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1995, 49 s.

ROŽNOVSKÝ J. *Změny podnebí*, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, Fakulta životního prostředí 2014, 113 s. ISBN 978-80-7414-883-5

SIEDLER H., OBST A., HSAM S. L. K., ZELLER F. J., *Evaluation for resistance to Pyrenophora tritici-repentis in Aegilops tauschii Coss. and synthetic hexaploid wheat amphiploids*. Genetic Resources and Crop Evolution; 1994. 41(1):27-34. 39 ref. Kluwer Academic Publisher, Netherlands. ISSN 1573-5109

STŘEDOVÁ H. a kol. *Mikroklima a mezoklima měst, mikroklima porostů*. 1. vyd. [Praha]: Český hydrometeorologický ústav, 2011. 98 s. ISBN 978-80-86690-90-2

STŘEDOVÁ, H., FUKALOVÁ, P., LEHNERT, M., ROŽNOVSKÝ, J., STŘEDA, T. *Teplota půdy*. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2014. 71 s. Práce a studie. ISBN 978-80-87577-45-5.

ŠÍP V., CHRPOVÁ J., PALICOVÁ, J. *Response of selected winter wheat cultivars to inoculation with different Mycosphaerella graminicola isolates*. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding; 2015. 51(3):86-95. 24 ref. Czech Academy of Agricultural Sciences, Czech Republic

ŠPALDON E. a kol. *Rostlinná výroba*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství Praha 1986, 714 s.

THE INDEX FUNGORUM [online] The global fungal nomenclator of fungi 2013, [cit. 2015-09-28], dostupné z: <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. *Seznam doporučených odrůd, Obilniny a luskoviny*, 2015. 198 s. ISBN: 978-80-7401-108-5

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, *Metodika ÚKZÚZ pro zkoušky užité hodnoty odrůd platná od 23. 9. 2005, pšenice setá, pšenice tvrdá a pšenice špalda*. Národní odrůdový úřad, Brno 2008, 38 s.

VÁŇOVÁ M., SPITZEROVÁ D., BENDA J. *Prašná sněť na pšenici (Ustilago tritici)* Agrotest Fyto s.r.o., Kroměříž. Obilnářské listy -66- XIX. ročník 3–4/2011
Dostupné na: <http://www.vukrom.cz/obilnarske-listy/obsah-vydanych-cisel-1/3-2011/prasna-snet-na-psenici>

VĚCHET L. *Listové a klasové choroby pšenice: diagnostika, symptomy chorob a rezistence odrůd*. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha, 2005, 34 s. ISBN: 80-86555-73-9

WÓJTOWICZ A., GWIAZDOWSKI R., KRZYSZTOF K., PASTERNAK M. Influence of temperature on germination of urediniospores of *Puccinia recondita* f. sp., *Progress in Plant Protection*, 2013, 53(3), s. 556–559. ISSN: 1427-4337

XUEREN C., XIAYU D., YILIN Z., YONG L. Dynamics in concentrations of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici conidia* and its relationship to local weather conditions and disease index in wheat; *European Journal of Plant Pathology*. Volume 132, Issue 4, s. 525-535. 2012, ISSN 0929-1873

ZIMOLKA J. a kol. *Pšenice*, Praha: Profi Press s.r.o. Praha, 2005, 180 s. ISBN 80-86726-09-6

ŽALUD Z., *Bioklimatologie* (doprovodné texty k přednáškám). 2010, [cit. 2015-10-18]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, 137 s. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_217_multitext/ke_stazeni/bioklimatologie/bioklimatologie_texty.pdf

ŽALUD Z., BROTAN J., HLAVINKA P., TRNKA M. *Trends in temperature and precipitation in the period of 1961–2010 in Žabčice locality Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendeliana Brunensis*, 61, 2013, 5, 1521-1531 ISSN: 1211-8516 <http://acta.mendelu.cz/pdf/actaun201361051521.pdf>

SMĚRNICE Evropského parlamentu a Rady 2009/128/ES ze dne 21. října 2009, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství za účelem dosažení udržitelného používání pesticidů

Vyhláška č. 205/2012 o obecných zásadách integrované ochrany rostlin

Vyhláška č. 215/2008 Sb., o opatřeních proti zavlečení a rozšiřování škodlivých organismů rostlin a rostlinných produktů

ZÁKON č. 114/1992 Sb. České národní rady ze dne 19. února 1992 o ochraně přírody a krajiny

ZÁKON č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů

ZÁKON č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech)

ZÁKON č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

8 SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Obr. 1 Meteostanice v porostu pšenice na Školním zemědělském podniku v Žabčicích (Haraštová Alena, 28. května 2015, Žabčice)

Obr. 2 Mapa s vyznačenými klimatologickými stanicemi

((<http://mapy.cz/zakladni?x=16.6512863&y=49.1302284&z=11>))

Obr. 3 Doplnková stupnice pro posouzení napadení listové plochy patogenem *Blumeria graminis* (ÚKZÚZ, 2008)

Obr. 4 Doplnková stupnice pro posouzení výše napadených listů patogenem *Blumeria graminis* (ÚKZÚZ, 2008)

Obr. 5 Doplnková stupnice pro posouzení napadení listové plochy rzí pšeničnou (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*), (ÚKZÚZ, 2008)

Obr. 6 List pšenice ozimé, odrůda Etana, napadený patogenem *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (Haraštová Alena, 28. května 2015, Žabčice)

Obr. 7 List pšenice ozimé, odrůda Brokat, napadený patogenem *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (Haraštová Alena, 28. května 2015, Žabčice)

Obr. 8 List pšenice ozimé, odrůda Fakir, napadený patogenem *Mycosphaerella graminicola* (Haraštová Alena, 12. června 2015, Žabčice)

Obr. 9 List pšenice ozimé, odrůda Brokat, napadený patogenem *Mycosphaerella graminicola* (Haraštová Alena, 12. června 2015, Žabčice)

Obr. 10 List pšenice ozimé, odrůda Fakir, napadený patogenem *Pyrenophora tritici-repentis* (Haraštová Alena, 12. června 2015, Žabčice)

Obr. 11 List pšenice ozimé, odrůda Etana, napadený patogenem *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* (Haraštová Alena, 26. června 2015, Žabčice)

Obr. 12 Klasy pšenice ozimé, odrůda Etana, napadené patogeny z rodu *Fusarium*
(Haraštová Alena, 19. června 2015, Žabčice)

Obr. 13 Stébla pšenice ozimé, odrůda Brokat, napadená chorobami pat stébel
(Haraštová Alena, 8. června 2015, Žabčice)

Graf 1 Průběhy teplot půdy na jednotlivých stanovištích

Graf 2 Regresní vztah mezi teplotou půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm a teplotou půdy pod travnatým porostem v hloubce 5 cm na klimatologické stanici v Žabčicích

Graf 3 Regresní vztah mezi teplotou půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm a teplotou půdy pod travnatým porostem v hloubce 5 cm na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech

Graf 4 Průběh teploty půdy pod porostem pšenice v Žabčicích a průběh teploty vzduchu ve výšce 2 m nad tímto porostem

Graf 5 Regresní vztah mezi teplotou půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm a teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad tímto porostem pšenice - v Žabčicích

Graf 6 Průběhy teplot vzduchu na jednotlivých stanovištích

Graf 7 Regresní vztah mezi přízemní teplotou vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí v porostu pšenice a teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad travnatým porostem na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech

Graf 8 Regresní vztah mezi přízemní teplotou vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí v porostu pšenice a teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad travnatým porostem na klimatologické stanici v Žabčicích

Tab. 1 Makrofenologická stupnice pro ozimou pšenici (BBCH, podle M. Enz a Ch. Dachler, 1997), (Meier, 2001)

Tab. 2 Stupnice pro vyhodnocení napadení patogenem *Blumeria graminis* na listu (ÚKZÚZ, 2008)

Tab. 3 Stupnice pro vyhodnocení napadení fuzariózami klasů (ÚKZÚZ, 2008)

Tab. 4 Stupnice pro vyhodnocení napadení chorobami pat stébel (ÚKZÚZ, 2008)

Tab. 5 Stupnice pro vyhodnocení napadení listovými skvrnitostmi (*Mycosphaerella graminicola* a *Pyrenophora tritici - repentis*), (ÚKZÚZ, 2008)

Tab. 6 Stupnice pro vyhodnocení napadení rzi pšeničnou (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*), (ÚKZÚZ, 2008)

Tab. 7 Výsledky napadení jednotlivých odrůd příslušnými patogeny

Tab. 8 Teplota půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm v Žabčicích določtená na základě regresních vztahů s teplotou půdy v hloubce 5 cm na klimatologické stanici v Žabčicích

Tab. 9 Teplota půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm v Žabčicích določtená na základě regresních vztahů s teplotou půdy v hloubce 5 cm na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech

Tab. 10 Teplota půdy pod porostem pšenice v hloubce 5 cm v Žabčicích določtená na základě regresních vztahů s teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad sledovaným porostem pšenice

Tab. 11 Teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí v porostu pšenice v Žabčicích določtená na základě regresních vztahů s teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad zemí na klimatologické stanici v Brně - Tuřanech

Tab. 12 Teplota vzduchu ve výšce 5 cm nad zemí v porostu pšenice v Žabčicích določtená na základě regresních vztahů s teplotou vzduchu ve výšce 2 m nad zemí na klimatologické stanici v Žabčicích

9 SEZNAM ZKRATEK

BBA - zkratka firmy German Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry

BBCH – Název stupnice pro kódování růstových fází rostlin, odvozené z počátečních písmen: Biologische Bundesanstalt für land – und Forstwirtschaft, Bundessortenamt (BSA) and Chemical industry

BSA - zkratka firmy German Federal Office of Plant Varieties

ČHMÚ - Český hydrometeorologický ústav

DON - mykotoxin deoxynivalenol

HTZ – Hmotnost tisíce zrn

IVA - zkratka firmy German Agrochemical Association

K2 - druhá podoblast kukuřičné výrobní oblasti

pH – Potential of hydrogen (vodíkový exponent)

SET - suma efektivních teplot

SMŠČ - střední místní středoevropský čas

TS - teplotní suma aktivních teplot

ÚKZÚZ – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

VÚRV - výzkumný ústav rostlinné výroby