

**Mendelova univerzita v Brně**

**Agronomická fakulta**

**Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství**

---



**Monitoring mikroklimatu pšenice seté pro fytopatologické  
a fenologické účely**

Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*

Ing. Tomáš Sředa, Ph.D.

*Vypracovala:*

Petra Konečná

---

Brno 2017

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci **Monitoring mikroklimatu pšenice seté pro fytopatologické a fenologické účely** vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne: .....

.....

podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu práce Ing. Tomáši Středovi, Ph.D. a konzultantu prof. Ing. Radovanu Pokornému, Ph.D. za odborné vedení, cenné informace a pomoc při zpracování této práce.

## **ABSTRAKT**

V roce 2016 byl v lokalitě Žabčice na pozemcích Školního zemědělského podniku založen mikroklimatický monitoring umístěný v porostu pšenice ozimé. Pozorovalo se několik aspektů, zejména relativní vlhkost a teplota vzduchu v tomto porostu. Měření bylo prováděno ve třech výškách – přízemí, efektivní výška a 2 metry nad zemí. Naměřené hodnoty teploty a relativní vlhkosti vzduchu v porostu pšenice ozimé byly zaznamenávány během fenologického vývoje a jejich průběh byl následně graficky vyhodnocen. Potvrdilo se, že struktura porostu má vliv na jeho mikroklima. Dále byl sledován výskyt listových patogenů podle metodik ÚKZUZ v závislosti na změnách mikroklimatu v porostu. Na základě těchto pozorování vzniká možnost předpovídat napadení porostu patogeny.

**Klíčová slova:** mikroklima, porost, patogen, fenologie, vlhkost, teplota

## **ABSTRACT**

In 2016, a microclimatic monitoring was established in the Žabčice area on the grounds of the School Farm Enterprise, located in winter wheat. Several aspects have been observed, especially relative humidity and air temperature in this stand. The measurements were made at three heights - ground floor, effective height and 2 meters above ground. Measured values of temperature and relative air humidity in winter wheat were recorded during phenological development and their course was then graphically evaluated. It has been confirmed that the structure of the crop affects its microclimate. Furthermore, the occurrence of leaf pathogens was monitored according to the methods of the UKZUZ, depending on changes in microclimate in the stand. Based on these observations, it is possible to predict pathogen attack.

**Keywords:** microclimate, vegetation, pathogen, phenology, humidity, temperature

## **OBSAH**

1 ÚVOD .....	7
2 CÍL PRÁCE.....	8
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	9
3.1 Pšenice setá ( <i>Triticum aestivum</i> L.) .....	9
3.1.1 Systematické zařazení .....	9
3.1.2 Podmínky pro pěstování .....	9
3.2 Fenologická pozorování .....	10
3.3 Fenofáze.....	10
3.4 Integrovaná ochrana rostlin .....	11
3.5 Struktura porostu a fytometrie .....	11
3.6 Porostní mikroklima .....	12
3.7 Monitoring mikroklimatu .....	12
3.8 Porostní mikroklima ve vztahu k patogenům .....	13
3.9 Meteorologická měření a jejich využití v ochraně rostlin .....	13
3.9.1 Změny klimatu .....	13
3.10 Vliv klimatické změny na vývoj některých patogenů .....	14
3.11 Vliv počasí na výskyt chorob a škůdců .....	14
3.11.1 Záření .....	15
3.11.2 Teplota .....	15
3.11.3 Délka dne a noci.....	17
3.11.4 Vlhkost.....	17
3.11.5 Srážkové poměry .....	17
3.12 Šíření škodlivých organismů.....	19
3.13 Vliv vnějších faktorů na vývoj škodlivých organismů.....	19
3.14 Odolnost odrůd pšenice seté .....	19
3.15 Prognóza a signalizace chorob a škůdců .....	20
3.16 Určování a hodnocení chorob obilnin.....	21

3.17 Nejvýznamnější patogeny pšenice.....	22
4 METODIKA A MATERIÁL.....	28
4.1 Lokalita Žabčice .....	28
4.2 Používané metody pro monitoring porostu .....	28
4.3 Monitoring patogenů .....	29
5. VÝSLEDKY A DISKUZE .....	30
6 ZÁVĚR.....	35
7 POUŽITÉ ZKRATKY .....	36
8 POUŽITÁ LITERATURA.....	37
9 SEZNAM OBRÁZKŮ .....	41
10 SEZNAM GRAFŮ .....	42

## 1 ÚVOD

Pšenice setá je řazena mezi plodiny, které lze pěstovat jak v mírném, tak i v tropickém pásmu. Z důvodů rozdílnosti klimatických podmínek, kde může být pšenice pěstována, jsou rozdílné i teploty vzduchu, vlhkost vzduchu a ovlhčení listů. Tyto faktory se řadí k abiotickým a mohou mít vliv na tvorbu optimálních podmínek pro výskyt jednotlivých patogenů. Pro každý patogen jsou specifické jiné podmínky přežití, proto se provádějí jejich pozorování. V dnešní době je zavedená integrovaná ochrana rostlin, která má být šetrná k životnímu prostředí, ale má také zajistit co největší omezení výskytu patogenů za co nejnižší náklady. Proto se provádějí dlouhodobé monitorinky patogenů, aby se dala navrhnout co nejlepší ochrana. Z tohoto důvodu jsou tyto pokusy zaměřeny na měření teplot a vlhkosti vzduchu. Tato měření se provádějí v různých výškových stupních – přízemí, efektivní výška a výška 2 metry nad povrchem. Cílem je tvorba modelu, který má napomáhat předurčit napadení porostu možným patogenem a jeho následnou ochranu. Dnes se již můžeme v praxi setkat s podobnými modely pro predikci patogenů, ale bohužel ve většině případů neberou možný ohled na mikroklima porostů.

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat literární přehled zabývající se problematikou vztahu fenologie a porostního mikroklimatu a vlivu počasí v návaznosti na výskyt patogenů v porostu pšenice. Na pozemcích Školního podniku v Žabčicích byl založen mikroklimatický monitoring v porostu dané plodiny, kde se sledovaly jednotlivé výskyty patogenů a jejich vliv na vývoj rostliny. V průběhu vegetace byla měřena relativní vlhkost vzduchu a teplota v porostu. Tato měření probíhala ve třech výškách (přízemí porostu, efektivní výška a výška 2 m nad povrchem). Z naměřených hodnot byl vyhodnocen průběh uvedených veličin za dané období.



## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Pšenice setá (*Triticum aestivum* L.)

Pšenice se pěstuje převážně v mírném pásu, v ČR se pěstuje hlavně v nížinách. Je velmi náročná na teplotu i vláhu (ZIMOLKA, 2005). Řadí se mezi nejpěstovanější plodinu jak ve světě, tak i v ČR - podle statistiky se v ČR za posledních deset let pěstovala až na 856 tis. ha (ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2016). Pšenici lze rozdělit z genetického hlediska podle počtu chromozomů na diploidní, tetraploidní a hexaploidní. Pšenice setá se zařazuje právě mezi hexaploidní (ZIMOLKA, 2005). Mezi náročné plodiny na pěstování se řadí také proto, že má vysokou náročnost na obsah živin v půdě, vyžaduje neutrální až slabě kyselou půdní reakci (pH 6,2 – 7,0) (CIBULKA, 2010).

#### 3.1.1 Systematické zařazení

Pšenici setou řadíme do rodu *Triticum* L. a čeledi *Poaceae* (lipnicovité). Do tohoto rodu se řadí i další druhy pšenice, a to (hexaploidní druh) pšenice špalda (*Triticum spelta* L.), (diploidní druh) pšenice jednozrnka (*Triticum monococcum*), ta je považována za prapůvodní druh, který nebyl nijak šlechtěn a má jinou genetickou výbavu než pšenice setá. Pšenice dvouzrnka (*Triticum dicocoides*), i tato pšenice, která se pěstovala na Arabském poloostrově, od počátků zemědělství, byla později nahrazena pšenicí setou. Dále sem patří pšenice tvrdá (*Triticum durum* L.), pšenice Timofejevova (*Triticum timopheevi*), pšenice naduřelá (*Triticum turgidum*) a pšenice polská (*Triticum polanicum*). Posledních pět druhů pšenic jsou tetraploidní (ZIMOLKA, 2005).

#### 3.1.2 Podmínky pro pěstování

Oblasti, ve kterých se pšenice pěstuje, jsou rozděleny do základních čtyř skupin.

První typem oblastí jsou takové, které mají velmi dobré podmínky. Jedná se především o dostatečně teplé, až velmi teplé oblasti, bývají suché až velmi suché. Podle literatury je průměrná teplota v těchto oblastech v jarním a letním období 14 – 17 °C s nízkým úhrnem srážek 250 – 350 mm. Jako půdní typy převažují nivní, černozemě, hnědozemě a rendziny. Tyto podmínky zahrnují kukuřičnou výrobní oblast (ZIMOLKA, 2005).

Druhým typem oblastí jsou takové, které se vyznačují převážně vyhovujícími podmínkami. Mezi tyto oblasti patří poměrně až dostatečně teplé, převážně suché. Podle literatury je průměrná teplota v těchto oblastech v jarním a letním období 13 - 15 °C s úhrnem srážek 350

– 400 mm. K půdním typům patří nivní půdy, rendziny, hnědozemě, výjimečně i černozemě. Tyto podmínky charakterizují obilnářskou a řepařskou oblast (ZIMOLKA, 2005).

Třetím typem oblastí jsou oblasti s převážně nevyhovujícími podmínkami. Sem patří oblasti mírně teplé, bývají mírně vlhké až suché. Podle literatury s průměrnými jarními a letními teplotami 12 – 15 °C a úhrnem srážek 400 – 500 mm. K půdním typům této oblasti patří podzoly, výjimečně hnědozemě. Jsou to oblasti, kde se jen těžko dosahuje pekařské jakosti (ZIMOLKA, 2005).

Posledním, čtvrtým typem, jsou oblasti s nevhodnými podmínkami pro pěstování pšenice. Patří sem takové oblasti, které jsou chladné a vlhčí. Podle literatury s průměrnou jarní a letní teplotou 11 – 13 °C a průměrnými srážkami nad 500 mm. Mezi půdní typy patří převážně podzoly (ZIMOLKA, 2005).

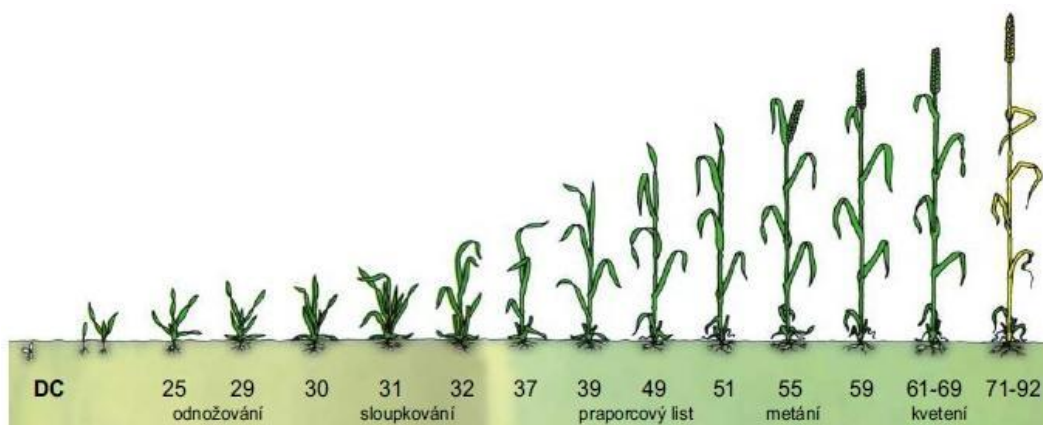
### **3.2 Fenologická pozorování**

Tato pozorování se užívají pro stanovení pylové sezóny rostlinných druhů, bioindikaci klimatické změny na organismy, jsou důležitá i při rajonizaci odrůd, termínu náletu opylovačů, šlechtění nových odrůd a předpovědi termínu sklizně. Jsou také důležitými zdroji dat pro stanovení počátečních a koncových růstových a vývojových fází a určení termínu sklizně. Také se využívají pro predikci patogenů a určení správného přípravku na ochranu rostlin ( LARCHER, 1995; STŘEDA et al., 2013; SVAČINA et al., 2014).

### **3.3 Fenofáze**

Určují vývoj znaků, které jsou viditelné a charakterizují jednotlivý růstový nebo vývojový stupeň rostliny (kvalitativní a kvantitativní znaky). Nástup fenofáze, je kalendářní den, kdy lze stupeň vývoje rostliny jasně a jednoznačně zařadit. Jednotlivé fáze se opakují každý rok, ale jejich nástup je pokaždé v jiný kalendářní den, protože meteorologické podmínky se neustále obměňují – ovlivnění změnou klimatu (ANONYMUS, 1987). Mezi pozorované fenofáze pšenice řadíme klíčení, vývoj listů, odnožování, prodlužování, tvorba prvního kolénka, tvorba druhého kolénka, metání, začátek a konec kvetení, mléčná zralost, žlutá zralost, plná zralost (REITSCHLÄGER et al., 2004).

Výše uvedené růstové a vývojové fáze lze hodnotit podle mezinárodní fenologické stupnice (BBCH), kterou ve svých metodikách popsal Meier (1997) nebo podle dekadické stupnice (DC), kterou ve svých metodikách popsal Zadoks (1974). Dekadická stupnice je znázorněna na obr. 1.



Obr. 1 - *Triticum aestivum* - fenofáze

Zdroj: ZADOKS *et al.*, 1974

### 3.4 Integrovaná ochrana rostlin

Do této ochrany rostlin patří veškeré metody, které mají za cíl vytvořit nepříznivé podmínky pro výskyt patogenů v porostu a všechna tyto opatření na sebe musí navazovat. Integrovaná ochrana uplatňuje zejména prevenci, čímž se má zamezit výskytu patogenu. Pokud se již patogen vyskytne, je důležité využívat takové metody, které jsou šetrné k životnímu prostředí. Cílem této ochrany není škodlivý organismus zcela vyhubit, ale snížit jeho výskyt pod práh škodlivosti.

### 3.5 Struktura porostu a fytometrie

Tímto rozumíme souhrn charakteristik popisující tvar, rozměry, stavbu, rostlinnou strukturu. Kvantitativní výzkum a výzkum rostlinných orgánů je nazýván fytometrií (MATĚJKA, HUZULÁK, 1987). Pomocí fytometrie se určují kvalitativní a kvantitativní charakteristiky rostlinných orgánů. Patří sem fenologická pozorování pro monitoring vývoje rostlinných druhů, kvantitativní charakteristiku umístění rostlin a jejich orgánů v pozorovaném úseku (MATĚJKA, HUZULÁK, 1987).

### **3.6 Porostní mikroklima**

Mikroklima můžeme také popsat jako podnebí velmi malých oblastí, které svou horizontální velikostí nepřesahují 1 km a vertikální velikostí nepřesahují vrstvu, která přiléhá k zemskému povrchu. V těchto vrstvách se projevují odlišnosti podmínek oproti okolnímu podnebí (STŘEDOVÁ et al., 2011). Pod pojmem mikroklima si můžeme také představit nějakou malou část z celku, který se nazývá makroklima. Vyznačuje se především odlišnými meteorologickými prvky, odlišnou přízemní vrstvou vzduchu, rozdílnými teplotními poměry. Pro současné pojetí podložil základy Vojejkov, který zavedl název „aktivní povrch“, což můžeme chápat jako např. rozhraní mezi porostem a volným ovzduším. V této vrstvě dochází k rozhodujícím přeměnám energie (pohlcování slunečního záření spojené s ohřevem povrchu nebo vyzařování povrchu spojené s jeho ochlazováním) a zároveň k přeměnám různých fází vody. Výšku aktivní přechodové vrstvy sledujeme nad každým porostem jinou. U lesa bude daleko vyšší než třeba u pšenice (PETR, 1987). V období 60. let byl zaznamenán přechod od popisů meteorologických prvků nad rostlinným porostem a půdou bez vegetačního krytu, ke klasifikaci mezi porostem lesů a okolního ovzduší (LITSCHMANN, 2013). Mikroklima porostů můžeme určit pomocí několika faktorů jako jsou teplota, rosa, proudění větru, vlhkost, radiální a tepelná bilance, mráz, stáří vegetačního pokryvu, počet srážek, roční období, půdní typy, nadmořská výška, výpar (LEE et al, 2011). Na základě výměny hmoty a energie mezi aktivním povrchem a nejnižšími vrstvami ovzduší se do atmosféry uvolňuje teplo a vodní páry. To zapříčiňuje změnu teploty a vlhkosti vzduchu uvnitř a těsně nad porostem. Obdobným způsobem si takové mikroklima vytváří každé rostlinné společenství, přičemž mohou být ovlivněny klimatické změny daného stanoviště (GIEGER et al., 1965). Pro optimální monitoring mikroklimatu se měření provádí ve třech výškách – přízemní výška, efektivní výška a 2 m nad půdou. Pro nás je nejdůležitější efektivní výška, jelikož jsou zde neoptimálnější podmínky pro rozvoj patogenů a škůdců (STŘEDOVÁ et al., 2011).

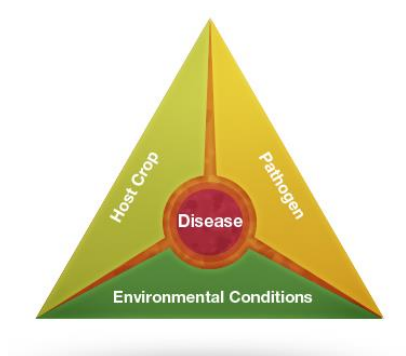
### **3.7 Monitoring mikroklimatu**

Dnes využíváme prognostických metod, které dokážou ve značném rozsahu předpovědět napadení porostu. Bývají převážně založeny na metodách, které se využívají v epidemiologii. K základním epidemiologickým metodám patří mnohorozměrná regresní analýza. Díky této metodě se dá pozorovat průběh epidemie v závislosti na vnitřní a vnější faktory. Při využití této metody jsou pro nás proměnnými ty, které udávají četnost choroby nebo tvorbu rozptýlené části patogenů. Využívají se také simulační metody, což jsou metody, které dokážou podle dostupných dat utvořit názornou simulaci vývoje intenzity chorob v daném

čase. Tyto data se převážně čerpají z údajů klimatologických stanic. Mezi veličiny, které měříme, patří teplota vzduchu, rychlost větru (tuto měříme ve výšce 2 m nad zemí), vlhkost vzduchu. Měříme v pravidelných časových intervalech. Běžně užívané metody prognózy nejsou bohužel sestaveny tak, aby mohly počítat s porostním mikroklimatem. Proto se navrhlo měření veličin přímo v porostu. Využívá se tak pro snadnější pochopení vztahu patogen- rostlina- mikroklima (STŘEDOVÁ et al., 2011).

### 3.8 Porostní mikroklima ve vztahu k patogenům

Během vegetace dochází ke značnému množství interakcí mezi organismy a prostředím. Mohou zde být rostlinné patogeny, které způsobují choroby. Aby se mohla projevit choroba, jsou zapotřebí tři komponenty – náchylný hostitel, virulentní patogen, vhodné prostředí. Všechny tyto komponenty se musejí střetnout ve stejný čas (STŘEDOVÁ et al., 2011; HENZE et al., 2007).



Obr. 2 - trojúhelník choroby

Zdroj: DELAGE, 2015

### 3.9 Meteorologická měření a jejich využití v ochraně rostlin

Proměnlivost povětrnostních podmínek u nás způsobuje poměrně velkou rozmanitost ve výskytu chorob a škůdců, případně jejich predátorů. K tomuto se v současnosti připojuje i změna klimatu, která vnáší neurčitost do již zaběhlých kolejí, což znamená, že to, co platilo dříve, nemusí být nyní aplikovatelné (LITSCHMANN, 2012).

#### 3.9.1 Změny klimatu

Tato změna se začíná projevovat na sobě nezávislých úrovních zároveň. Podle meteorologického slovníku se za klimatickou změnu považuje taková, která probíhá v relativně dlouhé době v jednom směru, a to např. směrem k oteplení (LITSCHMANN, 2012).

Změny klimatu jsou dány stoupající koncentrací oxidu uhličitého a jiných skleníkových plynů. Tyto plyny zapříčiňují tzv. skleníkový efekt. Scénáře vývoje koncentrace těchto plynů slouží jako zdroj dat pro tzv. GLOBÁLNÍ MODELY CÍRKULACE (Global circulation models – GCM), výstupem jsou meteorologické proměnné pro odlišná časová období. Nejrozšířenější používané GCM vyznačují postupné zvyšování teplot, které by v ČR mohly dosáhnout v roce 2100 + 1,5 °C až 2,5 °C (ŽALUD et al., 2009).

### **3.10 Vliv klimatické změny na vývoj některých patogenů**

Proto, aby hostitelská rostlina mohla být infikována patogenem a následně se projevila choroba, jsou nezbytné tři základní podmínky. Na stanovišti se musí vyskytovat náchylný hostitel, virulentní patogen a vhodné prostředí pro rozvoj. Z podmínek má rozhodující vliv průběh počasí v daném roce, např. vlhkost vzduchu, půdy, teplota. Tyto podmínky přímo ovlivňují vývoj patogenů, případně hostitelské rostliny, tudíž vlivem klimatických změn se ovlivňuje vývoj a rozvoj jednotlivých patogenů na konkrétních hostitelských druzích. Synchronizaci růstových fází hostitele, patogenu a prostorové rozšiřování diseminačních jednotek patogenu může přímo ovlivňovat průběh počasí (GRULKE et al., 2011). Při vyšších teplotách jsou některé geny rezistence neúčinné, při teplotách 20 - 25 °C se výrazně snižuje kvantitativní rezistence vůči *Leptosphaeria maculans*. Může být také ovlivněn rozvoj choroby na daném stanovišti u tzv. polycyklických patogenů a přežívání. Tyto vlivy mohou být nepříznivé – do osevního postupu se v důsledku vyšších teplot mohou zařadit hostitelé důležitých patogenů, jako například kukuřice, která je hostitelem pro rod *Fusarium*. Patogeny se mohou pomocí evoluce nebo migrací přizpůsobit měnícím se podmínkám. Tyto změny jsou již v dnešní době zaznamenány (WEST et al., 2012). V zemích evropské unie došlo k dominanci dvou rodů *Fusarií* a to *Fusarium graminearum* a *Fusarium pseudograminearum* nad *Fusarium culmorum*. Optimální podmínky pro tyto dvě *Fusaria* jsou 25 °C. Každý patogen vyžaduje pro svůj vývoj specifické podmínky prostředí (BRENNAN, 2009).

### **3.11 Vliv počasí na výskyt chorob a škůdců**

U druhů, které mají užší ekologickou přizpůsobivost, jsou klimatické podmínky uvnitř areálu nevhodné pro jejich rozmnožování. Pokud mají druhy širokou ekologickou přizpůsobivost, bývá patogen rozšířen po celém areálu pěstované plodiny. Původci houbových chorob mají areál výskytu rozsáhlý, protože podmínky daného mikroklimatu se mohou vyskytovat v rozsáhlých oblastech. Mnoho těchto organismů je schopno ke svému pasivnímu šíření využít atmosférické cirkulace.

Jednou z příčin změn a adaptace v ontogenetickém a fylogenetickém vývoji organismů jsou klimatické a meteorologické faktory. Podmínkám určitého stanoviště se přizpůsobuje biologie každého druhu (PETR, 1987).

### 3.11.1 Záření

Slunce vysílá záření celého elektromagnetického spektra od gama záření po radiové vlny (ultrafialové, infračervené, fotosynteticky aktivní). Záření ovlivňuje základní životní pochody v rostlině (MATĚJKA, HUZULÁK, 1987). Dá se také považovat za základního činitele tvorby klimatu. Pokud záření neprotrkne zemským obalem, tvoří tzv. planetární klima a pokud se dostane až na zemský povrch, tak ovlivňuje klima Země i mikroklima jednotlivě. Záření rozdělujeme na krátko a dlouhovlnné. Ke krátkovlnnému patří záření sluneční, které se odráží částečně od atmosféry nebo od zemského povrchu nazpět do kosmického prostoru, pohlcené záření se přeměňuje na teplo. Může způsobovat také skleníkový efekt a podílí se na cirkulaci vzduchu, zapříčiňuje vzdušné proudění a způsobuje vodní výpar a přenáší jej na větší vzdálenosti (PETR, 1987, KUSHNIR et al., 2000). Záření také ovlivňuje transpiraci a teplotu pletiv. Tyto faktory ovlivňují rychlost metabolismu. Absorpce slunečního záření se využívá při syntéze energie při fotosyntéze. Množství krátkovlnného záření má významnou roli při regulaci růstu a vývoje. Gama záření, rentgenové a ultrafialové ovlivňuje strukturu genetického materiálu (MATĚJKA, HUZULÁK, 1987). Pro rostliny je nejdůležitější fotosynteticky aktivní záření (FAR), které je v rozmezí od 400 – 760 nm. Toto záření bývá ovlivňováno srážkami, oblačností nebo výškou slunce nad obzorem (PETR, 1987).

### 3.11.2 Teplota

Patří mezi nejdůležitější faktory tvorby mikroklimatu. Závisí na ní životní projevy nižších organismů. Reguluje látkové výměny, intenzitu životních projevů. Termíny výskytu chorob a škůdců závisí na průběhu teplot. Tohoto se využívá při prognóze a signalizaci patogenů. U houbových původců chorob ovlivňuje přežívání v době vegetačního klidu a infekční cyklus. Teplotní vliv může měnit odolnost rostlin vůči napadení (PETR, 1987). Pro výskyt epidemie jsou teploty většinou nižší nebo vyšší než je optimum pro hostitelskou rostlinu. Pro některé houbové patogeny jsou přijatelnější nižší teploty než pro jiné. Rozdíly můžeme pozorovat i mezi jednotlivými rasami daného druhu. Např. pro rzi je optimum 13 – 20 °C (ZACHA, 1970; AGRIOS, 1988). Pro *Phytophthora trici – repentis* je optimum 20 – 28 °C (STŘEDOVÁ et al., 2011). Příliš vysoké nebo příliš nízké teploty, než jaké patogen vyžaduje, mohou jeho vývoj značně brzdit. Nároky na teplotu se liší i během zimního období. Také záleží na formě, ve které houby přezimují.

Pokud přezimují jako mycelium nebo spory, tak se počet zdrojů nákazy značně omezí. Jestliže přezimují ve formě plodnic (kleistothecium, apothecium, perithecium, aj), tak těmto stádiím silné mrazy téměř nevadí (ZACHA, 1970). U virů je teplotou ovlivněna reprodukce v rostlině a rychlost množení. Pokud je mírná zima, je zvýšené riziko přežití virů. Pokud je teplé a suché léto, zvyšuje se množství přenašečů a tím se zvyšuje riziko nákazy (PETR, 1987).

### **3.11.2.1 Teplota vzduchu**

Hlavním tepelným zdrojem je Slunce. Tepelná energie se do vzduchu přenáší několika způsoby, např. kondukcí, což je přímé vedení mezi rostlinami, půdou a vzduchem. V přízemní vrstvě se drží teplejší vzduch, který má menší hustotu, proto se snadno vyměňuje s chladnějším okolním vzduchem, nazýváme to jako konvekci, či turbulenci. Dále se pak může přenášet výparem vody z vodní hladiny, rostlin, půdy. Teplotu nám také může ovlivňovat terén. Pokud terén srovnáme s rovinou, zjistíme, že v nerovnoměrném terénu jsou teplotní rozdíly daleko větší než na rovině (PETR, 1987). Teplotu vzduchu můžeme rovněž charakterizovat několika pojmy. Mezi tyto pojmy patří teplota skutečná, aktuální, ta je stanovena pro určitý čas na určitém místě. Myslí se tím, z klimatologického pohledu, teplota naměřená ve 2 m výšce teploměrem, který se nachází na zastíněném místě. Pokud se měření provádí v 7, 14 a 21 hodin místního středního slunečního času – MSSČ, lze využít pojem termínovaná teplota. Skutečnou teplotu využíváme pro popis poměrů teplot na určitém místě v reálný čas. Teplota průměrná neboli denní, měsíční, roční... Průměrnou denní teplotu lze stanovit průměrem termínových teplot. Normální teplota, neboli teplotní normály, se počítá jako průměr za 30 let v jasně definovaných obdobích. Maximální a minimální teploty bývají vztaženy ke kritickým obdobím rostlinného růstu (pozdní jarní mrazíky nebo nadměrné teplo), kdy se rostlina dostává do stresových situací nebo stavů kdy je rostlina poškozena (ŽALUD, 2010; HAU et DEVALLAVIEEILLE – POPE, 2006).

### **3.11.2.2 Teplota půdy**

Je ovlivňována řadou faktorů. Patří sem radiační bilance za dané období roku a poloha místa v rámci zeměpisných souřadnic. Na teplotu půdy má vliv jak oblačnost, vlhkost půdy, barva půdy tak i expozice svahu. Teplo se do spodních vrstev dostává pomocí molekulárního vedení a oproti turbulenci je tento proces daleko pomalejší (ŽALUD, 2010). Teplotu půdy také ovlivňuje proměnlivá intenzita slunečního záření, která je dána hlavně otáčením Země. Zároveň s vyzařováním zemského povrchu dochází ve vrchních vrstvách půdy k neustálé změně teplot. Velikost změn je ovlivněna dalšími faktory kromě proměnlivé intenzity dopadajícího záření. Nejvíce se uplatňuje tepelná vodivost půdy a tepelná kapacita půdy.



Obě tyto veličiny ovlivňuje obsah vody v půdě. Tepelnou vodivost charakterizujeme jako schopnost přenášet teplo mezi sousedními částicemi půdy (PETR, 1987).

### **3.11.3 Délka dne a noci**

Působení množství světla na houbové patogeny není natolik objasněné jako u působení teploty či vlhkosti (AGRIOS, 1988). Přímé působení světla je známo pouze u *Tilletia controversa*, kdy je pro klíčení spor potřebný světelný impuls (PETR, 1987). Pokud je sluneční záření intenzivní, působí na houbové původce chorob brzdivě. Snižuje životaschopnost houbových organismů, rostliny snadno osychají, tudíž je omezeno klíčení spor. Při vysoké oblačnosti, kdy není dostatek světla, se právě tyto organismy rozšiřují (AGRIOS, 1988).

### **3.11.5 Srážkové poměry**

Srážkové poměry výrazně závisí na nadmořské výšce. Čím vyšší nadmořská výška, tím srážky přibývají. Například hraniční pohoří výrazně ovlivňuje rozložení srážek a také proudění vzduchu. V ČR bývá zaznamenáno nejvíce srážek v červenci (ŽALUD, 2014). Když je deštivý rok, rozvoj houbových chorob je tímto podporován. Rostliny mají na svých listech dostatečné množství vody, aby mohly poskytnout vhodné podmínky pro rozvoj houbových patogenů. Pomocí dešťových kapek nebo vody, která se odrazila od povrchu, se napomáhá šíření škodlivého organismu jak na dané rostlině, tak i v porostu mezi jednotlivými rostlinami (AGRIOS, 1988).

#### **3.11.5.1 Ovlhčení listů**

Při ovlhčení listů se na nich vytváří vodní film, který ovlivňuje klíčení spor některých houbových patogenů. Ovlhčení bývá způsobeno důsledkem srážek nebo rosy (LITSCHMANN, 2012). Rosa vzniká při styku poměrně teplého a vlhkého vzduchu se studeným povrchem – listem, kde může teplota vzduchu v hraniční vrstvě, která přiléhá k povrchu, klesnout na hodnotu rosného bodu. Aby vznikla rosa, musí být teplota povrchu nad 0 °C. V našich zeměpisných šířkách vzniká převážně večer nebo v noci a to v teplých měsících. Rosa má význam, pokud je velmi suché období, napomáhat rostlinám toto období překonat, jinak, jak už bylo zmíněno, napomáhá k rozvoji houbových patogenů (ŽALUD, 2014).

### **3.11.4 Vlhkost**

U živočišných škůdců není tak podstatná jako u ostatních patogenů. Jen u některých druhů hmyzu může vysoká vlhkost snižovat možnost rozmnožení. Pro většinu mikroorganismů je

optimální vlhkost vzduchu téměř 100 %. Pro ovlivnění životaschopnosti spor patogenů a rozšíření houbové infekce, je vlhkost vzduchu daleko důležitější než teplota. Jen u padlí není limitována vlhkost prostředí. Jestliže je během vegetačního období vysoká vlhkost a bohaté srážky, můžeme očekávat silný rozvoj chorob (PETR, 1987).

#### **3.11.4.1 Vlhkost půdy**

Z pedologického hlediska se tímto termínem označují významné vlhkostní charakteristiky (půdní vodní konstanta, hydrolimity – polní vodní kapacita, bod snížení dostupnosti vody a bod vadnutí). Z pohledu agrometeorologického tímto pojetím rozumíme obsah vody v půdě. Definice nejdůležitějších veličin půdní vlhkosti jsou právě v těsné souvislosti s metodami měření. Metod, kterými se určuje vlhkost půdy, existuje velké množství. Proto porovnání měření z jednotlivých metod jsou těžko srovnatelné. Díky agrometeorologickému významu bylo vypracováno několik metod měření a pozorování. Na konci minulého století se ještě hodnocení provádělo subjektivně a to tak, že se vlhkost půdy hodnotila na vyrýpnutém vzorku půdy z hloubky 10 cm a to pomocí semikvalitativních stupnic. Podle toho, jaký vyrýpnutá půda budila charakter, se určilo, zda je půda vyprahlá, suchá, čerstvě smáčená, vlhká, mokrá nebo zbahněná. Součástí tohoto pozorování bylo i sledování vývoje vegetace na pozemku a postup zemědělských prací. Metody exaktního stanovení vlhkosti půdy lze rozdělit do dvou skupin.

První skupina jsou metody přímé, kdy se určuje oddělené množství vody obsažené v půdním vzorku (gravimetrická, extrakční a pyknometrická metoda). Druhou skupinou jsou metody nepřímé. Tyto metody jsou založeny na měření jiných elektrických a neelektrických veličin, které závisí na obsahu vody v půdě. Patří k nim potenciometrická, odporová, kapacitní, tenziometrická, dilektická, gamaskopická, vodivosti, neutronová a absorpční mikrovlnná metoda. Jako základní nebo „absolutní“ metodu lze považovat vážkovou (gravimetrickou) metodu, kdy je vzorek půdy zvážen a za stanovených podmínek se vysuší do konstantní hmotnosti (při 105 °C). Podle této metody se kalibrují i ostatní způsoby stanovení vlhkosti půdy. Nevýhodou je zdoluhavé stanovování, které také souvisí s problematikou odběru vzorku na stanovišti („reprezentativním místě“). V současné době se používají nedestruktivní metody, kdy se vlhkost půdy sleduje snímači. V ČR je nejznámější snímač VIRIB (HONSOVÁ, 2008).

#### **3.11.4.2 Vlhkost vzduchu**

Vlhkost vzduchu můžeme popsat jako obsah vodní páry ve vzduchu. Vodní pára se do vzduchu dostává při vypařování z aktivních povrchů, ve kterých je obsažena voda. Pokud vezmeme v úvahu přirozené podmínky, tak v těchto neexistuje žádný suchý vzduch. Nasyceným stavem pak chápeme rovnovážný vztah mezi vodní párou a vodou. Jestliže jsou rozdílné teploty, pak se liší i množství vodních par, které jsou nutné k tomu, aby byl vzduch dostatečně nasycený (SCHWARZNER, 2013, PETR, 1987). Vysoká vzdušná vlhkost zpomaluje vysychání naklíčených spor, tudíž dává dostatečně vhodné podmínky pro rozvoj především houbových patogenů (LITSCHMANN, 2012).

#### **3.12 Šíření škodlivých organismů**

Jednotlivé klimatické podmínky ovlivňují utváření ploch výskytu a škodlivosti jednotlivých škůdců a druhů patogenů. Pokud mají druhy užší ekologickou přizpůsobivost, tak jim tyto klimatické podmínky uvnitř areálů neumožňují se rozmnožovat. Pokud jsou to druhy, které mají širokou ekologickou rozmanitost, je plocha patogenů přibližně stejná jako plocha pěstované plodiny. Původci houbových chorob mají zpravidla velmi rozsáhlou plochu, protože potřebné mikroklimatické podmínky se mohou vyskytovat v rozsáhlých oblastech. Mnoho z těchto organismů dokáže využívat atmosférických cirkulací k pasivnímu šíření na velké vzdálenosti (PETR, 1987).

#### **3.13 Vliv vnějších faktorů na vývoj škodlivých organismů**

Meteorologické i klimatické faktory jsou hlavní příčinou změn a adaptací v ontogenetickém i ve fylogenetickém vývoji organismů. Biologií každého druhu se přizpůsobují podmínkám daného stanoviště. Každý organismus má průběh života dán geneticky. Vnější faktory prostředí jsou signály, na kterých je závislý způsob uplatnění této dědičné informace. Cílem jednotlivých druhových adaptací je zajistit v proměnlivých podmínkách co možná nejsilnější a nejrychlejší rozvoj populace škodlivého organismu (PETR, 1987).

#### **3.14 Odolnost odrůd pšenice seté**

Škodlivost chorob je v průběhu let proměnlivá, proto je velmi nezbytné se jejich výskytem zabývat jak v jednotlivých oblastech, tak i ročnících. K nejlevnějším způsobům patří odrůdová odolnost. Tato odolnost zajišťuje i kvalitu výnosu. Hodnocení odolnosti jednotlivých odrůd pšenice by se mělo provádět v oblastech, kde je výskyt škodlivého organismu a infekcí nejvyšší.

Mezi takové lokality patří takové, kde není dán žádnými předpisy osevni postup nebo se zde pěstuje málo plodin. Jestliže se na dané lokalitě změní způsob hospodaření, dojde také ke změně jednotlivých druhů patogenů, proto je důležité dbát na změnu způsobu ochrany na daném pozemku. ÚKZUZ hodnotí intenzitu výskytu patogenů 9-ti bodovou stupnicí (ZIMOLKA, 2005).

### **3.15 Prognóza a signalizace chorob a škůdců**

**Prognóza** – předpovídá riziko výskytu škodlivého organismu, vychází z předpokládaného průběhu počasí. Například se zjišťuje počet vajíček mšic na zimních hostitelských rostlinách, odebírají se půdní vzorky a v nich se zjišťuje počet háďátek a drátovců.

**Signalizace** – určuje termín zahájení ochrany proti škodlivým organismům, vychází opět z předpovědi počasí, využívá několika metod, například sumu efektivních teplot (kdy se sleduje a sčítá průměrná denní teplota od období, kdy je teplota přibližně kolem 5 °C, a v okamžiku, kdy tato suma dosáhne určité hranice, signalizuje se potřeba ošetřit porost proti karanténnímu škůdci). Tyto metody jsou systémovou součástí pro řízení technologických procesů v rostlinné výrobě. Pro ošetření plodin musí být určen vhodný termín, protože populace škůdců a chorob musí být velmi citlivá, aby prováděné zásahy měly nějaký efekt. Vývoj chorob a škůdců, podmínky infekce nebo epidemii lze předpovídat na základě agroklimatických podmínek. Poškození také závisí na tom, v jaké fázi ontogenetického vývoje se rostlina nachází. Obilniny jsou nejnáchylnější vůči napadení patogenem ve fázi odnožování, metání až po mléčnou zralost (PETR, 1987). Jestliže patogen napadá velké množství jedinců v rámci populace na relativně velké ploše během krátké doby, dochází ke vzniku epidemie. Epidemii můžeme pozorovat každoročně na velkém počtu plodin ve spoustě částí světa. Epidemie způsobují až fatální ztráty na výnosech (AGRIOS, 1988). V současnosti máme již k dispozici prognózy pro některé choroby, jako jsou například *Mycosphaerella graminicola*, *Phaeosphaeria nodorum*, *Blumeria graminis*. Tyto modely prognóz jsou získány z dat, která jsou získána z klimatologických stanic (rychlost větru, teplota, srážky, vlhkost vzduchu); (STŘEDOVÁ et al., 2011).

### 3.16 Určování a hodnocení chorob obilnin

Základem pro určení choroby je přesná a rychlá diagnostika patogenů. Měli bychom paralelně znát odrůdy nebo specifickou varietu. Specifická náchylnost k chorobě se může vyskytnout u různých odrůd jednoho rostlinného druhu, např. pšenice. Základ diagnostiky je dán charakteristickými symptomy na napadené rostlině a jak již bylo zmíněno, ke správné diagnostice je nezbytné identifikovat patogeny. Diagnózu je nejlepší provádět v porostu rostlin. Jednotlivé příznaky hodnotíme na různých částech rostliny jako je klas, listy, stéblo nebo kořeny. Pokud se na listech nacházejí skvrny, které mají spojené okraje, dá se přisuzovat onemocnění houbovým nebo bakteriálním patogenům. Pro všeobecné symptomy platí klasifikace lokální nebo systémová, sekundární či primární, anebo makroskopická a mikroskopická. K systémovým symptomům patří reakce větší části, anebo celé rostliny. K sekundárním patří následky fyziologických vlivů choroby. Mikroskopické symptomy se projevují ve strukturách buněk, tudíž jsou pozorovatelné pouze pod optimálním zvětšením mikroskopu. Makroskopické symptomy pak můžeme zpozorovat pouhým okem. K příznakům biotických původců chorob patří mycelium, spory, anebo útvary produkující spory. Množství rozmanitých spor, jako například spory rzi na listu, jsou velmi důležité ke správné diagnostice choroby. Někdy se setkáme i s tím, že žádné symptomy nejsou pozorovatelné. Říkáme jim tzv. latentní, neboli skryté symptomy, a v tomto případě je nezbytné si vzorek odnést do laboratoře a následně provést další testování. Jako první musíme vytvořit optimální podmínky, aby se choroba mohla začít rozvíjet. Jako další krok je izolace patogenů na živné médium. Klíčovou roli ve fytopatologii hraje hodnocení intenzity choroby. Pokud by neproběhla kvantifikace chorob, tak by nebylo možné určit ztráty na výnosech. Toto je také důležité pro vyšetřování rezistence, aplikace fungicidů aj. Odhad choroby také zahrnuje metody odhadu a odhad intenzity. Intenzita lze vyjádřit jako výskyt, frekvence nebo závažnost. Optimální podmínky pro houbové patogeny jsou buď ovlhčené listy nebo vysoká vzdušná vlhkost. Nejen patogeny ovlivňují faktory počasí, ale i vzájemné interakce rostlina – patogen. Dalšími faktory, které ovlivňují výskyt škodlivého organismu, jsou hospodaření na půdě, vliv hnojení (hlavně hnojení dusíkem), pěstování plodin v osevním postupu apod. (VĚCHET, 2010).

### 3.17 Nejvýznamnější patogeny pšenice

#### Padlí travní

Tuto chorobu způsobuje patogen *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*, anamorfa – *Erysiphe graminis*. Patří do řádu *Erysiphales* a oddělení *Ascomycota*. Padlí je bráno jako závažný patogen cévnatých rostlin. Padlí se vyznačují specifíčností na jednotlivé rody nebo druhy hostitelů (WESTCOTT et HORST, 2008). Na listech tvoří kupky vatovitého, bělavého mycelia. Na myceliu se tvoří konidiofory (VĚCHET, 2008). Mezi hostitelské rostliny patří mimo pšenice ještě ječmen, oves, žito a trávy (BITTNER, 2009; KAZDA, 2003). Tento patogen se vyskytuje především plošně na hlavním praporcovém listu (ZIMOLKA, 2005). Padlí se řadí mezi obligátní parazity, má řadu patotypů, které mají odlišnou agresivitu oproti hostiteli. Může se šířit až na vzdálenost 100 km a to jak konidii, tak i askosporami (BITTNER, 2009). Padlí přezimují jako mycelium na listových pochvách a pletivech. Na jaře se rozšiřují větrnými poryvy právě pomocí konidií, hlavně pokud je oblačno a několik dní není slunečno. Pokud je období s vydatnými srážkami, redukuje se epidemiální výskyt patogenů (CHRPOVÁ et al., 2008). Po dopadu spory na list vyklíčí tato spora v hyfu, která je ukončena apresoriem. Z tohoto místa proniká do mezibuněčných prostor, kde se dále rozvíjí. Na konci vegetačního období se začínají tvořit pohlavní spory, které jsou ukryty uvnitř mycelia. Mezi dalšími rozpoznávacími prvky jsou utvořena kleistothecia na hostitelských pletivech (BITTNER, 2009).



Obr. 3 - padlí travní

Zdroj: <http://web2.mendelu.cz/>

## Rez pšeničná

Tuto chorobu způsobuje patogen *Puccinia recondita f. sp. tritici*, patřící do oddělení *Basidiomycota* a řadíme ji mezi obligátní parazity. Mimo pšenice napadá také žito, ječmen, triticales a některé trávy (BITTNER, 2009). Na rostlinách ji můžeme zpozorovat po ukončení sloupkování jako kupky oranžových uredospor (HANZLOVÁ et al., 2010; KAZDA, 2003). V oblasti středomoří je jejím mezihostitelem rod *Thalictrum*. Symptomy tohoto patogenu jsou kupky uredospor, které mají zprvu oranžovou, později hnědočervenou barvu. Na konci vegetačního období se k uredosporám přidávají teleutospory, které jsou oproti uredosporám daleko tmavší (ZIMOLKA, 2005; HANZALOVÁ et al., 2009). Patogen přezimuje uredosporami nebo jako mycelium na ozimu či výdrolu. Uredospory ke svému vyklíčení potřebují vodní film na listech, kde se přetvářejí v hyfy. V tomto místě se vytváří apresorium s hyfou, která proniká do mezibuněčných prostor. Optimální teplota je pro infekci 15 °C. Při vysokých teplotách 20 – 25 °C dochází k rychlému šíření. Pšenice je citlivější na napadení tímto patogenem po vysokém hnojení dusíkem. Nejsilnější výskyt bývá ve fázi zrání (VĚCHET, 2008; BITTNER, 2009; KAZDA, 2003; HÄNI, 1993).

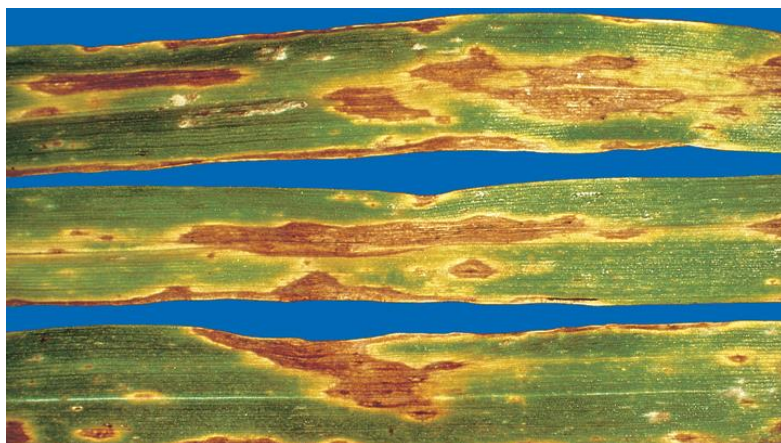


Obr. 4 - rez pšeničná

Zdroj: <https://www.agromanual.cz/>

## **Braničnatka plevová**

Tuto chorobu způsobuje *Stagnospora nodorum*, teleomorfa *Phaeosphaeria nodorum* (PROKINOVÁ, 2014). Patří mezi vřeckovýtrusné houby *Ascomycota*. Nejvíce se vyskytuje ve výše položených a vlhčích oblastech. K okrajovým hostitelům patří oves, ječmen, žito a trávy. Přežívá v půdě na zbytcích rostlinného pletiva, zdrojem infekce může být i osivo. Na posklizňových zbytcích se od podzimu do jara vyvíjejí plodnice a pomocí větru se askospory rozšiřují na větší vzdálenosti. Sekundární rozšíření hrozí již na počátku infekce. Pokud jsou napadeny již klíčící rostliny, jsou deformované a na koleoptile se tvoří nekrózy. Za epidemiologicky nejvýznamnější se považují pykno-spory, které mají na pyknidách džbánkovitý tvar a na odumřelém pletivu jsou skvrny. Dešťové kapky přenášejí pykno-spory do sousedních rostlin pšenice. Aby mohla propuknout infekce, musí být teplota 10 °C, pro šíření je třeba teplota kolem 20 °C, pokud byly předtím vydatné srážky, 8 – 12 dní po infekci se většinou projeví symptomy. Ve fázi odnožování se na spodních listech mohou objevit vřetenovité nekrotické skvrny. Na listovou pochvu se patogen dostává z listu. Na plevách i pluchách můžeme také pozorovat hnědé skvrny. Příznaky mohou být zaměněny i s jinými příznaky chorob, které mohou být vyvolány například rodem *Septoria*, *Ascochyta*, *Fusarium*, *Dreschlera*. Pro spolehlivou diagnostiku je nejlepší pouze mikroskopické pozorování (BITTNER, 2009; CHRPOVÁ et al., 2008; KAZDA, 2005).



*Obr. 5 - braničnatka plevová*

*Zdroj: <http://www.agro.basf.cz>*



## **Helmintosporiová skvrnitost pšenice**

Tuto skvrnitost způsobuje patogen *Pyrenophora trici – repentis*, anamorfa *Dreschlera trici – repentis*, patří k vřeckovýtrusným houbám oddělení *Ascomycota*. Okruh hostitelů je velice široký, mimo pšenici napadá také trávy, výjimečně triticales. Bývá přenášen rostlinnými zbytky i osivem. Přezimuje na rostlinných zbytcích. Z těchto zbytků se na jaře uvolňují askospory, které způsobují primární infekci, konidie pak zapříčiňují infekci sekundární. Symptomy této choroby jsou v podobě drobných čárkovaných nekrotických skvrn, které můžeme nalézt na pluchách. Infekce askosporami bývá na podzim. Za hlavní období infekce se považuje období konec dubna až konec května. Pro šíření houby v porostu je potřeba vlhko, teplo okolo 5 – 36 °C a větrné porывy. Pro klíčení konidií stačí teplota kolem 10 °C. Abychom zamezily šíření choroby, je nezbytné odstraňovat posklizňové zbytky a pěstovat odolné odrůdy pšenice (BITTNER, 2009).

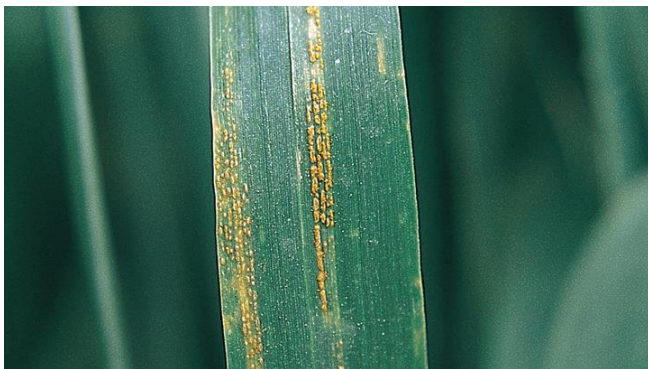


*Obr. 6 - helmintosporiová skvrnitost pšenice*

*Zdroj: <http://www.agromanual.cz>*

## Rez plevová neboli žlutá rzivost pšenice

Tato choroba *Puccinia striiformis* var. *striiformis* patří do oddělení stopkovýtrusných hub *Basidiomycota*. Jako další patogen z rodu *Puccinia* patří k obligátním parazitům (BITTNER, 2009). V dnešní době je tato rez považována za méně významnou (VĚCHET, 2008). Mimo pšenici může napadat také ječmen, oves, trávy a z části žito. Tuto rez lze považovat za částečně specializovanou, ale nedá se tvrdit, že je to přímá specializace. Ve skupině obilných hostitelů můžeme rozlišit různé patotypy, kterým k jejich rozlišení slouží soubor diferenciálních odrůd. Tato choroba se vyskytuje ve vlhčích a chladnějších oblastech. Příznaky můžeme pozorovat již brzy z jara, dříve než ostatní rzi. Mezi příznaky patří tvořící se úzké, čárkovité, citrónově žluté kupky uredospor na listech mezi žilnatinou a pochvami listů. Pokud je napadení velmi silné, jsou uredospory značně viditelné. Na konci vegetačního období se na napadených místech začínají tvořit černohnědé teleutospory, které jsou pod pokožkou rostlinných pletiv (ACKERMANN et al., 2013). Zatím není známo dalšího životního cyklu ani neznáme sexuální fáze tohoto patogenu. Přezimování napomáhá trvalé mycelium a letní výtrusy, které jsou na živých, zelených částech rostliny. Pro přezimování jsou vhodné podmínky mírné zimy s teplotami nad 0 °C. Brzy z jara se uvolňují výtrusy, které se dále rozšiřují větrem a na nových hostitelích pak vyklíčí v ovlhčených pletivech. Dále se pak rozvíjejí infekční hyfou v mezibuněčných prostorách a do buněk pak prorůstá haustorium, kterým se patogen vyživuje. Na teplotě pak závisí vývoj a tvorba letních spor (15 – 20 °C po dobu 12 – 15 dní; 25 dní při 5 °C). Při teplotě nad 29 °C přestávají klíčit uredospory. Výskyt epidemie bývá při teplotách při teplotách 10 – 15 °C a vysoké vzdušné vlhkosti. Epidemie se častěji vyskytne po vysokém výskytu patogenu v předešlém roce (BITTNER, 2009; ZIMOLKA, 2005). Rez plevová má za svého mezihostitele dřívěšál (JIN et al., 2010).



Obr. 7 - rez plevová

Zdroj: <http://www.agro.basf.cz>

### Rez travní neboli černá rzivost trav

Tuto chorobu způsobuje *Puccinia graminis*, patří do oddělení stopkovýtusných hub *Basidiomycota*. Na pšenici se vyskytuje *f. sp. tritici*, na žitu *f. sp. secalis* a na ovsu *f. sp. avenae*. Rod *Berberis* je pak mezihostitelem této rzi. Formy, které jsou vysoce specializované, vytvořili několik ras, které mají odlišnou úroveň virulence. K základním příznakům patří uredospory, které mají cihlově-červenou barvu a podlouhlý tvar. Tvoří se na listových pochvách a stéblech, které mají odchlíplou pokožku. Na stejných částech rostliny se později vytvářejí černé kupky uredospor (ACKERMANN et al., 2013). Rez přezimuje jako zimní výtrusy na napadených zbytcích rostlin. Na těchto zbytcích se pak na jaře tvoří bazidiospory a větrem se pak rozšiřují na mezihostitele. Právě na dřevě probíhá pohlavní stádium a tvoří se aeciospory, které jsou následně přeneseny větrem na pšenici. Stejně tak se šíří celým porostem a může tak vzniknout epidemie. Tato houba je velice teplomilná a vyskytuje se především v jižních částech Středozeří. Aby se mohli na jaře tvořit basidie, potřebují minimálně 10 °C a pro epidemii je optimum 15 – 20 °C. Aby se rez mohla vůbec vyskytnout, musí být přítomen mezihostitel a také musejí být vhodné podmínky, což je vlhké a teplé letní počasí (BITTER, 2009; CHRPOVÁ et al., 2008).



Obr. 8 - rez travní

Zdroj: <http://www.agro.basf.cz>

## **4 METODIKA A MATERIÁL**

### **4.1 Lokalita Žabčice**

Tato obec leží 25 km jižně od Brna, okres Brno – venkov. Pokus byl prováděn na pozemcích Školního zemědělského podniku. Vyskytují se zde i částečné aluviální naplaveniny a čtvrtohorní písky. Půdy v této lokalitě mají neutrální až slabě kyselou reakci a mají nízký obsah humusu. Nejčastěji se zde setkáme s černozeměmi, mírně podzolovými drnovými půdami a s nivními glejovými půdami (ŠKOLNÍ ZEMĚDĚLSKÝ PODNIK ŽABČICE, 2015). Pro obec je typická nadmořská výška 187 m. n. m., průměrná teplota je zde 9,2 °C a dlouhodobý průměr srážek je 480 mm (HORÁKOVÁ, 2015). Pokus byl prováděn na stanovišti, které patří vývojově k mladším lužním glejovým půdám. Toto stanoviště je situováno do nivní oblasti Svratky. Půdy jsou zde vytvořené na vápenitých, holocenních, nivních usazeninách. Půdní profil neustále ovlivňují spodní vody, což způsobuje intenzivní glejový proces, který je do hloubky silně narůstající. Hladina spodní vody se nachází v hloubce 180 cm pod povrchem. V období sucha vznikají trhliny. Ornice je jílovitohlinitá až hlinitá s mocností 35 cm. Přechodný horizont je až do hloubky 45 cm, ale už je poněkud zrnitostně těžší a šedohnědý. Glejový horizont bývá šedohnědé barvy, sahá do hloubky 90 cm a je jílovitý. Další horizont sahá do hloubky 130 cm, kde dochází k silnému oglejení. Ve vyšší hloubce jak 130 cm se nachází půdotvorný substrát. Obsah humusu v orničních vrstvách bývá kolem 2,28 % s pH 6,9, má dobré sorpční vlastnosti, má dobrou zásobu snadno přijatelných živin a půdní sorpční komplex je nasycený – jsou na něm navázány jednomocné kationty (WINKLER et al., 2015).

### **4.2 Používané metody pro monitoring porostu**

Do porostu pšenice byla dána mobilní meteostanice, kde se digitálně měřila teplota vzduchu pomocí senzorů a vlhkost vzduchu pod stínítkem (Honeywell HIH 4000; Dallas semiconductor DS18B20). Pro zjištění dat celého vertikálního profilu se registrátory umístily ve třech úrovních – přízemí, efektivní výška a 2 metry nad zemí.

Data se shromažďovala od setí až do sklizně. Hodnocení pak probíhalo od 24.3.2016 do 22.7.2016. Veškeré hodnoty byly měřeny v 10-ti minutových intervalech po celou dobu sledování. Pro vyhodnocení výsledků jsme použili statistické znázornění, abychom mohli zjistit dopad porostní proměnné k závislosti okolní teploty (ROŽNOVSKÝ et al., 2011; STŘEDOVÁ et al., 2011).

Vypočítaly se průměry vývoje teploty vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu po pětidenních intervalech v období od zapojení porostu do sklizně 24.3.2016 – 22.7.2016. Poté se graficky znázornil průběh minimálních teplot vzduchu mimo vegetační období 8.1.2016 – 23.3.2016, toto pozorování nám má znázornit vliv teploty vzduchu na omezení výskytu patogenů. Stejně grafické znázornění se provedlo s průběhem minimálních teplot vzduchu během vegetačního období. Toto pozorování nám má znázornit, zda je průběh teplot vzduchu optimální pro výskyt patogenů.

Jednotlivé vývojové fáze se vyhodnocovaly pomocí metodik podle Meiera (1997). Jelikož byla čidla zapojena již od 8.1.2016, můžeme tedy pozorovat jak průběh teplot vzduchu a relativní vlhkosti mimo hlavní vegetační období, tak v období od plného zapojení vegetace. Budeme předpokládat, že plně zapojený porost byl již koncem března, tudíž grafické znázornění vývoje těchto činitelů bude rozděleno do dvou období.

#### **4.3 Monitoring patogenů**

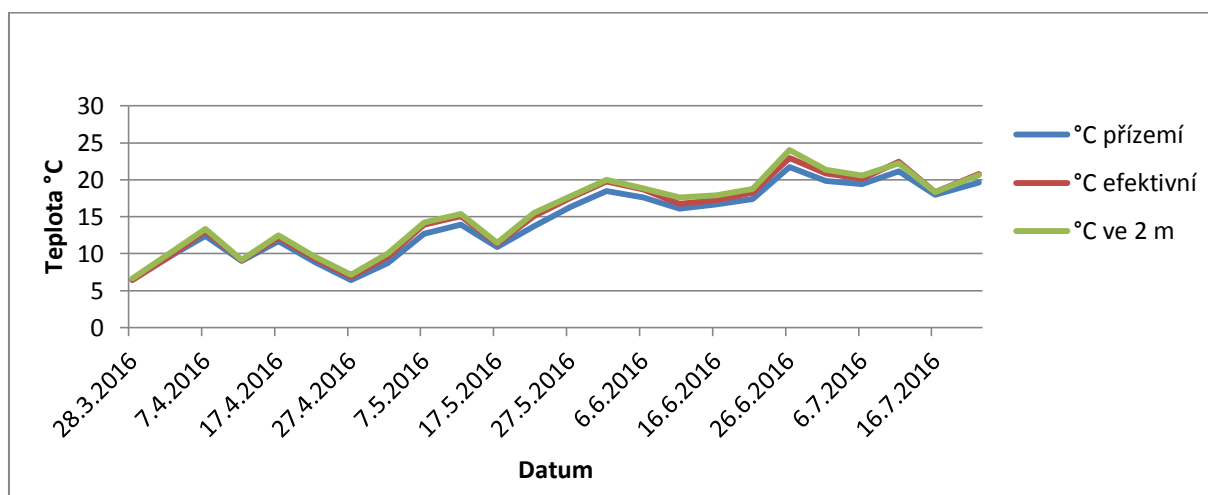
Výskyt listových patogenů byl prováděn pomocí metodik ÚKZUZ v lokalitě Žabčice. V případě, že je napadení chorobou v dřívější vývojové fázi, než je uvedeno v metodikách, se hodnotí tehdy, když napadení té nejcitlivější odrůdy dosáhlo bodového stupně 6 a méně. Jestliže není infekční tlak příliš silný, hodnotí se vždy ve fázi doporučené k hodnocení (ÚKZUZ, 2016.). Pozorování proběhlo v období od 5.5. do 24.6., kdy se monitoroval výskyt houbových onemocnění. V tomto období se porost monitoroval celkem pětkrát a to v termínech 5.5.2016, kdy byla pšenice ve fázi BBCH 33; 19.5.2016, kdy byla pšenice ve fázi BBCH 51; 8.6.2016, kdy byla pšenice ve fázi BBCH 65; 16.6.2016, kdy byla pšenice ve fázi BBCH 69 a 24.6.2016, kdy byla pšenice ve fázi BBCH 72. Procento napadení se pak hodnotilo podle stupnice ÚKZUZ, kdy stupeň 9 značí odolnou odrůdu a stupeň 1 náchylnou odrůdu.

Ve všech termínech pozorování se zjistilo, že v porostu, který nebyl fungicidně ošetřen, se nachází patogen *Blumeria graminis* L., *Mycosphaerella graminicola* a *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*.

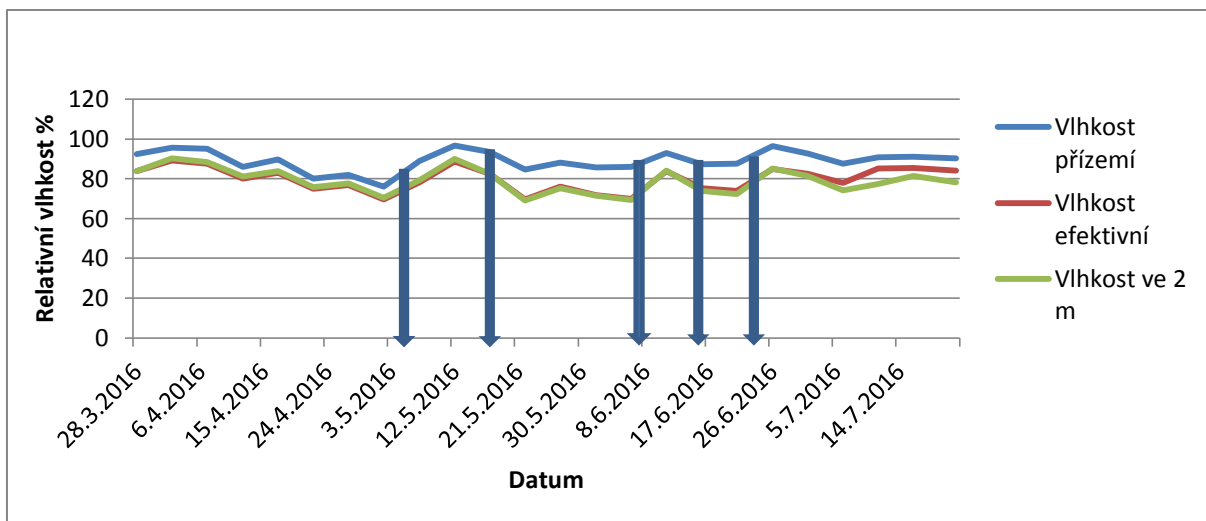
Hodnocení proběhlo na 5-ti náhodně vybraných odrůdách. Vypozorované hodnoty byly přeneseny do tabulek. Pro objektivní hodnocení se ponechalo označení odrůd pod čísly. Četnost choroby byla vypočítána indexem napadení.

## 5. VÝSLEDKY A DISKUZE

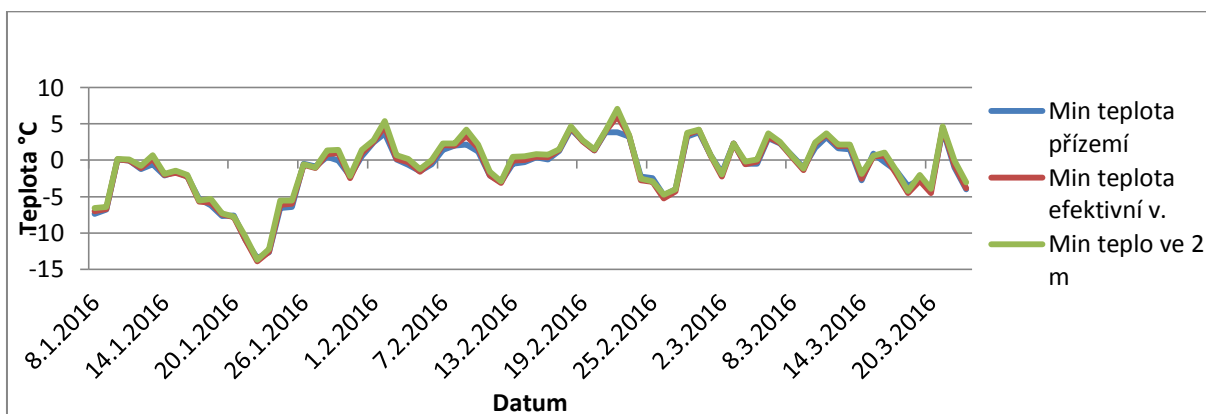
Pokud srovnáme zapojený porost pšenice s okolím, naměříme v zapojeném porostu v přízemních vrstvách nižší teploty, než jaké jsou v okolním prostředí (platí jen pro teploty v okolí vyšší jak 10 °C, toto má za příčinu zelený stín, popřípadě vyšší vzdušná vlhkost, protože vzduch pro své ohřátí potřebuje více energie). Pokud je chladné období, tak v porostu pšenice naměříme naopak hodnoty vyšší než v okolních částech. Příčinou je efekt, který zamezuje odpařování tepla z půdy. Pokud srovnáme efektivní výšku s klasickými meteorologickými stanicemi, zjistíme, že je porost v této výšce chladnější oproti okolí. Ve výšce 2 metry pak není teplota vzduchu porostem nijak ovlivněna. To stejné zjistili i Středa, (2012); Středová, (2011). Pokud srovnáme běžnou meteorologickou stanici s naší meteostanicí v porostu, zjistíme, že relativní vlhkost v přízemí porostu byla výrazně vyšší. Pro efektivní výšku byly hodnoty vyšší oproti meteostanici. Celková hustota a charakter celého porostu mají vliv právě v této výšce na vlhkost vzduchu. Díky evapotranspiraci a fotosyntéze si porost udržuje vyšší vlhkost. Když srovnáme data naměřená ve dvoumetrové výšce, zjistíme, že vlhkost vzduchu se liší pouze minimálně. Stejně závěry uvádí i Středová, (2011).



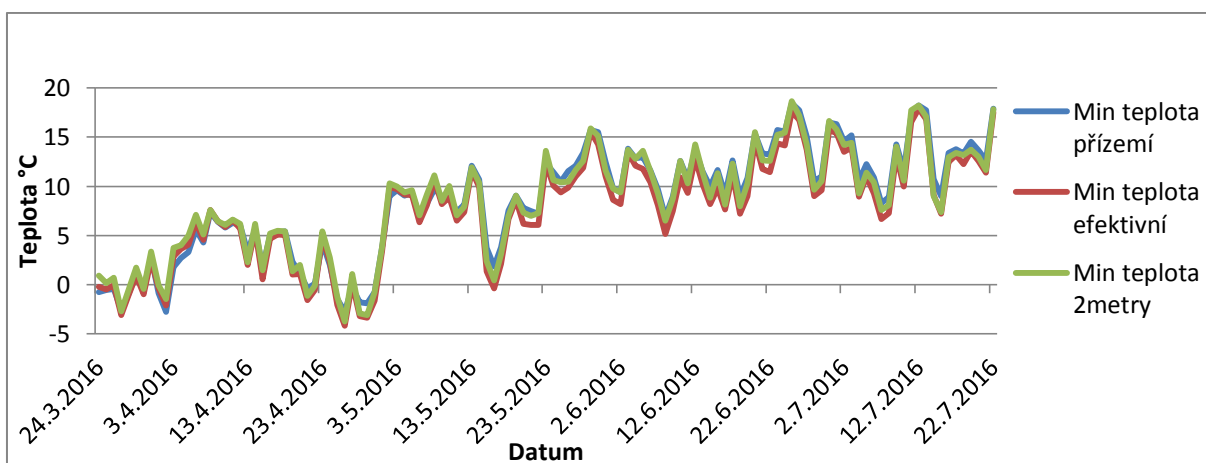
Graf 1 - průběh teploty vzduchu v porostu pšenice zprůměrovaný v pětidenních intervalech



Graf 2 - průběh relativní vlhkosti vzduchu v porostu pšenice zprůměrovaný v pětidenních intervalech a termíny monitoringu výskytu listových patogenů



Graf 3 - vývoj minimálních denních teplot vzduchu v porostu pšenice mimo vegetační období



Graf 4 - vývoj minimálních denních teplot vzduchu v porostu pšenice během vegetačního období



Stupeň	Příklad popisu
9	Odolná
8	Odolná
7	Středně odolná
6	Středně odolná
5	Méně odolná
4	Méně odolná
3	Náchylná
2	Náchylná
1	Náchylná

Tab. 1: Stupně rezistence podle ÚKZUZ (2016)

$$I \% = \frac{\sum_{i=0}^k (n_i \times s_i) \times 100}{N \times S_{\max}}$$

- I % - index napadení v %  
N - velikost vzorku (celkový počet hodnocených rostlin)  
k - celkový počet stupňů napadení ( $S_{\max} + 1$ )  
 $n_i$  - počet rostlin napadených i-tým stupněm napadení  
 $s_i$  - i-tý stupeň napadení  
 $S_{\max}$  - nejvyšší hodnota stupně napadení (např. padlí travní – listy = 5, padlí travní – klasy = 4 atd.)

Obr. 9 - vzorec pro výpočet indexu napadení

Zdroj: KŮDELA et al., 1989

Odrůda	Pozorování 1 5.5.2016 BBCH 33	Pozorování 2 19.5.2016 BBCH 51	Pozorování 3 8.6.2016 BBCH 65	Pozorování 4 16.6.2016 BBCH 69	Pozorování 5 24.6.2016 BBCH 72	Index napadení $P_A$
24	7	6	6	5	4	5,6
1	7	6	5	3	2	4,6
30	5	4	4	3	2	3,2
19	5	5	4	3	2	3,8
16	6	6	4	3	2	3,4

Tab. 2: index napadení porostu houbovými patogeny





*Obr. 10 - Blumeria graminis L.*



*Obr. 11 - Mycosphaerella graminicola L. a Puccinia recondita f. sp. tritici L.*

Z prvního grafu a druhého grafu, které udávají průběh teplot a relativní vlhkosti v porostu pšenice v pentadických intervalech, lze vyhodnotit, že nejvyšších teplot a nejnižší vlhkosti bylo naměřeno ve výšce 2 metry nad zemí v porovnání s ostatními úrovněmi měření. Naopak nejnižších hodnot teploty a nejvyšší relativní vlhkosti v porostu bylo naměřeno v přízemní vrstvě. Tento efekt způsobuje tzv. zelený stín, který tvoří zapojený porost rostlin. Tímto se zabraňuje nadměrnému vypařování vody z půdy a oteplování přízemní vrstvy. Ve druhém grafu byly ještě zaznamenány termíny monitoringu porostu pšenice pro hodnocení výskytu patogenů.

Pro rozvoj houbových patogenů byly optimální podmínky vlhkosti v efektivní vrstvě, kde došlo k napadení rostliny *Blumeria graminis* L. Patogen se pak rozšiřoval i do ostatních pater porostu. Při třetím a čtvrtém pozorování byl zaznamenán výskyt mimo *Blumeria graminis* L. i *Mycosphaerella graminicola* L. a *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* L. V grafu 3 je zaznamenán průběh minimálních teplot mimo vegetaci. Z těchto údajů lze vyčíst, jaký vliv měla teplota na potlačení výskytu patogenů. I přes to, že hodnoty klesly i k -10 °C, nebylo toto působení teplot dostačující, aby se četnost patogenů výrazně snížila. Ve čtvrtém grafu je pak zaznamenán průběh minimálních teplot v porostu pšenice během vegetace. V tomto období byla teplota ve všech úrovních téměř shodná a to proto, že vývoj počasí v roce 2016 byl velice proměnlivý. I zde se nacházely vhodné podmínky pro rozvoj patogenů. Ze všech grafů lze tedy vyhodnotit, že vývoj teploty a vlhkosti vzduchu spíše podporoval výskyt patogenů v porostu. Toto přizpůsobení k odlišným podmínkám, než jsou uvedeny v metodikách u jednotlivých patogenů, má za následek klimatická změna, ke které se každý organismus přizpůsobuje. V tabulce je pak vyhodnoceno procento napadení, vypočtené podle vzorce indexu napadení. Hodnocen byl porost, který nebyl fungicidně ošetřen, proto podle výsledků lze hodnocené odrůdy zařadit, podle tabulek ÚKZUZ, k méně odolným až k náchylným odrůdám (1 – 5).

## **6 ZÁVĚR**

Byl zpracován přehled na téma monitoring mikroklimatu pro fytopatologické a fenologické účely. Z mikroklimatického monitoringu, který byl založen v porostu pšenice na pokusné ploše Školního zemědělského podniku v Žabčicích, se vypracoval grafický průběh relativní vlhkosti a teploty vzduchu v porostu. Potvrdilo se, že to jak je hustý porost a jaký druh plodiny se pěstuje, má vliv na mikroklima porostu. Toto ovlivňuje hlavně transpirace a tvorba zeleného stínu. Pro zlepšení upřesnění signalizace a prognózy fytopatologických modelů, je nutné provádět právě mikroklimatická pozorování. Tento monitoring se dá využít pro získávání vztahů pokusných meteorologických stanic v porostu a klasickými stanicemi. Fenologický monitoring je pak důležitý pro určování pylové sezóny, rajonizaci odrůd, pro predikci patogenů a správného užití přípravků na ochranu rostlin.

## **7 POUŽITÉ ZKRATKY**

BBCH – mezinárodní fenologická stupnice

DC – dekadická stupnice používaná pro fenologická pozorování

GCM – Global circulation models – globální modely cirkulace

MSSČ – místní střední sluneční čas

ÚKZUZ – Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

## 8 POUŽITÁ LITERATURA

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

AGRIOS, George N. *Plant pathology*. 3rd ed. San Diego: Academic Press, c1988. ISBN 0-12-044563-8.

ANONYMUS, I. *Návod pro činnost fenologických stanic*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 1987. 111 s.

BITTNER, V., 2009. *Škodlivé organizmy pšenice: Abiotická poškození, choroby, škůdci*. České Budějovice: Nakladatelství Kurent s.r.o. ISBN 978 – 80 – 87111 – 17 – 8

BRENNAN J. M., EGAD D., COOKE B. M., DOOHAN, F. M (2005). *Effect of temperature on head blight of wheat caused by Fusarium culmorum and F. graminearum*. Plant Pathol. 54, 156 – 160.

CIBULKA R., 2010: *Triticum aestivum L. – pšenice setá/pšenica letná*. Databáze online [cit. 2016-12-27]. Dostupné na: <http://botany.cz/cs/triticum-aestivum/>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD: Zemědělství – časové řady [online]. 2016 [cit. 2017 – 02 – 02]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/zem\\_cr](https://www.czso.cz/csu/czso/zem_cr)

DELAGE J. *An ounce of disease prevention is worth a pound of yield potential. Here's how to determine if your crop needs fungicide application, and who to spray*. [online]. 2015 [2017-04-20].

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

GRULKE N. E. (2011). *The nexus of host and pathogen phenology: understanding the disease triangle with climate change*. New Phytologist 189, 8 – 11.

HĀNI, F. J., 1993. *Obrazový atlas chorob a škůdců polních plodin: Příručka ochrany rostlin v integrované produkci*. 3.vyd. (1.vyd.v ČR). Praha: Scientia. 335 s. ISBN 80 – 85827 – 12 – 3.

HANZALOVÁ, A., 2008. *Možnosti snížení ztrát způsobených rzemi na pšenici*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. ISBN 978-80-87011-66-9.

HAU, B., DE VALLAVIEEILLE – POPE, C. 2006. *Wind – dispersed diseases*. Chapter in Cooke, B.M., Gareth Jones, D., Kaye, B.: *The epidemiology of plant diseases*. Springer Dordrecht, The Netherlands: 576 s.

*Helminthosporiová skvrnitost pšenice; Rez pšeničná*. Databáze online [cit. 2017-04-08].

Dostupné na: <http://www.agromanual.cz>.

HENZE, M., BEYER, M., KLINK, H., VERREET, J., 2007. *Characterizing meteorological scenarios favorable for Septoria tritici infections in wheat and estimation of latent periods*. *Plant Disease*, 91,11.

HONSOVÁ D. 2008: *Vlhkost půdy a metody jejího měření*. Databáze online [cit. 2017-04-20].

Dostupné na: <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=1101>

CHRPOVÁ J., ŠÍP V., HANZALOVÁ A. *Šlechtění pšenice na komplexní rezistenci k chorobám*. In *významné choroby hlavních hospodářských plodin*. *Sborník referátů ze šlechtitelského semináře pořádaný výzkumným ústavem rostlinné výroby*. Praha – Ruzyně, 2008, s. 15 – 16.

JIN, Y., SZABO, L. J., AND CARSON, M., 2010. *Century-old mystery of Puccinia striiformis life history solved with the identification of Berberis as an alternate host*. *Phytopathology* 100:432-435.

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

KŮDELA, Václav. *Obecná fytopatologie*. Praha: Academia, 1989. ISBN 8020001565.

KUSHNIR Y., 2000: *The Climate System*. Databáze online [cit. 2017-04-17]. Dostupné na:

<http://eesc.columbia.edu/courses/eec/climate/lectures/radiation/>

LARCHER W. (1995). *Plant Ecology*. Berlin, Springer, 1995, 354 s.

LEE X. et al. 2011. *Observed increase in local cooling effect of deforestation at higher latitudes*. *Nature*, 479.

LISCHMANN T., 2012: *Meteorologická měření a jejich využití v ochraně rostlin*, *Agromanuál*, 2: 67 – 69.

LISCHMANN T., 2013: *Změny klimatu a jejich možné dopady pro zemědělství*. Databáze online [cit. 2017-04-08]. Dostupné na: [www.amet.cz](http://www.amet.cz)

MATEJKA, František a Jozef HUZULÁK. *Analýza mikroklímy porastu*. Bratislava: Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 1987

MEIER, U., 1997. *Growth stages of mono – and dicotyledonous plants*. 6. vyd. Blackwell Wissenschafts – Verlag.

MEIER, U., 2011. *Growth stages of mono – and dicotyledonous plants: BBCH Monograph*. 2. vyd. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry,

*Padlí travní*. Databáze online [cit. 2017-04-08]. Dostupné na:

[http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=1337&typ=html](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1337&typ=html).

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

PROKINOVÁ, E., 2014. *Choroby polních plodin*. Praha: Profi Press. 90 s. ISBN 978 – 80 – 86726 – 59 – 5.

REITSCHLÄGER, D. -- COUFAL, L. -- HOUŠKA, V. *Fenologický atlas*. Praha: ČHMU, 2004. 263 s. ISBN 80-86690-21-0

*Rez travní; Rez plevová; Braničnatka plevová*. Databáze online [cit. 2017-04-08]. Dostupné na: <http://www.agro.basf.cz>.

SCHWARZER J.: *Vlhký vzduch a jeho úpravy*. Databáze online [cit. 2016-12-27]. Dostupné na: [http://users.fs.cvut.cz/~schwajan/schwarzer\\_soubory/Soubory/Vlhky\\_vzduch/vv.pdf](http://users.fs.cvut.cz/~schwajan/schwarzer_soubory/Soubory/Vlhky_vzduch/vv.pdf)

STŘEDA T., POKORNÝ R., KRÉDL Z. & FILIPI A., 2012: Teplota vzduchu ve vertikálním profilu porostu pšenice během hlavního vegetačního období, *Obilnářské listy*, 3: 63–67

STŘEDA T., VAHALA O., STŘEDOVÁ H. (2013). *Predict of adult western corn rootworm (Diabrotica virgifera virgifera LeConte) emergence*. Plant Protection Science, 49, s. 89 – 97.

STŘEDOVÁ, H., 2011. *Mikroklima a mezoklima měst, mikroklima porostů*. Praha: Český hydrometeorologický ústav. 98 s. ISBN 978 – 80 – 86690 – 90 – 2.

SVAČINA P., STŘEDA T., CHLOUPEK O. (2014). Uncommon selection by root systém increases barely yield. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 2, s. 545 – 551.

ŠKOLNÍ ZEMĚDĚLSKÝ PODNIK ŽABČICE, 2015: *Lokalizace a přírodně – výrobní podmínky podniku* [online]. [cit. 2017 – 04 – 17]. Dostupné z: <http://szp.mendelu.cz/o-nas/26430-poloha>

ÚKZUZ, *Metodika zkoušek užitné hodnoty - obecná část* [online]. 2016 [2017-04-20]. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/file/112381/Psenice2016.pdf>

VĚCHET L., 2008: Významné houbové choroby obilnin, *Úroda*, 4: 37–40

VĚCHET L., 2010: *Diagnostika a hodnocení chorob rostlin*, *Úroda*, 3: 18–19

WEST J. S., HOLDGATE S., TOWNSEND J. A., EDWARDS S. G., JENNINGS P., FITT B. D. L. (2012a). *Impact of changing climate and agronomic factor on fusarium ear blight on wheat in the UK*. *Fungal Ecology* 5, 53 – 61.

WEST J. S., TOWNSEND J. A., STEVENS M., FITT B. D. L. (2012b). *Comparative biology of different plant pathogens to estimate effect of climate change on crop disease in Europe*. *Eur. Plant Pathol.* 133, 315 – 331.

WESTCOTT C., HORST R., 2008. *Westcott's plant disease handbook*. 7.vyd. New York: Springer. 1317 s. ISBN 9781402045844.

WINKLER J., CHOVANCOVÁ S., NEUDERT L., 2015: *Vliv technologií zpracování půdy na aktuální zaplevelení cukrovky, Listy cukrovarnické a řepářské*, 131: s.128 – 129

ZADOKS J. C., CHANG T. T., KONZAK C. F., 1974: *A decimal code the growth stages of cereals*, *Weed Research*, 14: s. 415 - 421

ZACHA, V., a kol., 1970. *Prognóza a signalizace v ochraně rostlin*, 2. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

ZIMOLKA, J., 2005. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. Praha: Profi Press, 179s. ISBN 80 – 86726 – 09 – 6.

ŽALUD Z., 2010: *Bioklimatologie*. Databáze online [cit. 2017-04-08]. Dostupné na: [http://web2.mendelu.cz/af\\_217\\_multitext/ke\\_stazeni/bioklimatologie/bioklimatologie\\_texty.pdf](http://web2.mendelu.cz/af_217_multitext/ke_stazeni/bioklimatologie/bioklimatologie_texty.pdf)



## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - <i>Triticum aestivum</i> - fenofáze .....	11
Obr. 2 - trojúhelník choroby .....	13
Obr. 3 - padlí travní .....	22
Obr. 4 - rez pšeničná.....	23
Obr. 5 - braničnatka plevová .....	24
Obr. 6 - helmintosporiová skvrnitost pšenice.....	25
Obr. 7 - rez plevová.....	26
Obr. 8 - rez travní .....	27
Obr. 9 - vzorec pro výpočet indexu napadení .....	32
Obr. 10 - <i>Blumeria graminis</i> L. ....	33
Obr. 11 - <i>Mycosphaerella graminicola</i> L. a <i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i> L. ....	33

## 10 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - průběh teploty vzduchu v porostu pšenice zprůměrovaný v pětidenních intervalech	30
Graf 2 - průběh relativní vlhkosti vzduchu v porostu pšenice zprůměrovaný v pětidenních intervalech a termíny monitoringu výskytu listových patogenů .....	31
Graf 3 - vývoj minimálních denních teplot vzduchu v porostu pšenice mimo vegetační období .....	31
Graf 4 - vývoj minimálních denních teplot vzduchu v porostu pšenice během vegetačního období.....	31