

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**ANETA NEČASOVÁ**



**Vliv vlhkosti vzduchu a půdy na rozvoj vybraných  
patogenů řepky**

Diplomová práce

*Vedoucí práce:*  
prof. Ing. Radovan Pokorný, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Bc. Aneta Nečasová

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Aneta Nečasová**  
Studijní program: Rostlinolékařství  
Obor: Rostlinolékařství  
Konzultant: Ing. Tomáš Středa, Ph.D.  
Název tématu: **Vliv vlhkosti vzduchu a půdy na rozvoj vybraných patogenů řepky**  
Rozsah práce: 50-60

### Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na zvolené téma. Pozornost věnujte patogenům řepky jejichž biologický cyklus je spojen s vývojem vlhkosti vzduchu i půdy
2. Na lokalitě Žabčice založte v porostu řepky mikroklimatický monitoring ve vertikálním profilu a pod porostem řepky
3. Vyhodnoťte průběh vertikální stratifikace vlhkosti vzduchu a půdy v a pod porostem řepky, porovnejte s hodnotami měřeními na blízké klimatologické stanici
4. V porostech řepky sledujte napadení významnými patogeny
5. Výsledky statisticky zpracujte, uveďte v tabulkách a grafech. Práci případně doplňte fotografiemi




Seznam odborné literatury:


1. MATEJKA, F. – HUZULÁK, J. *Analýza mikroklimy porostu*. 1. vyd. Bratislava: Veda, 1987. 228 s.
2. ŽALUD, Z. Bioklimatologie. [online]. 2010. URL: [http://web2.mendelu.cz/af\\_217\\_multi-text/ke\\_stazeni/bioklimatologie/bioklimatologie\\_texty.pdf](http://web2.mendelu.cz/af_217_multi-text/ke_stazeni/bioklimatologie/bioklimatologie_texty.pdf).
3. AGRIOS, G N. *Plant pathology*. 5. vyd. Burlington: Elsevier Academic Press, 2005. 922 s. ISBN 978-0-12-044565-3.
4. MADDEN, L V. – HUGHES, G. – BOSCH, F V D. *Study of plant disease epidemics*. St. Paul, Minn.: American Phytopathological Society, 2007. 421 s. ISBN 978-0-89054-354-2.
5. *Compendium of Brassica diseases*. St. Paul, MN: American Phytopathological Society, 2007. 117 s. ISBN 978-0-89054-0-.
6. CHLOUPEK, O. *Zemědělský výzkum : učebnice Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně*. 1. vyd. Praha: Academia, 1996. 188 s. ISBN 80-200-0576-5.
7. POKLADNÍKOVÁ, H. – ROŽNOVSKÝ, J. The soil temperature at Pohořelice station during the years 1961 – 2000. *Contributions to Geophysics and Geodesy*. 2006. sv. 36, č. 3, s. 329–341. ISSN 1335-2806.
8. KRČMÁŘOVÁ, J. – STŘEDA, T. – POKORNÝ, R. Specifics of Soil Temperature under Winter Oilseed Rape Canopy. *Contributions to Geophysics and Geodesy*. 2014. sv. 44, č. 3, s. 205–218. ISSN 1335-2806. URL: <http://www.degruyter.com/view/j/congeo.2014.44.issue-3/congeo-2015-0001/congeo-2015-0001.xml>
9. KRČMÁŘOVÁ, J. – STŘEDOVÁ, H. – POKORNÝ, R. – STŘEDA, T. Specifics of soil temperature under winter wheat canopy. *Contributions to Geophysics and Geodesy*. 2013. sv. 43, č. 3, s. 209–223. ISSN 1335-2806.
10. časopisy: Rostlinolékař, Úroda, Plant Protection Science, Phytopathology, Plant Disease, European Journal of Plant Pathology
11. databáze: CAB, Web of Science, SCOPUS aj.


Datum zadání diplomové práce: listopad 2015

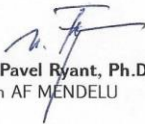
Termín odevzdání diplomové práce: duben 2017

  
Bc. Aneta Nečasová  
Autorka práce



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

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

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

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: „**Vliv vlhkosti vzduchu a půdy na rozvoj vybraných patogenů řepky**“ 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 a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si 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, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne: 27. dubna 2017

.....

podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala především vedoucímu diplomové práce, prof. Ing. Radovanu Pokornému, Ph.D. za odborné vedení a cenné rady a připomínky při zpracování diplomové práce, a také Ing. Janě Krčmářové za pomoc s měřením a zpracováním dat. Také bych chtěla poděkovat své rodině, příteli a spolužákům, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

## **ABSTRAKT**

### **Vliv vlhkosti vzduchu a půdy na rozvoj vybraných patogenů řepky**

Diplomová práce se zaměřuje na monitoring a následné hodnocení mikroklimatu porostu řepky ozimé. Bylo provedeno měření vlhkosti vzduchu a půdy a bylo sledováno napadení řepky vybranými patogeny, jejichž vývoj s těmito dvěma veličinami souvisí. Naměřené hodnoty byly porovnávány s hodnotami naměřenými na standardní klimatologické stanici umístěné v těsné blízkosti sledovaného porostu řepky. Byly vytvořeny mapy znázorňující vertikální stratifikaci vlhkosti vzduchu v celém profilu porostu. Použitím regresní analýzy byly získány rovnice vztahů mezi vlhkostí vzduchu v porostu a na klimatologické stanici. Bylo zjištěno, že průběh počasí má vliv na rozvoj daného patogena. Dále bylo prokázáno, že predikce pouze podle tzv. petal testu je nepřesná, a proto je vhodné spojení s monitoringem mikroklimatu.

**Klíčová slova:** řepka ozimá, mikroklima, porost, vlhkost vzduchu, vlhkost půdy

## **ABSTRACT**

### **Effect of humidity and soil moisture on the development of selected rape pathogens**

The thesis focuses on monitoring and appraisal of colza vegetation microclimate. Humidity and soil moisture were measured. It was monitored if colza was infested by selected pathogens which are related to humidity and soil moisture. Recorded figures were compared with figures recorded at a standard weather station situated near the monitored rape vegetation. Maps showing vertical stratification of humidity in whole vegetation profile were created. Using regressive analysis equations of relation between humidity in vegetation and at the weather station were created. It was found out that weather influences the pathogen development. It was proved that predication only by “petal test” is inaccurate, so it is good to do it together with the microclimate monitoring.

**Key words:** rape, microclimate, stand, humidity, soil moisture

## OBSAH

1	ÚVOD .....	10
2	CÍL PRÁCE .....	11
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	12
3.1	Řepka ozimá ( <i>Brassica napus</i> var. <i>napus</i> ) .....	12
3.1.1	Biologická charakteristika .....	12
3.1.2	Požadavky na prostředí a zařazení v osevním postupu .....	12
3.1.3	Fenologie .....	13
3.2	Faktory ovlivňující průběh choroby .....	13
3.2.1	Trojúhelník choroby .....	13
3.2.2	Diagnóza a hodnocení chorob .....	14
3.2.3	Prognóza a signalizace .....	15
3.3	Mikroklima .....	15
3.3.1	Podnebí a mikroklima.....	15
3.3.2	Porostní mikroklima .....	16
3.3.3	Monitoring mikroklimatu .....	18
3.3.4	Prvky prostředí související s tvorbou mikroklimatu porostu .....	19
3.4	Vybrané meteorologické prvky měřené v souvislosti s mikroklimatem porostu.....	20
3.4.1	Atmosféra ve vztahu k zemskému povrchu.....	20
3.4.2	Atmosférické srážky .....	20
3.4.3	Vlhkost vzduchu .....	22
3.4.4	Vlhkost půdy .....	23
3.4.5	Teplota vzduchu .....	24
3.4.6	Teplota povrchu a půdy .....	25
3.4.7	Směr a rychlost větru .....	26



3.4.8	Radiace – intenzita slunečního záření .....	27
3.4.9	Doba trvání slunečního svitu .....	28
3.4.10	Ovlhčení listů.....	28
3.5	Vybrané choroby řepky ozimé.....	29
3.5.1	Fomová hniloba brukvovitých (fomové černání stonků) .....	29
3.5.2	Bílá hniloba řepky (hlízenka obecná).....	30
4	MATERIÁL A METODIKA .....	32
4.1	Popis lokality .....	32
4.2	Monitoring a použité přístroje .....	33
4.3	Sledování patogenů.....	34
5	VÝSLEDKY .....	35
5.1	Průběh vlhkostí vzduchu a jejich stratifikace .....	35
5.2	Srovnání relativních vlhkostí vzduchu naměřených v porostu s vlhkostmi na standardní klimatologické stanici.....	39
5.3	Měření ovlhčení .....	41
5.4	Výskyty patogenů .....	41
5.4.1	Hodnocení napadení patogenem <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .....	41
5.4.2	Hodnocení napadení patogenem <i>Leptosphaeria maculans</i> .....	43
6	DISKUSE .....	44
8	ZÁVĚR .....	46
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	47
10	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ.....	55
11	SEZNAM TABULEK.....	56
12	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	57

# 1 ÚVOD

Řepka olejka ozimá patří k tradičním zemědělským plodinám. Stává se čím dál více lukrativní plodinou v nejrůznějších odvětvích, jejíž plochy neustále stoupají, a to nejen u nás. Při jejím pěstování fungují stejné zákonitosti jako u jiných plodin, u kterých dochází k postupnému nárůstu pěstovaných ploch. Stoupá především riziko výskytu patogenů a škůdců a s tím související nutnost chemické ochrany, která může mít nepříznivý vliv na životní prostředí. Dalšími důvody zvýšeného výskytu škodlivých organismů jsou změny v technologii zpracování půdy, nedodržování osevních postupů nebo také skladba pěstovaných odrůd. Některé patogeny jsou totiž schopné přežívat v půdě i více let.

Patogenům řepky je v dnešní době věnována značná pozornost, neboť se vyskytují stále častěji a ve větší míře. V posledních letech stoupají na významu zejména dva patogeny. Jsou jimi *Sclerotinia sclerotiorum*, původce bílé hniloby řepky, a *Leptosphaeria maculans*, *L. biglobosa*, způsobující fomovou hnilobu a černání stonků brukvovitých. Intenzita jejich výskytu se mění v závislosti na podmínkách počasí. Je-li zvýšená vlhkost a teplota vzduchu, pak jsou vytvořeny ideální podmínky pro rozvoj a šíření. Důležitou roli zde hrají i srážky, zejména jejich množství a rozložení v průběhu roku. Čím dál častěji však dochází k problému, že ke snižování jejich množství nedochází, ale paradoxně je zvyšováno ohrožení suchem. To souvisí i s postupným zvyšováním průměrných teplot vzduchu.

Nejen z důvodu výše uvedených problémů se provádí monitoring mikroklimatu porostů. Na rozdíl od klasického klimatologického monitoringu se v tomto případě provádí veškerá měření meteorologických prvků přímo uvnitř porostu. Jedině tak lze vystihnout skutečné mikroklimatické podmínky sledovaného porostního stanoviště. Pomocí těchto měření pak lze vytvářet nejen plodinové růstové modely, ale také modely pro spolehlivou prognózu a signalizaci škodlivých organismů, což je pro načasování případné chemické ochrany velkým přínosem.

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo zpracovat literární přehled na téma monitoring mikroklimatu porostu s pozorností na vybrané patogeny řepky ozimé s vývojem ovlivněným vlhkostí vzduchu a půdy. Byl založen mikroklimatický monitoring v porostu řepky za účelem měření těchto dvou veličin a současně bylo sledováno napadení řepky významnými patogeny. Získané hodnoty vertikální stratifikace vlhkostí byly porovnány s hodnotami měřenými na klimatologické stanici umístěné v bezprostřední blízkosti porostu a byl zjišťován vliv na rozvoj vybraných patogenů.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Řepka ozimá (*Brassica napus* var. *napus*)

#### 3.1.1 Biologická charakteristika

Řepka ozimá patří do čeledi brukvovitých (Brassicaceae) a je významnou olejninou mírného pásma. Je to jednoletá, fakultativně cizosprašná bylina dorůstající do výšky 40–150 cm. Hloubka zakořenění se pohybuje v rozmezí od 110 do 175 cm. Lodyha je přímá a v horní polovině větvená. Listy jsou přisedlé a zubaté nebo celokrajné. Řepka vytváří hroznovité květenství a samotný květ je tvořen čtyřmi žlutými korunními plátky. Kvetení pak začíná odspodu květenství. Plodem je šešule, která obsahuje průměrně 15–20 semen. Semeno je kulaté a má červenohnědou až modročernou barvu. HTS této plodiny se pohybuje od 3,75 do 6,5 g (BARANYK et al., 2007; BEČKA et al., 2007; HÁJKOVÁ et al., 2012; COUFAL et al., 2004).

#### 3.1.2 Požadavky na prostředí a zařazení v osevním postupu

Dvěma hlavními limitujícími faktory, které omezují pěstování řepky ozimé, jsou dostatek vláhy v letním období při zakládání porostů a vhodný průběh počasí v zimním období, umožňující přezimování porostu. V nižších polohách na bohatších půdách sice méně trpí nedostatkem živin, ale často je více napadána patogeny a škůdci. Vyhovují jí spíše hlubší strukturní půdy, které jsou schopné zajistit potřebný přísun vláhy a živin. Optimální teplota pro klíčení je 20–25 °C. Vhodná stanoviště jsou s ročním průměrem teplot 7–9 °C a srážek 450–700 mm. Oblasti s úhrnem srážek pod 400 mm nejsou pro řepku příliš vhodné, protože zde stoupá riziko infekce některými houbovými patogeny (BARANYK et al., 2007).

Podle BEČKY et al. (2007) je optimální rozložení rostlin na jednotce plochy 40–50 kusů na 1 m<sup>2</sup>. BRANT et al. (2016) však uvádí, že podle dosud získaných zkušeností, by počet rostlin při šířce řádků nad 0,4 m neměl přesáhnout 30 kusů. Vychází totiž z praxe i výsledků přesných pokusů, které potvrzují, že porosty s uvedeným nižším počtem rostlin jsou schopny dosáhnout vyšších výnosů. Důvodem je vysoká plasticita rostlin řepky, tedy schopnost reagovat na podmínky prostředí zvýšením či snížením úrovně jejich výnosotvorných prvků. KRČEK et al. (2015) dále zjistili, že organizace porostu i způsob jeho založení mohou mít vliv jak na životní prostor každé rostliny, tak

i na mikroklima samotného porostu. Tím je velmi výrazně ovlivňován zdravotní stav, tvorba výnosových prvků a v konečné fázi i celkový výnos plodiny. Minimální odstup pěstování řepky na stejném pozemku je 4–5 let zejména z důvodu výskytu řady chorob a škůdců. Nejlepšími předplodinami pro řepku jsou rané brambory, ozimé a jarní směsky a pícniny sklizené v červenci, nebo hrách. V praxi však tyto plodiny nejsou příliš časté, nejhojnější předplodinou jsou obilniny, zejména ozimá pšenice a ječmen. Naopak nevhodné jsou všechny plodiny, které neumožní výsev řepky v agrotechnické lhůtě srpna. Řepka je ale i sama výbornou předplodinou zejména pro obilniny (BEČKA et al., 2007).

### **3.1.3 Fenologie**

Řepka se pěstuje ve dvou formách – jako ozimá a jarní. V České Republice převažuje forma ozimá. Její životní cyklus probíhá ve dvou vegetačních obdobích. Na podzim prvního roku se vytváří vegetativní orgány a shromažďují se zásobní látky, jak v kořeni, tak v hypokotylu. Tyto látky jsou pak využívány pro tvorbu základů generativních orgánů už na podzim, ale hlavně pak v průběhu jarního vývinu rostlin a jejich růstu, který je dovršen kvetením, tvorbou plodů a semen. Vegetační období řepky ozimé tedy trvá v průměru 305–310 dní. Na nástup fenofází mají vliv zejména meteorologické faktory, podmínky agrochemické, pedologické i fyziologické, a samozřejmě také odrůdová skladba. ŠROJTOVÁ et al. (2006) ve své práci potvrzuje, že na termínu nástupu a trvání jednotlivých fenologických fází pak do značné míry závisí hospodářská produkce. (BARANYK et al., 2007; HÁJKOVÁ et al., 2012; PETR et al., 1987).

## **3.2 Faktory ovlivňující průběh choroby**

### **3.2.1 Trojúhelník choroby**

V průběhu vegetace dochází k interakcím mezi rostlinami a jinými organismy, kterými mohou být patogeny rostlin, jenž způsobují choroby. Aby mohlo dojít ke vzniku jakékoliv choroby, musí být v určitém čase a na daném místě přítomný náchylný hostitel, virulentní patogen a vhodné podmínky prostředí. Vzájemná interakce těchto tří komponentů je velice často označována jako trojúhelník choroby. Je to složitý komplex vztahů, na rozvoji choroby se podílí nejen vztah hostitele a patogena, ale i faktory prostředí jak vzhledem k hostiteli, tak i patogenu. Je také nezbytné vzít v potaz infekční

cyklus samotného patogena, zahrnující jeho rozmnožování, tvorbu nových generací disperzních jednotek, šíření mezi hostiteli, přežívání nepříznivých období atd. Za dva klíčové faktory prostředí pro rozvoj a šíření patogenů jsou brány teplota a vlhkost. Jsou na nich totiž závislé epidemiologické procesy, neboť pro každý patogen je optimální vlhkost a teplota různá. Dalším neméně důležitým faktorem je čas, protože dobu vhodných podmínek pro vznik choroby omezuje určité období vývoje rostliny i patogena. Samozřejmě zde hraje roli i typ a stáří hostitelské rostliny. V případě znalostí podmínek vhodných pro rozvoj daných patogenů je možné vytvářet prognostické modely, díky kterým je pak možné výskyt škodlivých organismů předpovídat (ALLEN, 2012; STŘEDOVÁ et al., 2011; AGRIOS et al., 1997)

### **3.2.2 Diagnóza a hodnocení chorob**

Vyhodnocení míry napadení rostlin a volba vhodného ochranného opatření závisí na řádné a správné identifikaci patogena způsobujícího danou chorobu. Proto jsou diagnostické metody jedním z nejdůležitějších aspektů v ochraně rostlin. Pro správné určení choroby je nutné znát druh rostliny, popřípadě i odrůdu. Je také samozřejmě důležité rozpoznat zdravý vzhled dané rostliny. Na napadených rostlinách se většinou objevují charakteristické symptomy, které jsou klíčové pro hodnocení pomocí diagnostických metod. Symptomy se mohou projevat na různých částech rostlin. Velmi často se jako první pozorují listy či stonky, protože na nich se většinou charakteristické znaky objevují nejdříve. Symptomatická diagnóza je však dostačující pouze pro okamžité rozhodnutí v případě jednoznačných a nápadných příznaků (např. bílé povlaky na nadzemních částech rostlin jsou charakteristické pro padlí apod.). V případě, že není možné určit přesnou příčinu napadení hned na místě, provádí se diagnostika pomocí laboratorních testů. V tomto případě jsou odebrány vzorky napadených částí rostlin a převezeny do laboratoře, kde jsou následně vytvořeny vhodné podmínky pro růst patogenů. Ty jsou poté izolovány a kultivovány a tyto vzorky se pak využívají k přesné determinaci škodlivého činitele. V současné době je již vyvinuta řada diagnostických metod na různých úrovních spolehlivosti a přesnosti, každá z nich má svá specifika a použití závisí na konkrétní situaci (KAZDA et al., 2010; ANONYM, 2015; AGRIOS et al., 1997).

### **3.2.3 Prognóza a signalizace**

Dalším důležitým aspektem v ochraně rostlin je schopnost předpovědět výskyt daného patogena. K omezení výskytu poškození jsou využívána různá opatření. Cílem těchto ochranných opatření není zcela vyhubit daný škodlivý organismus, ale pouze snížit jeho výskyt pod ekonomický práh škodlivosti. Pro přesné určení termínu ochrany slouží právě metody prognózy a signalizace. Prognóza výskytu stanoví často již na počátku vegetačního období určité riziko výskytu škodlivého organismu. Musí proto být v průběhu vegetace postupně upřesňována. Nemusí ale být vždy přesná, protože může dojít k ovlivnění výskytu škodlivého organismu nezvyklým průběhem počasí (např. pozdní jarní mrazíky). Signalizace pak určuje vhodný termín, kdy je třeba začít s ochranou. Zde je přihlíženo především k intenzitě výskytu a také k době, která bude pro ochranný zákrok nejvíce vhodná. U signalizace ošetření proti houbovým patogenům jsou využívány metody, které jsou založeny jak na sledování průběhu počasí, tak i na krátkodobých předpovědích. Pro tvorbu metod prognózy napadení je nutné znát podmínky, které jsou optimální pro růst a vývoj patogenů. Prognostické metody jsou však schopny předpovědět napadení patogeny jen do jisté míry a poměrně často vycházejí z metod využívaných v epidemiologii (COOKE et al., 2006). Epidemiologické modely prognózy výskytu škůdců a patogenů používají zejména data naměřená na klimatologických stanicích, avšak mikroklima porostu zde zpravidla zahrnuto není. Proto je nutné měření meteorologických prvků přímo uvnitř porostu, a naměřená data jsou pak srovnávána s daty naměřenými na klimatologické stanici, která je umístěna v blízkosti hodnoceného porostu (KAZDA et al., 2008; AGRIOS et al., 1997; STŘEDOVÁ et al., 2011; FRY et al., 1982).

## **3.3 Mikroklima**

### **3.3.1 Podnebí a mikroklima**

Podnebí neboli klima je charakterizováno jako dlouhodobý režim počasí. Vyjadřuje průměrné podmínky vzdušného prostředí na dané lokalitě či oblasti, které jsou odvozené z dlouhodobých pozorování a měření meteorologických prvků a jevů za dlouhou řadu let (např. průměrné teploty vzduchu, průměrné úhrny srážek atd.). Klima se však neustále vyvíjí, a to má za následek značnou neurčitost a variabilitu v systému půda – rostlina – atmosféra. Příkladem jsou stále častější výskyty extrémních výkyvů

počasí. Zejména na zemědělství mají zásadní dopad rostoucí teploty vzduchu a změny v rozložení srážek v průběhu roku, což potvrzují VOPRAVIL et al. (2011) a STŘEDOVÁ et al. (2016). V současné době dochází především ke zvyšování nerovnoměrnosti v rozdělení srážek v průběhu vegetačního období. Naměřené celkové množství srážek se nesnižuje, ale současně dochází ke zvyšování závažnosti sucha. Změny klimatu mají vliv i na podmínky pro pěstování plodin a je ovlivňován i výskyt a intenzita škodlivých organismů. Pozitivním důsledkem změny klimatu je však prodloužení vegetačního období a vliv na růst a vývoj plodin tak, že umožní dřívější vzcházení a časnější nástupy následujících fenofází (SVOBODOVÁ et al., 2013; STŘEDOVÁ et al., 2016; PETR et al., 1987; ROŽNOVSKÝ et al., 1999).

Podle velikosti prostoru, tedy podle jeho horizontálního a vertikálního rozsahu, je rozlišováno makroklima, mezoklima (nebo také místní klima) a mikroklima (PETR et al., 1987; ROŽNOVSKÝ et al., 1999).

Mikroklima je charakterizováno jako kategorie podnebí nejmenších rozměrů. Je to klima nad menšími plochami v krátkých časových intervalech. V procesu vytváření hraje významnou roli zemský povrch a jeho vlastnosti. Vyjadřuje režim meteorologických dějů, které jsou dány stejnorodým aktivním povrchem. Vertikální rozměr mikroklimatu je dán charakterem aktivního povrchu, a také vlivem vyšších klimatických kategorií. To znamená, že například za vysokých rychlostí větru se mikroklima nemusí vůbec vytvořit. Je tedy omezeno na vrstvu vzduchu, která přiléhá k zemskému povrchu. Horizontální rozsah bývá vymežován různě, je dán rozsahem homogenního aktivního povrchu a pohybuje se od několika m<sup>2</sup> až po 1 km<sup>2</sup>. Mikroklima je tedy jedním ze základních ekologických činitelů prostředí a za jistých okolností patří k rozhodujícím faktorům, které ovlivňují celkovou povahu stanoviště (VRÁBLÍK et al., 2003; HARTMANN et al., 2011; JENIŠTA et al., 2003; HAVLÍČEK et al., 1986; MATEJKA et al., 2003; LITSCHMANN et al., 2003; STŘEDOVÁ et al., 2016).

### **3.3.2 Porostní mikroklima**

Mikroklima porostů hraje významnou roli v procesech celého ekosystému. Protože však nebyla brána v potaz značná horizontální ani vertikální heterogenita v porostu, stejně tak jako nebylo přihlíženo ani k proměnlivosti podnebí v závislosti na poloze,



nejdou zcela přesná data a informace o porostním mikroklima stále dostupné (KRÉDL et al., 2011; KRČMÁŘOVÁ et al., 2016; STŘEDOVÁ et al., 2011).

U porostního mikroklimatu dochází uvnitř něj k ovlivňování vlastním porostem, který si sám vytváří specifické fyzikální a chemické mikroklima. V průběhu růstu se rostlina či plodina přizpůsobuje klimatickým podmínkám, a i ona sama na tyto podmínky stále více působí. Z toho vyplývá skutečnost, že mikroklima porostů přímo závisí na pěstované plodině, včetně jejích fyziologických vlastností a struktury. Současně i samotné mikroklima ovlivňuje fyziologické i produkční procesy rostlin. Vliv má samozřejmě i počasí a podnebí, které nejen že ovlivňuje růst a vývoj samotné plodiny, ale působí i na samotné porostní mikroklima. To pak určuje růstové podmínky, a tím i výnos, dané plodiny, ale také všech dalších organismů v porostu včetně patogenů a škůdců (ROŽNOVSKÝ et al., 2003; SAPOŽNIKOVOVÁ et al., 1952; STŘELCOVÁ et al., 2003).

V procesu tvorby mikroklimatu má významnou úlohu zemský povrch a jeho vlastnosti. V těchto souvislostech se uvádí tzv. aktivní povrch, na kterém probíhá přeměna dopadajícího slunečního záření na teplo. Porostní mikroklima je případ, kdy je tento aktivní povrch vytvořený rostlinným porostem. V této situaci jsou to především charakteristiky rozhraní mezi rostlinným porostem a atmosférou, které ovlivňují meteorologické podmínky v přízemní vrstvě atmosféry, a vytváří tak specifické mikroklima daného rostlinného porostu. Ke vzniku specifického mikroklimatu tedy nedochází pouze výjimečně, ale je utvářeno celou řadou parametrů, mezi něž jsou řazeny také například rozsah a architektura porostu, bilance vody, snížení proudění vzduchu uvnitř porostu, radiační bilance atd. (MATEJKA et al., 2003; KRÉDL et al., 2010, COSTES et al., 2013; CALLONEC et al., 2013; TIVOLI et al., 2013).

Jak již bylo zmíněno, zásadním prvkem tvorby mikroklimatu je aktivní povrch. Ten hraje různou úlohu ve všech klimatických kategoriích, avšak nejmarkantněji se jeho vliv projevuje právě v mikroklimatu. V situacích, kdy má aktivní povrch složitější vertikální strukturu (což je charakteristické právě pro rostlinná společenstva), používá se pojem aktivní vrstva. Ta je charakterizována jako rozmezí zemského povrchu (porostu) a ovzduší, nebo přesněji, přízemní vrstvy atmosféry (přilehlé vrstvy vzduchu). V neustále probíhajícím procesu, při kterém dochází k výměně hmoty a energie mezi

aktivním povrchem a nejnižšími vrstvami ovzduší, se do atmosféry uvolňuje notné množství vodní páry a tepla. Výsledkem tohoto procesu je změna teploty a vlhkosti vzduchu jak uvnitř porostu, tak těsně nad ním. A právě sled těchto ustavičných procesů je způsob, kterým si každé rostlinné společenstvo vytváří své vlastní mikroklima, a dochází tak k velmi značnému ovlivnění klimatických poměrů daného stanoviště (STŘEDOVÁ et al., 2016; KRÉDL et al., 2012; MATEJKA et al., 2003; STŘEDOVÁ et al., 2011; KRÉDL et al., 2011; VALENTOVÁ et al., 1999).

### **3.3.2.1 Členění porostního mikroklimatu z pohledu vertikálního profilu**

Porost je možno rozdělit do třech částí. Tou první je výška přízemní, kde jsou většinou měřeny nižší teploty a vyšší vlhkost vzduchu ve srovnání s okolním prostředím. Druhá část porostu je označována jako výška efektivní a odpovídá zhruba 70–85 % aktuální výšky porostu. V této vrstvě dokáže porost řepky účinně snížit teplotu do 20 °C, při teplotách vyšších dochází k přehřívání porostu. Vlhkost vzduchu bývá zaznamenávána vyšší než na klimatologické stanici, neboť je ovlivňována charakterem a hustotou porostu, který si udržuje vyšší hodnoty díky aktivní fotosyntéze a evapotranspiraci. Třetí částí je výška ve 2 metrech nad povrchem půdy. Zde dochází k regulaci teploty vzduchu nad porostem řepky současně při vyšších i nižších teplotách okolního prostředí, vlhkost však bývá vždy mírně vyšší. Pokud ovšem dosáhne vlhkost vzduchu okolí hodnoty vyšší než 70 %, pak už mezi těmito stanovišti žádný rozdíl není (STŘEDOVÁ et al., 2011).

### **3.3.3 Monitoring mikroklimatu**

Aby bylo možné určit skutečné mikroklimatické podmínky daného stanoviště, je třeba provádět měření speciální, během kterých je nutné jednotlivé snímače umístit tak, aby mohly požadované parametry vystihnout co nejlépe. Tyto údaje jsou totiž nezbytné pro zdroj vstupních dat do modelů výskytu chorob a škůdců, a také pro plodinové růstové modely (STŘEDOVÁ et al., 2016).

Při mikroklimatických měřeních je třeba postupovat tak, aby byly získané údaje co nejvíce reprezentativní pro mikroklima dané lokality či porostu. Z tohoto důvodu je třeba zvolit lokality zcela jiné, než jsou lokality určené pro umístování meteorologických stanic používaných ke standardním klimatickým měřením. Proto je při lokalizaci stanice pro měření mikroklimatických charakteristik nutné zohlednit to,

aby tato měření co možno nejvíce omezovala vliv makroklimatu, a snažila se postihnout odlišnosti vyvolané místním prostředím. Výzkum mikroklimatu v porostech polních plodin je založen na hodnocení klimatologických charakteristik měřených „*in situ*“, neboli přímo uvnitř porostu. Zde naměřené hodnoty totiž umožní důkladnější modelování a predikci výskytu škodlivých činitelů, které se v daném porostu vyskytují, a také k vhodnému načasování chemické ochrany. Přesnější monitoring je uskutečňován pomocí měření vybraných meteorologických prvků ve vertikálním profilu porostu. Výšky, ve kterých se měření provádí, se liší v závislosti na konkrétním porostu. Standardně se vyhodnocují měření z přízemní výšky, z efektivní výšky, a dále z výšky ve 2 metrech nad půdním povrchem. Tato část vegetace je také velmi významná z hlediska výskytu patogenů a živočišných škůdců. Porovnáváním takto získaných dat s daty naměřenými na standardních klimatologických stanicích lze definovat specifika mikroklimatických poměrů porostů (STŘEDOVÁ et al., 2011; STŘEDOVÁ et al., 2016)

### **3.3.4 Prvky prostředí související s tvorbou mikroklimatu porostu**

Hlavní charakteristiky, které ovlivňují tvorbu mikroklimatu uvnitř porostů plodin, jsou tyto:

- Teplota vzduchu
- Relativní vlhkost vzduchu
- Atmosférické srážky
- Teplota půdy
- Vlhkost půdy
- Směr a rychlost větru
- Radiace – intenzita a doba trvání slunečního záření
- Výpar
- Stav půdy a vegetačního krytu
- Typ půdy a půdního prostředí
- Orografie

(BROM et al., 2010; STŘEDOVÁ et al., 2016)

### **3.4 Vybrané meteorologické prvky měřené v souvislosti s mikroklimatem porostu**

Na klimatických faktorech, které působí na zemědělskou produkci, je dnešní společnost do velké míry závislá. Působením těchto faktorů je nejvíce ovlivněn výnos rostlin během kritického výnosotvorného období. Vzhledem k poloze České republiky je značná část území závislá na sycení půdního profilu srážkami, jejichž průběh a výskyt je ovlivněn zejména expozicí a nadmořskou výškou. V jednotlivých letech se od sebe meteorologické podmínky liší a tato variabilita se podílí na fluktuaci objemu rostlinné produkce (KRMELOVÁ et al., 2013).

#### **3.4.1 Atmosféra ve vztahu k zemskému povrchu**

Celá Země je obklopena plynným obalem, který je znám pod názvem atmosféra a zúčastňuje se denní i roční rotace zeměkoule. Je to mechanická směs plynů, tuhých částic, a samozřejmě vodní páry, někdy se označuje též jako ovzduší. Rozprostírá se od zemského povrchu až po několik desítek tisíc kilometrů nad povrchem. Nemá tedy výraznou vnější hranici a její hustota s výškou postupně klesá. S výškou se také mění fyzikální i chemické složení vzduchu. Děje se tak v závislosti na procesech, které v dílčích vrstvách probíhají. Vzhledem k interakci atmosféry se zemským povrchem je rozlišována mezní vrstva atmosféry (do 1,5 km) a volná atmosféra. Mezní vrstva je vrstvou mezi aktivním povrchem a její vymezení je vyvoláno přímým vlivem aktivního povrchu na spodní část atmosféry. Je tomu tak z důvodu neustále probíhající přeměny energie mezi vrstvou atmosféry a vrstvou nehomogenního aktivního povrchu, např. radiční energie na tepelnou a naopak, při procesech fotosyntézy atd. (ROŽNOVSKÝ et al., 1999; PETR et al., 1987; HAVLÍČEK et al., 1986; ŽALUD et al., 2015).

#### **3.4.2 Atmosférické srážky**

Pojem atmosférické srážky představuje zkondenzovanou vodu či tuhé částice, které v různých formách padají z oblaků na zemský povrch. Tyto srážky jsou označovány jako vertikální a k zemi padají nejčastěji ve formě deště, mrholení, deště se sněhem nebo sněžení. Při sledování srážek se hodnotí jejich množství (též označované jako srážkový úhrn), intenzita, délka trvání a síla. Atmosférické srážky jsou měřeny v milimetrech vodního sloupce a v případě, že se jedná o tuhé srážky, tak po jejich rozpuštění. Vodní sloupec představuje výšku, do které by srážky sahaly v kapalném

stavu na povrchu země. Jeden milimetr srážek spadlých na povrch odpovídá množství 1 litru vody na 1 m<sup>2</sup> vodorovné plochy. Výška usazené sněhové pokrývky se pak měří v centimetrech. (STŘEDOVÁ et al., 2016; HAVLÍČEK et al., 1986; ROŽNOVSKÝ et al., 1999)

V souvislosti s růstem rostlin je však třeba rozlišovat mezi srážkami naměřenými na meteorologické stanici a skutečným množstvím srážek, které jsou využity jako zdroj vody pro růst a vývoj rostlin. Skutečné neboli efektivní množství srážek je charakterizováno jako rozdíl mezi srážkovým úhrnem, jenž byl naměřen ve srážkoměru, a množstvím vody, které je k dispozici pro kořenový systém rostlin. Je ovlivněn řadou faktorů, jako je např. reliéf terénu, struktura a fyzikální vlastnosti půdy, struktura vlastního porostu rostlin (tzv. intercepce) a jiné. U nás jsou atmosférické srážky většinou jediným zdrojem půdní vláhy a jsou primárním předpokladem pro zásobování rostlin vodou. Avšak využitelná pro rostliny je pouze část spadlých srážek, neboť jejich využití rostlinami závisí především na fyzikálních vlastnostech půdy, stavu půdního povrchu, svažitosti pozemku a stupni nasycení půdy vodou (ŽALUD et al., 2015; LITSCHMANN et al., 2014; STŘEDOVÁ et al., 2016).

V případě převládajícího množství srážek nad výparem dochází k výluhu svrchní vrstvy půdy. Pokud je tomu naopak, vztlínající voda vynáší látky k povrchu. S těmito procesy souvisí také pohyb živin v půdě, zejména dusíku, jelikož při vydatných srážkách dochází k jeho vyplavování do povrchových i podzemních vod. V průběhu srážek také dochází k tvorbě vodního filmu na povrchu rostlin. Ten se v těchto místech udržuje a za příznivých teplot jsou zde vytvořeny vhodné podmínky pro rozvoj houbových chorob. V případě přílišného množství vydatných srážek však může naopak dojít k poškození mycelia a tím k omezení produkce rozmnožovacích orgánů či struktur patogena (LITSCHMANN et al., 2014; STŘEDOVÁ et al., 2016).

Atmosférickým srážkám je zejména v posledních letech věnována značná pozornost, a to především v oblastech zaměřených na zemědělskou produkci, protože právě zde je velmi citlivě vnímáno jejich prostorové a časové rozložení. V poslední době je zaznamenávána v celkovém množství srážek značná variabilita. Důvodem je stále častější střídání dvou extrémů, a to bouří spojených s přívalovými lijáky a dlouhých period beze srážek (DOLEŽELOVÁ, 2013).

### 3.4.3 Vlhkost vzduchu

Vlhkost vzduchu patří k základním meteorologickým prvkům. Představuje obsah vodní páry ve vzduchu (v atmosféře) nebo také stupeň jeho nasycení vodní párou či schopnost vzduchu přijímat další vodní páru. Ta se do vzduchu dostává při vypařování z aktivních povrchů, které obsahují vodu. Vzduch v přírodních podmínkách obsahuje jisté množství vodní páry vždy, z čehož vyplývá, že je vždy v určité míře vlhký. Vzduch suchý, tedy bez vodní páry, se naopak v těchto podmínkách nevyskytuje nikdy. Na rozdíl od jiných složek vzduchu, které jsou relativně stálé, se obsah vodní páry významně mění se změnou skupenství (KOŽNAROVÁ et al., 2004; ROŽNOVSKÝ et al., 1999; STRUŽKA et al., 1956; ŽALUD et al., 2015).

Vlhkost vzduchu lze vyjádřit několika údaji, které se komplexně nazývají jako vlhkostní charakteristiky. Jsou to např. absolutní a relativní vlhkost vzduchu, sytostní doplněk, tlak vodní páry či deficit teploty rosného bodu. V zemědělské praxi je nejčastěji využívána relativní vlhkost udávající procento nasycení vzduchu vodními parami. V případě 100% vlhkosti je vzduch vodní párou nasycen a již není schopen přijmout další. Relativní vlhkost vzduchu je závislá na jeho teplotě. Když se zvyšuje teplota a v daném objemu vzduchu je konstantní množství vodní páry, jeho relativní vlhkost klesá. V situaci, kdy je vody nadbytek, dochází ke kondenzaci a tím se prostředí se ochlazuje (KOŽNAROVÁ et al., 2004; ŽALUD et al., 2015; STŘEDOVÁ et al., 2016; BROM et al., 2010).

Vlhkost vzduchu je jedním z faktorů, které ovlivňují intenzitu transpirace u rostlin. Význam spočívá v tom, že rostliny jsou schopné aktivně ovlivňovat množství odpařené vody a tím i své okolí. Pokud je nízká vlhkost vzduchu například v období kvetení, může být důsledkem zasychání pylových zrn, čímž dojde ke zhoršení podmínek pro opylovače, a nakonec i ke snížení výnosů. Na vlhkosti vzduchu společně s teplotou je závislý i rozvoj většiny houbových chorob. Ideálními podmínkami jsou zejména vyšší hodnoty vlhkosti vzduchu v kombinaci s vyšší teplotou, případně i výskyt volné vody na povrchu rostlin (STŘEDOVÁ et al., 2016; BROM et al., 2010; LITSCHMANN et al., 2013;)

Měření vlhkosti vzduchu je možné pomocí přístrojů, které jsou založené na mechanickém nebo elektrickém principu. Z manuálních přístrojů jsou to psychrometry,

jenž jsou přesnější, či vlasové vlhkoměry. Princip psychrometrů je založen na rozdílu teplot (suché a vlhké) měřené dvěma teploměry, přičemž jeden z nich je trvale ovlhčen. Ten měří teplotu, která se mění v závislosti na vlhkosti vzduchu a ochlazení teploměru odpařující se vodou. Čím je pak rozdíl teplot na těchto dvou teploměrech menší, tím je vlhkost vzduchu vyšší. V případě automatického měření jsou v současné době nejvíce využívány kapacitní snímače vlhkosti vzduchu. Jejich součástí jsou měřicí senzory, které jsou charakteristické především odolností vůči kondenzaci, malou závislostí údaje na teplotě a přesností v řádu % relativní vlhkosti. Snímače na měření vlhkosti je nutné umístit do vhodného stínítka, stejného jako při měření teploty vzduchu (LITSCHMANN et al., 2014; STŘEDOVÁ et al., 2016; PETR et al., 1987).

#### **3.4.4 Vlhkost půdy**

Voda je trvalou a velmi důležitou složkou půdy, která je nepostradatelnou podmínkou pro růst a vývoj rostlin, a také pro úrodnost půdy. Její množství v půdě je značně proměnlivé a závisí na mnoha meteorologických a pedologických faktorech. Jedním z těchto faktorů je zrnitostní složení, na kterém závisí množství vody, které je půda schopna pojmout a zadržet. Nejméně vody jsou schopny pojmout půdy písčité, a naopak nejvíce půdy jílovité (KOŽNAROVÁ et al., 2004; STŘEDOVÁ et al., 2016; HORA et al., 2011; NAGY et al., 2013).

Půdní vlhkost představuje obsah všech forem vody v půdě a vyjadřuje se buď v objemových nebo hmotnostních procentech. Objemová procenta udávají, kolik procent z daného objemu půdy voda zaujímá, hmotnostní procenta vyjadřují podíl vody v celkové hmotnosti konkrétního množství půdy. Pro praxi je však výhodnější používat vlhkost objemovou zejména z důvodu bilancování zásob vláhy v půdě (HAVLÍČEK et al., 1986; KOŽNAROVÁ et al., 2004; STŘEDOVÁ et al., 2016; HORA et al., 2011).

Údaje o vlhkosti půdy mohou sloužit mimo jiné pro zhodnocení dostupnosti vláhy pěstovaným plodinám či k řízení a případné automatizaci závlah. Monitoringem vlhkosti půdy za delší časové období, případně do větších hloubek, lze posuzovat vlhkostní režim dané lokality a rozhodovat o případných opatřeních. Pokud informace o množství srážek udává, jaké množství vody spadlo na povrch půdy, potom údaje o půdní vlhkosti stanovují, jaké množství vody je v půdě skutečně přítomno. I přes to, že je mezi těmito veličinami očekávána určitá paralela, ne vždy tomu tak je.

Významnou roli zde hraje intenzita srážek, infiltrační schopnost půdy, intercepce porostu atd. (LITSCHMANN et al., 2014; NAGY et al., 2013; STŘEDOVÁ et al., 2016).

Měření půdní vlhkosti je na rozdíl od jiných veličin o něco komplikovanější. Například od relativně homogenního vzduchu se vlastnosti půdy pohybují v poměrně širokých mezích. Z tohoto důvodu byla vyvinuta celá řada metod, nejspíš ovšem není žádná, která by byla schopna poskytnout spolehlivé výsledky v celém spektru půd. Stanovení lze tedy provést laboratorně na základě analýzy odebraného půdního vzorku (ruční gravimetrické stanovení) nebo automatickým měřením. Pro automatické měření jsou nejčastěji využívány buď snímače založené na kapacitním principu, nebo snímače využívající vztah mezi změnou obsahu vody v půdě a podmínkami pro šíření elektromagnetických vln. Vždy je však nutné zajistit, aby byly aktivní části snímačů v těsném kontaktu s okolní zeminou. Pro získání reprezentativních údajů o vlhkosti půdy porostu je nutné, aby byl porost nad snímačem ve stejném stavu, jako je na celé pěstované ploše (STŘEDOVÁ et al., 2016; LITSCHMANN et al., 2014, KOŽNAROVÁ et al., 2004).

### **3.4.5 Teplota vzduchu**

Pojem teplota označuje termodynamický stav tělesa. Je to míra střední kinetické energie pohybujících se částic dané hmoty. Změna teploty je stanovena příjmem nebo výdejem energie danou hmotou a závisí na jejích vlastnostech a také na její energetické bilanci. Teplota povrchu je určena energetickou bilancí povrchu, strukturou a tvarem povrchu (porostu), prouděním větru a teplotou a vlhkostí vzduchu (ŽALUD et al., 2015; BROM et al., 2010; PETR et al., 1987).

Do vzduchu přechází energie ve formě tepla tzv. kondukcí. Je to přímé vedení vzduchu s půdou a rostlinami. V případě rozdílné hustoty teplého a studeného vzduchu bude přehřátý vzduch z přízemní vrstvy stoupat a studený vzduch se přesune na jeho místo. Toto je označováno jako konvekce. Dalším jevem souvisejícím s uvolňováním tepla je kondenzace, ke které dochází při odpařování vody z povrchu vodní hladiny, půdy nebo rostlin, a tím se uvolňuje teplo do vzduchu (ROŽNOVSKÝ et al., 1999; PETR et al., 1987).



Teplota vzduchu je jednou ze základních životních podmínek rostlin, která podmiňuje a ovlivňuje jejich základní životní funkce. Každá rostlina disponuje svojí horní a spodní hranicí tolerance k teplotě vzduchu a tyto dvě hranice jsou označovány jako tzv. kritické teploty. Ty jsou dány stavbou těla každé rostliny a fyziologickými procesy v jejích orgánech. Záporné teploty či teploty blízké bodu mrazu (jarní mrazíky) mohou v citlivých fázích vývoje poškodit vegetační orgány některých plodin, zatímco zimní mrazy mohou způsobit poškození rostlin celých. (LITSCHMANN et al., 2014; STŘEDOVÁ et al., 2016; HAVLÍČEK et al., 1986; ŽALUD et al., 2015).

Pro měření teploty vzduchu jsou využívány teploměry založené na různých principech. V dnešní době převažují teploměry digitální, a to především z praktických důvodů. Při měření je nezbytné brát v úvahu to, že kromě teploty vzduchu působí na snímač i radiační vlivy prostředí. Z tohoto důvodu je pro měření skutečné teploty potřeba přímé záření odstínit, k čemuž slouží stínítka různých konstrukcí. V případě měření pomocí elektronických zařízení se používají plastová nebo kovová stínítka většinou bílé barvy. Je potvrzeno, že za slunečného dne může být rozdíl teplot naměřených ze spodní strany neodstíněným a odstíněným registrátorem 2–4 °C (STŘEDOVÁ et al., 2016; PETR et al., 1987; LITSCHMANN et al., 2014).

#### **3.4.6 Teplota povrchu a půdy**

Povrch půdy představuje jeden z nejčastějších aktivních povrchů, které se podílí na teplotě vzduchu. Na každém aktivním povrchu dochází k transformaci energie krátkovlnného slunečního záření a dlouhovlnného záření oblohy na energii tepelnou a částí transformované tepelné energie na energii dlouhovlnného vyzařování daného povrchu. Zbývající část tepelné energie je v závislosti na denní a roční době předávána vedením do hlubších vrstev povrchu anebo je transportována prostřednictvím turbulentní výměny od povrchu do okolní atmosféry. Z toho je zřejmé, že teplota určitého povrchu se za jistých situací může lišit od teploty okolního vzduchu. Teplota povrchu půdy je ovlivňována řadou faktorů, mezi než patří zejména radiační bilance daného období roku a poloha místa v rámci zeměpisných souřadnic. Dále je to například i oblačnost, vlhkost půdy, barva půdy či vegetační pokryv (STŘEDOVÁ et al., 2014; ROŽNOVSKÝ et al., 1999; STŘEDOVÁ et al., 2016; ŽALUD et al., 2015; LITSCHMANN et al., 2013).

Na teplotní režim půdy má velký vliv její tepelná kapacita. Ta se mění v závislosti na vzájemném poměru pevné, kapalné a plynné složky. Půdní prostředí a jeho teplota jsou jedny z nejvýznamnějších faktorů prostředí pro růst a vývoj rostlin. Teplota půdy představuje podmínky prostředí, ve kterém se rozprostírá kořenový systém rostlin, a které rozhoduje o příjmu vody a živin rostlinami. Vliv má také na mikrobiální činnost a dekompozici. Kromě počátečního vývoje rostlin je důležitá i pro vývoj patogenů a škůdců, kteří v půdě přezimují (LITSCHMANN et al., 2014; KRČMÁŘOVÁ et al., 2014; PETR et al., 1987).

Monitoring teploty půdy je možný s využitím manuálního nebo automatického měření. Pro manuální měření se používají lomené a hloubkové půdní teploměry, avšak v současné době je v praxi výhodnější používat k měření elektrické teploměry v kombinaci se záznamovým zařízením, tzv. dataloggerem. Princip a provedení jsou většinou stejné jako u teploměrů k měření teploty vzduchu, přičemž zde je snímací element teploty opatřen měděným či nerezovým pouzdem. Je také důležité dbát na to, aby byl porost nad teploměrem shodný s okolním prostředím (STŘEDOVÁ et al., 2014; LITSCHMANN et al., 2014; STŘEDOVÁ et al., 2016).

### **3.4.7 Směr a rychlost větru**

Atmosféra je v neustálém pohybu, a to jak horizontálním, tak vertikálním. Horizontální složka převládá a obvykle je označována jako vítr. Vítr je vektorem, který popisuje horizontální pohyb vybrané částice vzduchu v daném místě atmosféry a v daném časovém okamžiku. Hlavní hybnou silou je nenulová hodnota horizontálního barického gradientu (rozdíl tlaku), což je hlavní příčinou toho, že se dá vzduch do pohybu. Nerovnoměrné množství záření, jehož nerovnoměrnost je způsobená různou zeměpisnou šířkou, odlišným povrchem, proměnlivou oblačností atd., dopadá na zemský povrch a způsobí různé ohřívání aktivního povrchu, nerovnoměrné zahřátí vzduchu nad ním a tím i rozdílný tlak vzduchu. Výsledkem všech těchto dějů je, že se začne vyrovnávat tlak horizontálním posunem od míst s vyšším tlakem tam, kde je tlak nižší. Právě v tomto okamžiku dochází ke vzniku větru (ŽALUD et al., 2015; HAVLÍČEK et al., 1986; ROŽNOVSKÝ et al., 1999).

Vítr je charakterizován směrem (odkud vane) a rychlostí. Směr je udáván buď v úhlových stupních, nebo častěji v mezinárodním značení světových stran. Rychlost je

vyjadřována v m/s nebo km/h. V přízemní vrstvě vzduchu jsou směr i rychlost značně ovlivňovány charakterem povrchu. Obecně platí, že s nadmořskou výškou rychlost větru roste a mění se i směr. Proudění vzduchu také zodpovídá za přenos látek mezi povrchem a atmosférou (PETR et al., 1987; BROM et al., 2010).

Vítr hraje významnou roli při utváření mezoklimatu i mikroklimatu. Výměna vzduchu v horizontálním i vertikálním směru zapříčiňuje změnu v teplotě a vlhkosti vzduchu a tím je ovlivňována intenzita výparu, transpirace i fotosyntézy. Negativním vlivem je však zvyšování evapotranspirace a zejména přenos chorob a škůdců. V případě vysokých rychlostí může způsobit i mechanické poškození porostů. Důležitá je znalost rychlosti větru nad porostem z hlediska provádění chemického ošetření, které se při vyšších rychlostech nesmí provádět (STŘEDOVÁ et al., 2016).

Mezi nejběžnější přístroje pro měření směru a rychlosti větru patří miskové anemometry doplněné větrnou směrovkou, které jsou vhodné pro běžná měření v terénu nezávisle na výšce. Na meteorologických stanicích jsou pro automatická měření umístěna buď samostatná čidla na měření směru a rychlosti, nebo kombinovaná ultrasonická větroměrná čidla. Ta jsou charakteristická nízkým prahem citlivosti a vynikající linearitou měření v celém pracovním rozsahu (STŘEDOVÁ et al., 2016; STRUŽKA et al., 1956).

### **3.4.8 Radiace – intenzita slunečního záření**

Obecně je známo, že každé těleso, jehož teplota je vyšší než absolutní nula, vydává určité záření, jehož charakteristiky jsou závislé na teplotě tělesa. Základním zdrojem zajišťujícím záření, a tedy i energii, je Slunce. Slunce vyzařuje všesměrově a pouze nepatrná část dopadá na hranici atmosféry. Na zemský povrch pak dopadá přibližně 47 % záření z množství dopadajícího na horní hranici atmosféry (ŽALUD et al., 2015; LITSCHMANN et al., 2013).

V meteorologii se radiace dělí na krátkovlnné a dlouhovlnné záření. Je sledován zejména přenos a přeměna energie v soustavě Země–atmosféra, ve které je hlavním zdrojem energie sluneční záření a jeho přeměnou vzniká záření Země. Pro sluneční záření se používá jako základní veličina jeho intenzita. Ta je definována jako množství zářivé energie, které prochází jednotkou plochy za jednotku času (ROŽNOVSKÝ et al., 1999; BROM et al., 2010).

V rámci sluneční radiace lze stanovit elektromagnetické spektrum, které vyvolá v buňkách rostlin fotosyntézu. Toto spektrum je označováno jako fotosynteticky aktivní záření (FAR; 400–700 nm). Každá z rostlin má různé nároky na světlo, a proto jsou rozlišovány rostliny světlomilné, stínomilné a indiferentní. Díky právě fotosynteticky aktivnímu záření může u rostlin docházet k procesu fotosyntézy. Při ní dochází v rostlině ke vzniku látek, které tvoří základ rostlinného těla a rostlina tak získává potřebnou energii pro fyziologické procesy související s látkovou výměnou (STŘEDOVÁ et al., 2016; ROŽNOVSKÝ et al., 1999).

Radiace neboli intenzita slunečního svitu se měří pomocí automatických čidel, které se nazývají pyranometry. Záření, které na ně dopadá, nesmí být ovlivněno stínem ani odrazem od okolních objektů (STŘEDOVÁ et al., 2016).

#### **3.4.9 Doba trvání slunečního svitu**

Trvání slunečního svitu je nejdéle měřenou charakteristikou slunečního záření. Reprezentuje dobu mezi východem a západem Slunce, kdy přímo na povrch dopadá přímé sluneční záření a udává se v hodinách. Jde o období, kdy sluneční kotouč není zastíněn oblačností či jiným objektem (ŽALUD et al., 2015; ROŽNOVSKÝ et al., 1999).

Doba trvání slunečního svitu se měří pomocí přístrojů, které buď registrují účinky přímého slunečního záření na registrační médium, anebo sčítají čas, po který je intenzita záření nad prahovou hodnotu měřidla (STŘEDOVÁ et al., 2016).

#### **3.4.10 Ovlhčení listů**

Při měření této veličiny je sledován stav na povrchu listů. Je to bezrozměrná veličina, může nastat pouze stav ovlhčeno nebo neovlhčeno. Vstupním údajem pro aplikaci dat do modelů je zpravidla počet hodin s ovlhčením listů (STŘEDOVÁ et al., 2016).

Měření ovlhčení listů je využíváno speciálně v rostlinné fytopatologii a vyjadřuje stav, kdy se na povrchu listů objeví souvislý film volné vody. Toto prostředí umožňuje klíčení spor a jejich pronikání do pletiv hostitelských rostlin. Ovlhčení listů může být způsobeno deštěm nebo i silnější rosou. Délka trvání ovlhčení je pak závislá na dalších

meteorologických prvcích, jako je teplota vzduchu, rychlost větru či vlhkost vzduchu (LITSCHMANN et al., 2014).

Měření ovlhčení přímo na listech pomocí speciálních elektrod se provádí pouze v rámci výzkumné činnosti. V běžné praxi se používají snímače různých konstrukcí, které jsou založeny na měření vodivosti mezi dvěma elektrodami situovanými ve vhodném držáku. Mezi těmito elektrodami bývá umístěn vhodný nasákavý materiál, například filtrační papír. Vzestup vodivosti nad určitou hodnotu je vyhodnocován jako stav ovlhčení. Snímač je nejlepší umístit do vhodné výšky přímo do sledovaného porostu, aby na něj mohly dopadat kapky deště (STŘEDOVÁ et al., 2016; LITSCHMANN et al., 2014).

### **3.5 Vybrané choroby řepky ozimé**

#### **3.5.1 Fomová hniloba brukvovitých (fomové černání stonků)**

Původcem fomové hniloby brukvovitých je patogen *Leptosphaeria maculans/L. biglobosa*, anamorfa *Phoma lingam*. Je to mikroskopická vřeckatá houba, plodničkou pohlavního stadia je perithecium a nepohlavní stadium tvoří pyknidy. Hostitelskými rostlinami jsou některé druhy z čeledi brukvovité (Brassicaceae). V příhodných letech může způsobit ztráty 20–40 %. Hlavním zdrojem primární infekce jsou infikované posklizňové zbytky v půdě, na kterých houba přežívá období vegetačního klidu, a také osivo. Askospory na podzim infikují rostliny, do kterých vnikají prostřednictvím průduchů. Patří k poměrně významným patogenům poškozujícím rostliny řepky od vzházení až do sklizně. Již na děložních lístcích se tvoří drobné, tmavě šedé skvrny. Napadení v průběhu podzimu se obvykle projevuje na listech okrouhlými, zasychajícími skvrnami, na nichž se tvoří množství pyknid. Tmavé nepravidelné skvrny na kořenovém krčku se objevují obvykle v jarním období, kdy většinou dochází v případě vyšší vlhkosti vzduchu a půdy k plnému rozvoji choroby. Skvrny postupně šednou, mají tmavý okraj a napadené pletivo se trhá. Dochází k trouchnivění vnitřních pletiv stonků a nekrózy zasahují i kořeny. Doprovodným příznakem může být tzv. nouzové dozrávání, což znamená nedostatečně vyzrálá a někdy deformovaná semena. Může však dojít až k hnilobám a odumírání celých napadených rostlin, v mimořádných případech až k zaorání porostu. V podmínkách České republiky je však častější méně intenzivní průběh choroby, kdy se v dolní třetině stonku objevují oválné, pískově zbarvené skvrny

s tmavým okrajem. Toto poškození není tak závažné, avšak rostliny jsou tím oslabovány a dochází ke snižování výnosů. V kombinaci s nepříznivými povětrnostními podmínkami na přezimování přispívá také k vyzimování porostů (KAZDA et al., 2010; KAZDA et al., 2008; ANONYM, 2015; POSLUŠNÁ et al., 2011; PROKINOVÁ, 2003; RYŠÁNEK et al., 2015; PLACHKÁ et al., 2015). Infekce rostlin tímto patogenem je, kromě resistance jednotlivých odrůd, velmi ovlivněn podmínkami prostředí, především v případě primárních infekcí pohlavními askosporami. Optimální teplotou pro uzrávání pseudothecií, uvolňování a klíčení askospor je 15–20 °C (NASERI et al., 2008, 2009) a výhodné jsou i vyšší srážky (KHANGURA et al., 2007) a vyšší relativní vzdušná vlhkost (El HADRAMI et al., 2010).

### **3.5.2 Bílá hniloba řepky (hlízenka obecná)**

Tuto chorobu způsobuje polyfágní půdní houba *Sclerotinia sclerotiorum*. Je to věckatá půdní houba, která vytváří na napadeném pletivu rostlin husté bílé mycelium. Charakteristická je tvorba nepravidelných tvrdých černých útvarů o velikosti až 1 cm nazývaných sklerocia, kterými houba přežívá volně v půdě v průměru čtyři roky, ale i deset a více let. Ze sklerocií později (obvykle na jaře koncem dubna) vyrůstají okolo 5 mm velké plodničky zvané apothecia. Uvnitř apothecií se tvoří věcka s askosporami, které roznáší vítr, zachytávají se na květních plátcích a jsou hlavním zdrojem infekce. Primární infekce probíhá prostřednictvím mycelia, které roste ze sklerocií. Askospory jsou zdrojem sekundární infekce. Zdrojem infekce může být i osivo s příměsí sklerocií. Houba napadá všechny části rostlin. První příznaky se objevují v období kvetení a těsně po odkvětu. Nejčastěji dochází k infekci v místech, kde se vlivem vlhkosti přilepí opadávající květní plátek ke stonku. První známkou napadení jsou protáhlé, vodnaté skvrny na hlavním stonku, které šednou a dochází k loupání pokožky rostlin. V místech napadení bývá uvnitř stonku bílé vatovité mycelium, ve kterém se tvoří zmíněná sklerocia. U silně napadených stonků dochází k lámání. Napadené šesule žloutnou a zasychají, mycelium se může tvořit i uvnitř nich. Příznaky jsou nejnápadnější v době zelené zralosti, napadené rostliny předčasně zasychají. Při silném napadení může docházet k velké redukci výnosu o 40–60 %. Patří k nejvýznamnějším chorobám řepky (POSLUŠNÁ et al., 2014; KAZDA et al., 2008; PROKINOVÁ, 2003; PLACHKÁ et al., 2010; KAZDA et al., 2010; ANONYM, 2015; RYŠÁNEK et al., 2014). Tento patogen má specifické požadavky na podmínky

prostředí. Karpogenické klíčení sklerocií (tvorba apothecií) probíhá při teplotách 10 až 25 °C s optimem 20 °C. Pro tento proces je nutná také vysoká relativní vlhkost vzduchu a půdy (CLARKSON et al., 2007; MILA a YANG, 2008; FOSTER et al., 2011). Uvolňování askospor je ovlivňováno změnou teploty a vlhkosti vzduchu během dne (QANDAH a del RIO MENDOZA, 2011). Pro infekci stonků těmito askosporami jsou ideální teploty 16 až 22 °C (KOCH et al., 2007).

## 4 MATERIÁL A METODIKA

### 4.1 Popis lokality

Monitoring mikroklimatu porostu řepky olejné v roce 2016 probíhal na polní pokusné stanici Mendelovy univerzity v Brně na pracovišti Žabčice (Loc: 49°1'18.658"N, 16°36'56.003"E). Toto pracoviště leží několik kilometrů na jih od Brna a je součástí Dyjsko-svrateckého úvalu. Nachází se v okrajové části kukuřičné oblasti (NERUDA et al., 2009).



Obrázek 1: Geografické umístění lokality Žabčice (zdroj: mapy.cz, 2017)

Půdy, které se zde nachází, jsou neutrální až slabě kyselé, mají nedostatek humusu, a také rozdílné složení – od půd písčitých až po jílovité. Co se týká půdních typů, převažují zde černozemě a drnové půdy, jejichž nevýhodou je nízká vodní kapacita. V této oblasti neustále kolísá hladina spodní vody a na některých částech území je relativně vysoká, což může být problémem obzvláště po vlhkých zimách (NERUDA et al., 2009).

Podnik leží na území rovinatého charakteru v jihomoravské suché oblasti, průměrná nadmořská výška se pohybuje okolo 181 m n.m. Pro tuto oblast je charakteristické vnitrozemské klima nížiny otevřené k jihu. Průměrná roční teplota je zde 9,3 °C



a průměrné roční srážky jsou 450–550 mm, jejichž rozložení je dosti nepravidelné. Právě rozložení srážek je v zemědělství čím dál větším problémem. Výhodou je však dlouhé vegetační období, jehož průměrná délka zde trvá 240 dní (FUKALOVÁ et al., 2009; NERUDA et al., 2009).

## 4.2 Monitoring a použité přístroje

Během hlavního vegetačního období byla na polní pokusné stanici v Žabčicích monitorována relativní vlhkost vzduchu a půdy v porostu řepky olejné. Analogové senzory vlhkosti vzduchu Honeywell HIH 4000 byly na mobilní stanici umístěny do přízemní výšky (0,05 m), do efektivní výšky porostu (cca 85 % výšky porostu – v závislosti na růstové fázi) a do 2 m nad povrchem půdy. Senzor byl umístěn do stínítka, aby byla naměřená data co nejpřesnější a nemohlo dojít k jejich zkreslení. Ovlhčení listů bylo měřeno pomocí registrátoru s filtračním papírem LW1, který byl umístěn v přízemní výšce porostu. V půdním profilu byla monitorována vlhkost půdy automatickým elektromagnetickým snímačem VIRRIB (AMET Velké Bílovice) v hloubkách 20, 30 a 40 cm. Údaje byly měřeny v porostech odrůdy Sherpa a PX104.

Vertikální stratifikace vlhkosti vzduchu byla interpolována metodou triangulace s lineární interpolací a vykreslena do 2D map prostřednictvím software SURFER. V případě vlhkosti půdy bohužel došlo k poruše čidla, takže nemohla být tato veličina vyhodnocena. Použitím regresní analýzy byly získány rovnice vztahů mezi vlhkostí vzduchu v porostu v hodnocených výškách a vlhkostí vzduchu ve 2 m nad zemí na klimatologické stanici se standardním travním porostem v bezprostřední blízkosti monitorovaného porostu řepky. Na této stanici byla vlhkost vzduchu měřena pomocí registrátoru vlhkosti vzduchu HOBO, výrobce Onset computer, USA. Zmíněné modely pak byly testovány pomocí koeficientu determinace ( $R^2$ ).

Vzhledem k tomu, že se charakter porostu během svého růstu mění, bylo jarní vegetační období řepky rozděleno do těchto čtyř částí:

- I. BBCH 30–59 (fáze od prodlužování stonku do objevení se pupat),
- II. BBCH 60–69 (fáze kvetení),
- III. BBCH 70–79 (fáze vývoje plodů),
- IV. BBCH 80–89 (fáze zrání).

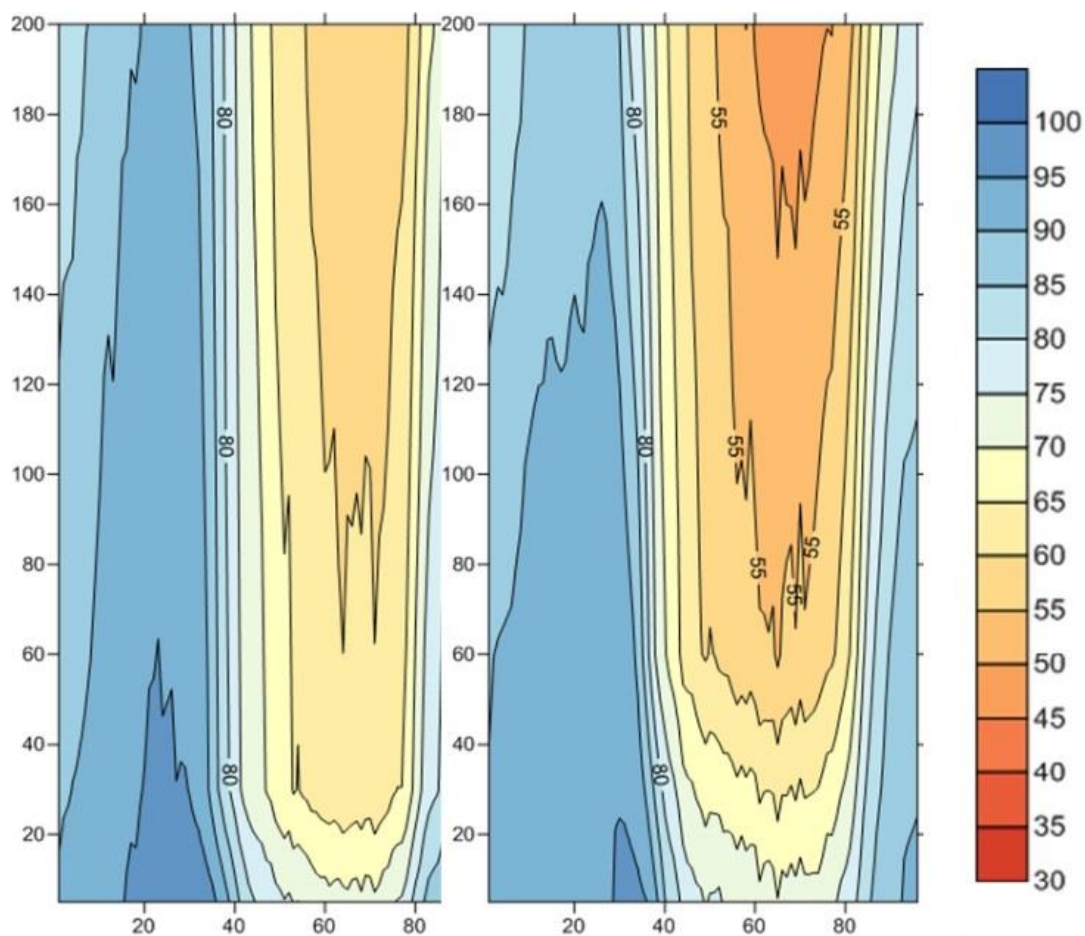
### 4.3 Sledování patogenů

Současně s monitoringem byl sledován výskyt vybraných důležitých patogenů řepky, a to *Leptosphaeria maculans* a *Sclerotinia sclerotiorum*. Rovněž byla na podzim na část plochy rozhozena sklerocia houby *S. sclerotiorum*. Přítomnost askospor tohoto patogena byla zjišťována kultivací okvětních plátků na pevné živné půdě (Potato Dextrose Agar). Založení a hodnocení testu bylo provedeno v souladu s metodikou „Petal Test Manual for Sclerotinia in Canola“. Pro hodnocení byly použity dvakrát cca po 14 dnech odebrané okvětní plátky vždy po 80 kusech. Proběhlo i, s touto metodou související, měření ovlhčení (viz. výše). Dále byla 16.6.2016 hodnocena intenzita napadení *S. sclerotiorum* na stoncích řepky, kdy bylo pro toto hodnocení použito celkem 100 stonků. Bylo sledováno procento napadených rostlin a vyhodnoceno dle metodiky EPPO PP 1/78(3) Pro hodnocení houbových chorob v řepce.

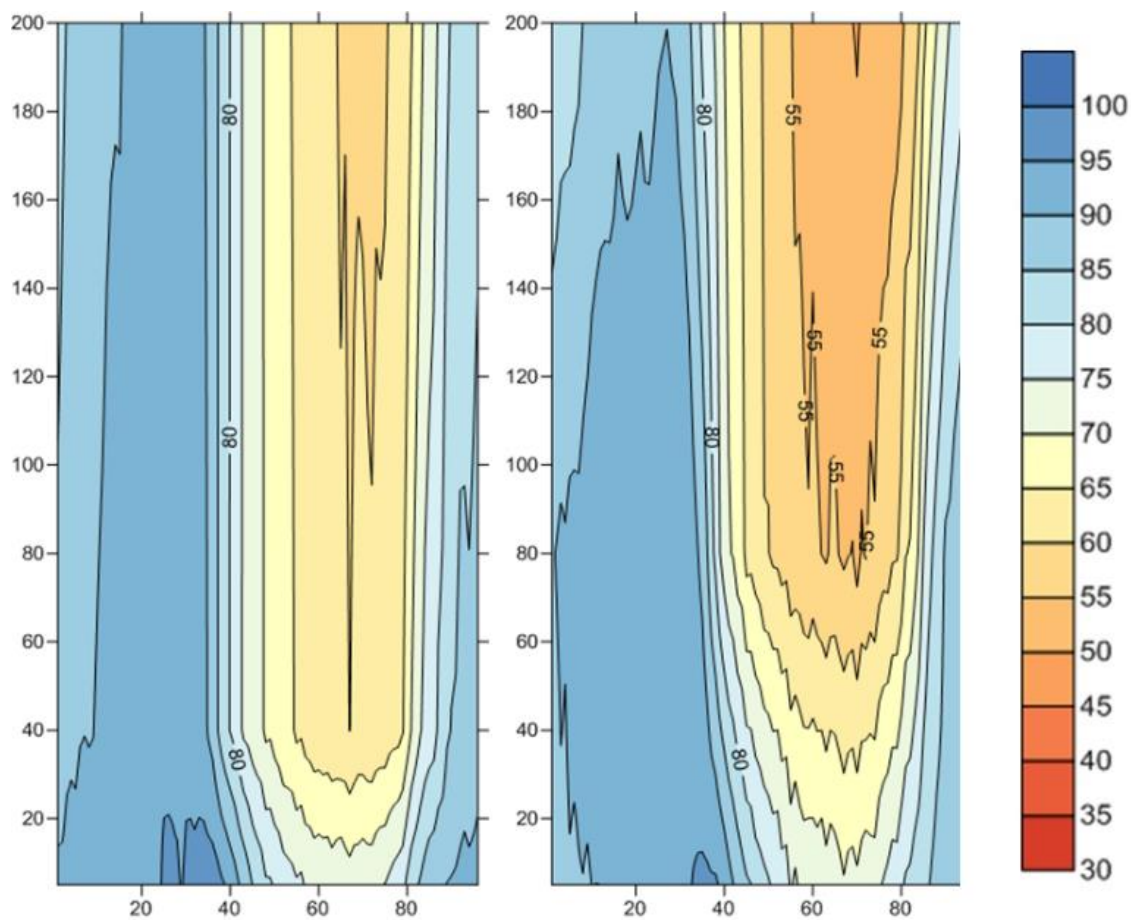
## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Průběh vlhkostí vzduchu a jejich stratifikace

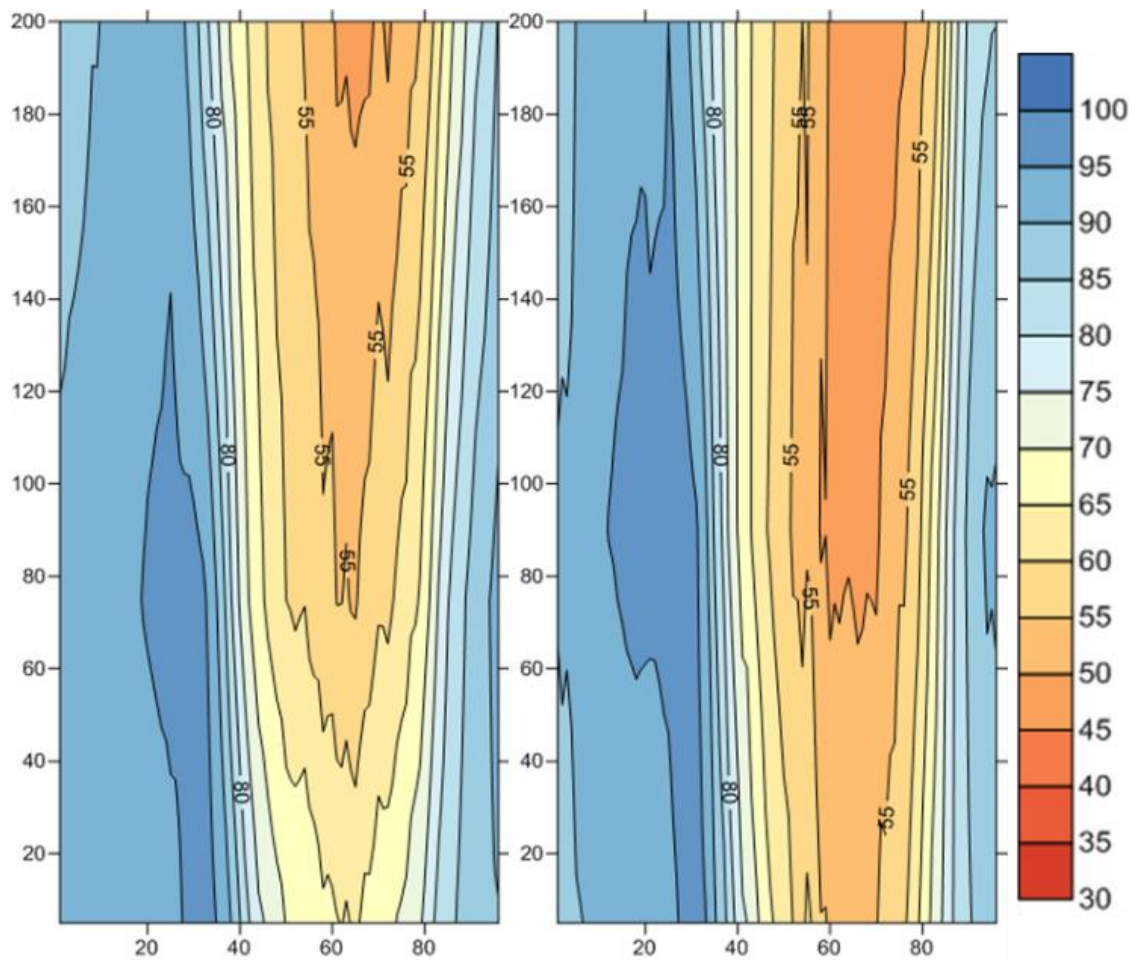
Obrázky 2–5 znázorňují průběh relativních vlhkostí vzduchu a jejich stratifikace. Nezávislou proměnnou (osa x) vždy představují 15minutové intervaly a závislou proměnnou (osa y) je profil porostu řepky ozimé.



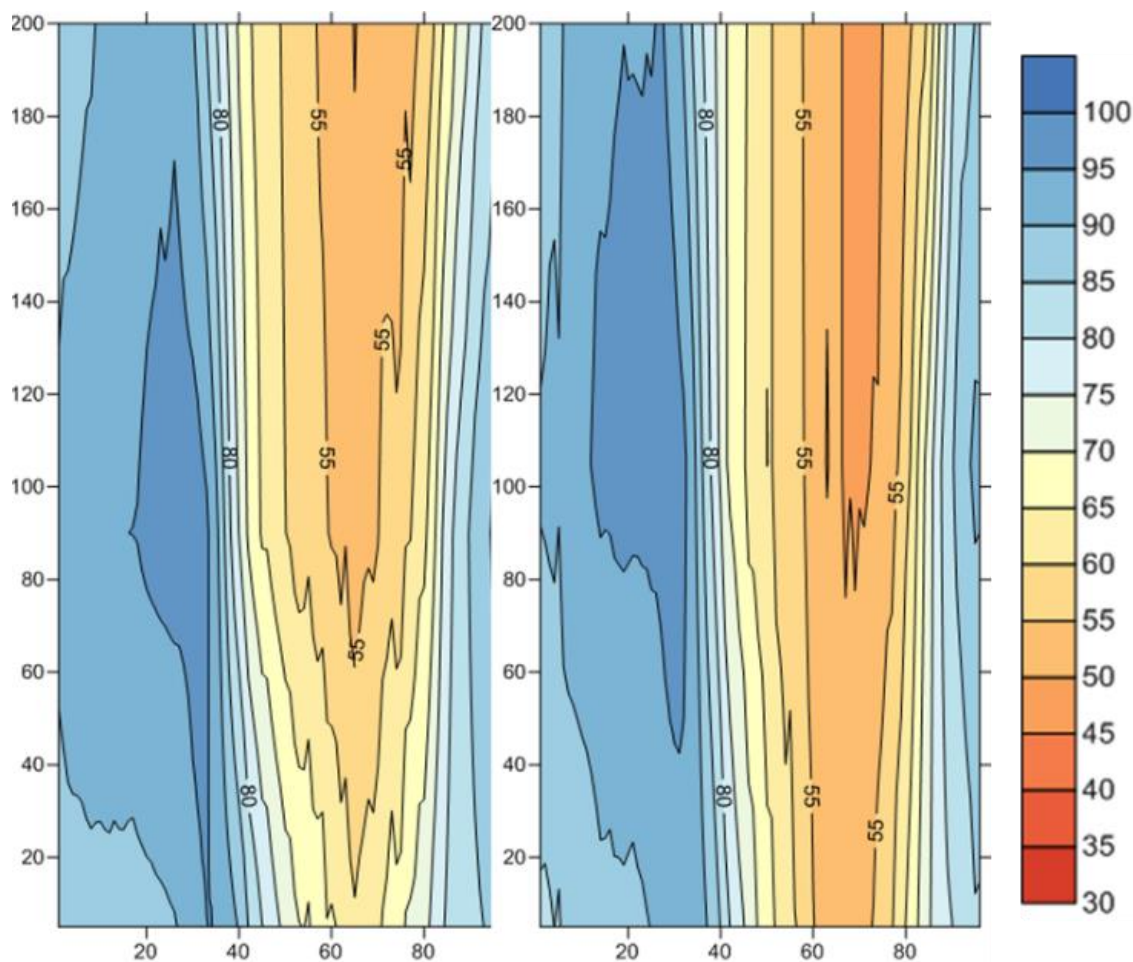
Obrázek 2: 24 hodinové průměrné průběhy vlhkostí vzduchu v profilu porostu řepky; zleva I. až II. období dle BBCH; odrůda PX104



Obrázek 3: 24 hodinové průměrné průběhy vlhkostí vzduchu v profilu porostu řepky; zleva I. až II. období dle BBCH; odrůda Sherpa



Obrázek 4:24 hodinové průměrné průběhy vlhkostí vzduchu v profilu porostu řepky; zleva III. až IV. období dle BBCH; odrůda PX104



Obrázek 5: 24 hodinové průměrné průběhy vlhkostí vzduchu v profilu porostu řepky; zleva III. až IV. období dle BBCH; odrůda Sherpa

Z obrázků je zřejmé, že největší rozdíly vlhkostí vzduchu v jednotlivých patrech porostu řepky byly zjištěny ve světlé části dne, a to mezi 14. a 16. hodinou SEČ. Rozdíly vlhkostí byly také závislé na konkrétní vývojové fázi. Například ve fázi kvetení (II.), v které dochází k infekci řepky askosporami *S. sclerotiorum*, byly vlhkosti v přízemní části porostu až o 20 procentních bodů vyšší ve srovnání s vlhkostmi ve výšce 2 m nad povrchem, a to u obou sledovaných odrůd.

## 5.2 Srovnání relativních vlhkostí vzduchu naměřených v porostu s vlhkostmi na standardní klimatologické stanici

V tabulkách 1–4 jsou uvedeny vztahy mezi relativními vlhkostmi vzduchu v jednotlivých výškách porostu sledovaných odrůd a vlhkostmi naměřenými ve výšce 2 m na standardní klimatologické stanici umístěné v bezprostřední blízkosti porostu.

*Tabulka 1: Regresní rovnice vztahu, koeficienty determinace a přepočtené hodnoty na modelové vlhkosti mezi relativními vlhkostmi vzduchu v jednotlivých patrech porostu a vlhkostmi na klimatologické stanici; Sherpa; I. a II. období; modelová vlhkost je vždy 80 %*

Vlhkost	Sherpa	Období 2016	
	Umístění čidla	I.	II.
Žabčice	2 m	$y = 0,8864x + 6,1719$	$y = 0,8945x + 5,6298$
		$R^2 = 0,8082$	$R^2 = 0,8079$
		77	77
	Efektivní výška	$y = 0,8951x + 7,8027$	$y = 0,9298x + 8,8712$
		$R^2 = 0,8082$	$R^2 = 0,8079$
		79,4	83
	Přízemí	$y = 0,6546x + 34,532$	$y = 0,4287x + 53,837$
		$R^2 = 0,8082$	$R^2 = 0,8079$
		87	88

*Tabulka 2: Regresní rovnice vztahu, koeficienty determinace a přepočtené hodnoty na modelové vlhkosti mezi relativními vlhkostmi vzduchu v jednotlivých patrech porostu a vlhkostmi na klimatologické stanici; PX104; I. a II. období; modelová vlhkost je vždy 80 %*

Vlhkost	PX104	Období 2016	
	Umístění čidla	I.	II.
Žabčice	2 m	$y = 0,9495x - 1,1097$	$y = 0,9487x - 0,436$
		$R^2 = 0,8636$	$R^2 = 0,8596$
		76	76
	Efektivní výška	$y = 0,9265x + 6,0836$	$y = 0,929x + 8,8099$
		$R^2 = 0,8938$	$R^2 = 0,8497$
		80	83
	Přízemí	$y = 0,7213x + 28,502$	$y = 0,5484x + 44,931$
		$R^2 = 0,7786$	$R^2 = 0,6742$
		86	89

Tabulka 3: Regresní rovnice vztahu, koeficienty determinace a přepočtené hodnoty na modelové vlhkosti mezi relativními vlhkostmi vzduchu v jednotlivých patrech porostu a vlhkostmi na klimatologické stanici; Sherpa; III. a IV. období; modelová vlhkost je vždy 80 %

Vlhkost	Sherpa	Období 2016	
	Umístění čidla	III.	IV.
Žabčice	2 m	$y = 0,8663x + 6,7406$	$y = 0,9451x - 1,0513$
		$R^2 = 0,7774$	$R^2 = 0,8021$
		76	75
	Efektivní výška	$y = 0,887x + 10,287$	$y = 1,0148x - 3,7799$
		$R^2 = 0,762$	$R^2 = 0,8416$
		81	77
	Přízemí	$y = 0,5403x + 39,737$	$y = 0,7897x + 14,221$
		$R^2 = 0,4937$	$R^2 = 0,6751$
		83	77

Tabulka 4: Regresní rovnice vztahu, koeficienty determinace a přepočtené hodnoty na modelové vlhkosti mezi relativními vlhkostmi vzduchu v jednotlivých patrech porostu a vlhkostmi na klimatologické stanici; PX104; III. a IV. období; modelová vlhkost je vždy 80 %

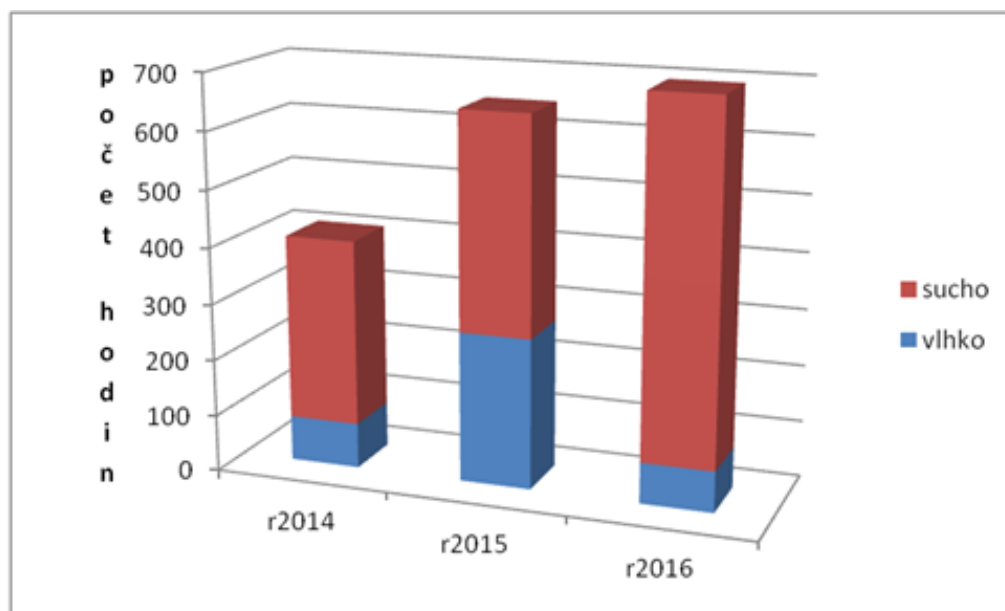
Vlhkost	PX104	Období 2016	
	Umístění čidla	III.	IV.
Žabčice	2 m	$y = 0,9161x + 1,7297$	$y = 0,9933x - 5,9331$
		$R^2 = 0,8397$	$R^2 = 0,8608$
		75	74
	Efektivní výška	$y = 0,8619x + 12,81$	$y = 1,0758x - 9,4214$
		$R^2 = 0,7891$	$R^2 = 0,8889$
		82	77
	Přízemí	$y = 0,6269x + 34,967$	$y = 0,9178x + 5,1343$
		$R^2 = 0,6206$	$R^2 = 0,8035$
		85	79

Byly zjištěny těsné závislosti mezi průběhem teplot v jednotlivých patrech porostu řepky s hodnotami naměřenými na klimatologické stanici. U odrůdy Sherpa jsou koeficienty determinace poměrně vysoké ve všech obdobích pro efektivní výšku porostu a výšku 2 m (0,76–0,84). O něco nižší jsou pak pro přízemní výšku porostu (0,47–0,67). U odrůdy PX104 jsou koeficienty determinace vysoké pro všechny regresní rovnice (0,62–0,89).



### 5.3 Měření ovlhčení

Graf 1 znázorňuje počet hodin trvání sucha a vlhka v jednotlivých letech. Pokud se zaměříme pouze na rok 2016, můžeme vidět, že v tomto roce bylo zřetelně více hodin suchých než vlhkých, z čehož lze předpokládat nízký výskyt sledovaných patogenů.



Graf 1: Počet suchých a vlhkých period v jednotlivých letech

### 5.4 Výskyty patogenů

#### 5.4.1 Hodnocení napadení patogenem *Sclerotinia sclerotiorum*

Tabulka 5: Kontaminace okvětních plátků patogenem *Sclerotinia sclerotiorum*

Datum odběru	Lokalita	Kontaminace (%)
3.5.2016	Žabčice	95
11.5.2016	Žabčice	44

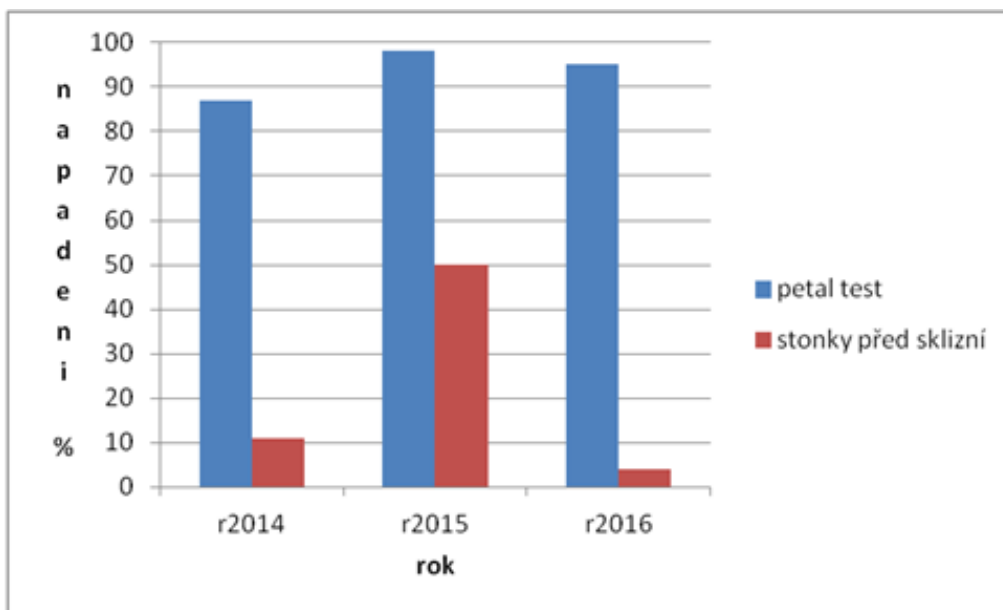
V tabulce 5 je uvedeno vyhodnocení procentuální kontaminace odebraných okvětních plátků řepky daným patogenem po kultivaci na živné půdě. Z této tabulky je zřetelné, že kontaminace okvětních plátků odebraných v prvním termínu byla podstatně vyšší než při odběru v termínu druhém. Rozdíl mohl být způsoben jak délkou kvetení, tak i nižší relativní vlhkostí, což znamená menší ovlhčení listů a tím méně příznivé podmínky pro patogena.

Tabulka 6: Napadení rostlin řepky v roce 2016 patogenem *Sclerotinia sclerotiorum*

Lokalita	Varianta	Počet rostlin v daném stupni napadení (%)				Četnost napadení (%)
		0	1	2	3	
Žabčice	PX104 inok.	96	4	0	0	4
Žabčice	PX104 kont.	97	3	0	0	3
Žabčice	Sherpa (inok.)	97	3	0	0	3
Žabčice	Sherpa (kont.)	98	2	0	0	2

Tabulka 6 znázorňuje hodnocení napadení rostlin řepky před sklizní. U obou odrůd byla vždy varianta s inokulací sklerocii a varianta kontroly, tedy neinokulovaná. Jak lze z tabulky vyčíst, největší četnost napadení (4 %) byla pozorována u inokulované varianty odrůdy PX104, avšak u všech variant, včetně této, byla četnost napadení hodnocena jako velmi nízká.

Graf 2 uvádí srovnání procent napadení řepky hodnocené pomocí petal testu a hodnocení stonků před sklizní. Můžeme zde vidět, že v roce 2016 bylo dle výsledků petal testu procento napadení ve fázi kvetení velmi vysoké (90–95%), avšak podle hodnocení stonků naopak velmi nízké.



Graf 2: Procenta napadení patogenem *Sclerotinia sclerotiorum* v petal testu a infekce stonků před sklizní

#### 5.4.2 Hodnocení napadení patogenem *Leptosphaeria maculans*

Bylo pozorováno napadení řepky původci fomového černání stonků řepky *Leptosphaeria maculans*, *Leptosphaeria biglobosa*. I napadení tímto patogenem v roce 2016 bylo hodnoceno jako velmi nízké, četnost napadení byla pouze 4 %.

## 6 DISKUSE

Úspěšnost infekce rostlin jejich patogeny je závislá na mnoha faktorech, především na genotypu rostliny a patogena a také na podmínkách prostředí. Jednou z rozhodujících charakteristik je délka ovlhčení listů, přičemž každý druh patogena má specifické požadavky. Jak uvádějí LAUNAY et al. (2014), např. *Pyrenophora teres* vyžaduje délku ovlhčení minimálně 10 hodin, *Puccinia triticina* minimálně 12 hodin, *Leptosphaeria maculans* 20 hodin a *Phytophthora infestans* 25 hodin. V našich pozorováních jsme v roce 2016 zjistili nízké napadení stonků řepky patogenem *S. sclerotiorum*, i když infekce okvětních plátků askosporami byla poměrně vysoká (Graf 2). Bylo to zřejmě způsobeno krátkou dobou ovlhčení listů v období květu řepky (Graf 1), které je rozhodující z hlediska infekce stonků. Rovněž napadení dalším patogenem *L. maculans* bylo nízké, pravděpodobně ze stejného důvodu.

Průběh ovlhčení listů je ovlivňován mnoha faktory průběhu počasí (BREGAGLIO et al., 2011). Jedním z nich je i relativní vlhkost vzduchu., jenž je často jednou z charakteristik, které jsou využívány v modelech prognózy výskytu patogenů. Ty jsou často získávány z klimatologických stanic, kde se měří ve 2 m nad travnatým povrchem, a proto se mohou lišit od hodnot v porostním mikroklimatu. V současné době je velmi málo údajů o mikroklimatu porostů polních plodin. Např. KRÉDL et al. (2011) a KRČMÁŘOVÁ et al. (2015) zjistili, že relativní vzdušná vlhkost v přízemí porostu pšenice je až o 30-40 procentních bodů vyšší ve srovnání s hodnotami naměřenými ve výšce 2 m nad povrchem, v aktivní výšce porostu až 10 – 25 procentních bodů. Tyto rozdíly jsou závislé nejenom na druhu plodiny (SENTELHAS et al, 2005), ale také na architektuře porostu (CALLONEC et al., 2013; TIVOLI et al., 2013). Ta, kromě mikroklimatu, může ovlivnit procesy vlastní interakce rostlina a patogen, např. rozšiřování diseminačních jednotek, predispozice pletiv aj. V našem sledování jsme rovněž zjistili silné ovlivnění relativní vlhkosti vzduchu v mikroklimatu porostu, které bylo závislé na růstové fázi řepky a denní době, případně i na odrůdě (Obrázky 2–5).

Jednou z možností odhadu průběhu relativní vlhkosti v porostech plodin je použití regresní analýzy mezi údaji získávanými na meteorologických stanicích a přímo v porostech. Zjistili jsme poměrně vysokou míru závislosti mezi těmito údaji, která je vyjádřena koeficienty determinace (Tabulky 1–4). Z toho plyne, že ve všech případech

je možné využít regresní rovnice pro odhad relativních vlhkostí vzduchu v porostu. Například ve fázi kvetení (II.), což je fáze důležitá pro infekci rostlin řepky patogenem *Sclerotinia sclerotiorum*, je při modelové relativní vlhkosti vzduchu 80 % na klimatologické stanici v Žabčicích odhadovaná vlhkost v efektivní výšce porostu 83 % a v přízemí 88 % u odrůdy Sherpa, u odrůdy PX104 je to 83 % v efektivní výšce porostu a 89 % v přízemní výšce. Hodnoty relativní vlhkosti vzduchu 85-90 % jsou často udávány jako hraniční, při kterých již dochází k ovlhčení listů (SENTELHAS, 2008). Z toho vyplývá, že při používání údajů pouze z klimatologických stanic může docházet k podhodnocení délky trvání ovlhčení, proto je žádoucí, aby do údajů modelů prognózy výskytu patogenů byla používána data přímo z porostů.

## 8 ZÁVĚR

Na polní pokusné stanici v Žabčicích proběhl v roce 2016 monitoring porostního mikroklimatu řepky olejky ozimé. Během hlavního vegetačního období byla monitorována vlhkost vzduchu a půdy ve vertikálním profilu porostu a pod porostem. Současně byl sledován vývoj napadení řepky vybranými patogeny *Sclerotinia sclerotiorum* a *Leptosphaeria maculans*, *L. biglobosa* z hlediska jejich důležitosti v posledních letech.

Při vyhodnocení vertikální stratifikace relativní vlhkosti vzduchu byly zjištěny rozdíly v hodnotách v jednotlivých patrech porostu, přičemž tyto byly patrné především ve světlé části dne. Rozdíl činil až 20 procentních bodů mezi vlhkostí vzduchu ve 2 m a v přízemí porostu.

Regresní analýzou byly získány rovnice vztahů mezi vlhkostmi v jednotlivých patrech porostu a vlhkostí ve 2 m na standardní klimatologické stanici umístěné v těsné blízkosti porostu řepky. Modely byly testovány pomocí koeficientu determinace a bylo prokázáno, že je možné využít regresní rovnice pro odhad relativní vlhkosti vzduchu v porostu a tím i k predikci výskytu patogenů.

Dále bylo hodnoceno napadení rostlin patogeny. Výskyt patogenů *L. maculans*, *L. biglobosa* byl velmi nízký, čímž byl potvrzen předpoklad z délky ovlhčení, kdy mnohonásobně převažovalo sucho. Procento napadení rostlin patogenem *S. sclerotiorum* bylo dle výsledků tzv. petal testu velmi vysoké, kdežto dle hodnocení napadení rostlin před sklizní naopak velmi nízké. Z uvedeného vyplývá, že predikce pouze podle petal testu nestačí, a je vhodné tuto metodu zkombinovat s monitoringem mikroklimatu v porostu, především měření ovlhčení listů, které je pro výskyt nejen tohoto patogena nezbytné.

## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

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

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

ANONYM, 2015: *Plant Disease Diagnosis*. Databáze online [cit. 2017-04-01]. Dostupné na: <http://www.apsnet.org/EDCENTER/INTROPP/TOPICS/Pages/PlantDiseaseDiagnosis.aspx>

ANONYM. *Stanovisko k pesticidům – ozimá řepka a slunečnice*. Praha: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, 2002, **2015**. ISBN 9788087065617.

BARANYK, P. a FÁBRY A. *Řepka: pěstování, využití, ekonomika*. Praha: Profi Press, 2007. ISBN 978-80-86726-26-7.

BEČKA, D. *Řepka ozimá: pěstitelský rádce*. Praha: Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, 2007. ISBN 9788087111055.

BRANT, V., KROULÍK M., ZÁBRANSKÝ P. a ŠKEŘÍKOVÁ M. Přesné a variabilní setí ozimé řepky. *Úroda*. 2016, **2016**(7), 40-43.

BREGAGLIO, S., DONATELLI M., CONFALONIERI R., ACUTIS M. a ORLANDINI S. Multi metric evaluation of leaf wetness models for large-area application of plant disease models. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2011, **2011**(151), 1163-1172.

BROM, J., 2010: *Mikroklima porostu*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. Dostupné na: <http://www.jbrom.smoothcollie.eu/vyuk/Mikr.pdf>

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

CLARKSON, J. P., PHELPS K., WHIPPS J. M., YOUNG C. S., SMITH J. A. a WATLING M. Forecasting Sclerotinia disease on lettuce: A predictive model for carpogenic germination of *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia. *Phytopathology*. 2007, **2007**(97), 621-631.

COOKE, B. M., JONES D. G. a KAYE B. *The epidemiology of plant diseases*. 2nd ed. Dordrecht, the Netherlands: Springer, c2006. ISBN 978-1-4020-4580-6. 576 s.

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

COUFAL, L. *Fenologický atlas*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2004. ISBN 8086690210.

DOLEŽELOVÁ, M., 2013: *Srážky na jižní Moravě v období 2010–2012. Hraje roli celkové množství srážek nebo jejich rozložení v čase?*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. Dostupné na: <http://www.cbks.cz/sbornikKrtiny13/Dolezelova.pdf>

EL HADRAMI, A., DILANTHA FERNANDO W. G. a DAAYF F. Variations in relative humidity modulate *Leptosphaeria* spp. pathogenicity and interfere with canola mechanisms of defence. *European Journal of Plant Pathology*. 2010, **2010**(126), 187-202.

FOSTER A.J., KORA C., MCDONALD M. R. a BOLAND G. J. Development and validation of a disease forecast model for Sclerotinia rot of carrot. *Can. J. Plant Pathol.* 2011, 2011(33), 187–201.

FRY, W. E. *Principles of plant disease management*. New York: Academic Press, 1982.



FUKALOVÁ, P. a POKLADNÍKOVÁ H., 2009: *Vývojové trendy ve využití půdy v katastrálním území Žabčice*. Databáze online [cit. 2017-04-20]. Dostupné na: [https://acta.mendelu.cz/media/pdf/actaun\\_2010058020069.pdf](https://acta.mendelu.cz/media/pdf/actaun_2010058020069.pdf)

HÁJKOVÁ, L. *Atlas fenologických poměrů Česka: Atlas of the phenological conditions in Czechia*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2012. ISBN 9788086690988.

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

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

HORA, P., KOHUT M. a KNOZOVÁ G., 2011: *Vlhkost půdy v lokalitě Hodonín–Pánov*. Databáze online [cit. 2017-04-10]. Dostupné na: <http://www.amet.cz/HoraKohutKnozova.pdf>

JENIŠTA, J. a ŠVEC J., 2003: *Zkušenosti získané při sledování klimatu na výsypkách na Mostecku*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. Dostupné na: [http://www.cbks.cz/sbornik03/prispevky/Jenista\\_Svec.pdf](http://www.cbks.cz/sbornik03/prispevky/Jenista_Svec.pdf)

KAZDA, J. a ŠKEŘÍK J. *Metodika integrované ochrany řepky*. Praha: SPZO, 2008. ISBN 9788087065082.

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

KHANGURA, R., SPEIJERS J., BARBETTI M. J., SALAM M. U. a DIGGLE J. Epidemiology of Blackleg (*Leptosphaeria maculans*) of Canola (*Brassica napus*) in Relation to Maturation of Pseudothecia and Discharge of Ascospores in Western Australia. *Phytopathology*. 2007, **2007**(97), 1011-1021.

KOCH, S., DUNKER S., KLEINHENZ B., ROHRIG M. a TIEDEMANN A. von. A crop loss-related forecasting model for Sclerotinia stem rot in winter oilseed rape. *Phytopathology*. 2007, **2007**(97), 1186-1194.

KOŽNAROVÁ, V. a KLABZUBA J. *Aplikovaná meteorologie a klimatologie: Voda v atmosféře, výpar, vlhkost vzduchu, půdy a materiálu*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2004. Edice: 1: 1. ISBN 9788021311237.

KRČEK, V., BARANYK P. a ŠKERŤÍKOVÁ M. Hledání optimálního způsobu zakládání porostů řepky. *Úroda*. 2015, **2015**(6), 67-70.

KRČMÁŘOVÁ, J., POKORNÝ R. a STŘEDA T., 2016: *The course, stratification and possibility of simulating relative air humidity in winter wheat stand*. Databáze online [cit. 2017-04-10]. Dostupné na: [http://gpi.savba.sk/GPIweb/ogg/ikohut/CGG/46/2/Krcmarova-et-al\\_CGG-46-2\\_web.pdf](http://gpi.savba.sk/GPIweb/ogg/ikohut/CGG/46/2/Krcmarova-et-al_CGG-46-2_web.pdf)

KRČMÁŘOVÁ, J., STŘEDA T. a POKORNÝ R., 2014: *Specifics of soil temperature under winter oilseed rape canopy*. Databáze online [cit. 2017-04-12]. Dostupné na: [http://gpi.savba.sk/GPIweb/ogg/ikohut/CGG/44/3/Krcmarova-et-al\\_CGG-44-3\\_web.pdf](http://gpi.savba.sk/GPIweb/ogg/ikohut/CGG/44/3/Krcmarova-et-al_CGG-44-3_web.pdf)

KRÉDL, Z., STŘEDA T., KMOCH M. a POKORNÝ R.: Mikroklima v porostech pšenice a řepky. *Úroda*. 2010, **2010**(12), vědecká příloha, 717-720.

KRÉDL, Z., STŘEDA T., POKORNÝ R. a KMOCH M., 2011: *Teplotní zvrstvení v porostech pšenice a řepky*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. Dostupné na: <http://www.cbks.cz/SbornikSMlyn11/Kredl2.pdf>

KRÉDL, Z., STŘEDA T., POKORNÝ R., KMOCH M. a BROTAN J., 2012: *Microclimate in the vertical profile of wheat, rape and maize canopies*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. Dostupné na: [https://acta.mendelu.cz/media/pdf/actaun\\_2012060010079.pdf](https://acta.mendelu.cz/media/pdf/actaun_2012060010079.pdf)

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

LAUNAY, M., CAUBEL J., BOURGEOIS G., HUARSD F., CORTAZAR-ATAURI I. G., BANCAL M. O., BRISON N. Climatic indicators for crop protection risk: Application to climate change impact on five major foliar fungal diseases in Northern France. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2014, **2014**(197), 147-158.

- LITSCHMANN, T. a HADAŠ P., 2003: *Mikroklima vybraných porostních stanovišť*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. [http://www.cbks.cz/sbornik03/prispevky/Litschmann\\_Hadas.pdf](http://www.cbks.cz/sbornik03/prispevky/Litschmann_Hadas.pdf)
- LITSCHMANN, T., DOLEŽAL P. a HAUSVATER E. *Sledování meteorologických faktorů v rostlinné výrobě*. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský, 2014. Praktické informace. ISBN 9788086940618.
- LITSCHMANN, T., HADAŠ P. a STŘEDA T., 2013: *Porovnání půdně vlhkostních charakteristik vápencových partií CHKO Pálava a Moravský kras*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. Dostupné na: <http://www.amet.cz/LitschmannHadasStreda.pdf>
- MATEJKA, F., ROŽNOVSKÝ J., HURTALOVÁ T. a JANOUŠ D., 2003: *Súčasný stav a perspektívy výskumu mikroklimy rastlinných porastov*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. Dostupné na: [http://cbks.cz/sbornik03/prispevky/Matejka\\_Roznovsky.pdf](http://cbks.cz/sbornik03/prispevky/Matejka_Roznovsky.pdf)
- MILA, A.L. a YANG X.B. (2008). Effects of fluctuating soil temperature and water potential on sclerotia germination and apothecial production of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Disease*. 2008, **2008**(92), 78–82.
- NAGY, V., ŠTEKAUEROVÁ V., SINOROS–SZABO B. a MILICS G., 2013: *Voda je jedným z najdôležitejších faktorov ovplyvňujúcich pôdnu úrodnosť*. Databáze online [cit. 2017-04-10]. Dostupné na: <http://www.cbks.cz/sbornikKrtiny13/Nagy.pdf>
- NASERI, B., DAVIDSON J. A. a SCOTT E. S. Effect of temperature, cultivar and plant tissue on the germination of, and hyphal growth from, ascospores of *Leptosphaeria maculans*. *Australasian Plant Pathology*. 2008, **2008**(37), 365-372.
- NASERI, B., DAVIDSON J. A. a SCOTT E. S. Maturation of pseudothecia and discharge of ascospores of *Leptosphaeria maculans* in oilseed rape stubble. *European Journal of Plant Pathology*. 2009, **2009**(125), 523-531.
- NERUDA, J. *Vysokoškolské statky Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2009, 313 s. ISBN 978-80-7375-306-1.

PETR, J. *Počasí a výnosy*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

PLACHKÁ, E. a POSLUŠNÁ J. Nouzové dozrávání řepky. *Úroda*. 2015, **2015**(10), 26-29.

PLACHKÁ, E. a POSLUŠNÁ J.: Bílá hniloba řepky (*Sclerotinia sclerotiorum*) - její výskyt a význam na Opavsku a Šumpersku. *Úroda*. 2010, **2010**(12), vědecká příloha, 319-322.

POSLUŠNÁ, J. a PLACHKÁ E. Vliv plošné inokulace půdy na výskyt bílé hniloby řepky. *Úroda*. 2014, **2014**(8), 46-52.

POSLUŠNÁ, J. a PLACHKÁ E.: Výskyt fomové hniloby (*Leptosphaeria maculans*, *L. biglobosa*) na severní Moravě (Šumpersko, Opavsko) v posledních letech. *Úroda*. 2011, **2011**(12), vědecká příloha, 251-254.

PROKINOVÁ, E., 2003: *Choroby řepky význam v ČR a ochrana proti nim*. Databáze online [cit. 2017-04-18]. Dostupné na: [http://konference.agrobiologie.cz/2003-02-19/12-prokinova\\_choroby\\_repyky\\_vyznam\\_v\\_cr\\_a\\_ochrana\\_proti\\_nim.pdf](http://konference.agrobiologie.cz/2003-02-19/12-prokinova_choroby_repyky_vyznam_v_cr_a_ochrana_proti_nim.pdf)

QANDAH I.S., MENDOZA L.E. DEL R. Temporal dispersal patterns of *Sclerotinia sclerotiorum* ascospores during canola flowering. *Can. J. Plant Pathol.* 2011, **2011**(33), 159–167.

ROŽNOVSKÝ, J. a HAVLÍČEK V. *Bioklimatologie*. Dot. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999. ISBN 8071572918.

ROŽNOVSKÝ, J., MATEJKA F. a HURTALOVÁ T., 2003: Mikroklima porostu kukuřice a jeho měření. In: LITSCHMANN, Tomáš a Jaroslav ROŽNOVSKÝ, ed. *Mikroklima porostů: [mezinárodní seminář] : sborník abstraktů : 26. března 2003*, Brno. Praha: Nakladatelství Českého hydrometeorologického ústavu, 2003. ISBN 8086690059.

RYŠÁNEK, P., KAZDA J., MAZÁKOVÁ J., POSLUŠNÁ J., PLACHKÁ E., SPITZER T. a POKORNÝ R. Chemická ochrana a fomové černání stonku řepky. *Úroda*. 2015, **2015**(6), 55-58.

RYŠÁNEK, P., MAZÁKOVÁ J., KAZDA J., PLACHKÁ E. a POSLUŠNÁ J. Bílá hniloba řepky: Dvě strategie infekce řepky a co z toho plyne pro pěstitele. *Úroda*. 2014, **2014**(12), 19-21.

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

SENTELHAS, P. C., DALLA MARTA A., ORLANDINI S., SANTOS E. A., GILLESPIE T. J., GLEASON M. L. Suitability of relative humidity as an estimator of leaf wetness duration. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2008, **2008**(148), 392-400.

SENTELHAS, P. C., GILLESPIE T. J., BATZER J. C., GLEASON M. L., MONTEIRO J. E., PEZZOPANEJ R. M., PEDRO M. J. Spatial variability of leaf wetness duration in different crop canopies. *International Journal of Biometeorology*. 2005, **2005**(49), 363-370.

STRUŽKA, V. *Meteorologické přístroje a měření v přírodě*. Praha: SPN, 1956.

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

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

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

STŘELCOVÁ, K., MINĎÁŠ J. a ŠKVARENINA J., 2003: Štúdium mikroklimy a bioklimy horských lesných porastov. In: LITSCHMANN, T. a ROŽNOVSKÝ J., ed. *Mikroklima porostů: [mezinárodní seminář] : sborník abstraktů : 26. března 2003, Brno*. Praha: Nakladatelství Českého hydrometeorologického ústavu, 2003. ISBN 8086690059.

SVOBODOVÁ, E., TRNKA M., SEMERÁDOVÁ D. a ŽALUD Z. Dopady změny klimatu na potenciální výskyt vybraných patogenů a škůdců. *Rostlinolékař*. 2013, **2013**(3), 30-32.

ŠROJTOVÁ, G. a TÓTH Š., 2006: Analýza vplyvu počasia na nástup fenologických fáz v repke olejke ozimnej. In: ROŽNOVSKÝ, J., LITSCHMANN T. a VYSKOT I., ed. *Fenologická odezva proměnlivosti podnebí: sborník referátů [z mezinárodního vědeckého semináře, Brno 22.3.2006]*. Praha: Česká bioklimatologická společnost v nakl. Český hydrometeorologický ústav, 2006. ISBN 8086690350.

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

VALENTOVÁ, B. a ROŽNOVSKÝ J., 1999: *Srovnání chodu teploty a relativní vlhkosti vzduchu mezi porostem brambor a meteorologickou stanicí*. Databáze online [cit. 2017-04-10]. Dostupné na: <http://www.cbks.cz/sbornik%2099/ValentovaRoznovsky.pdf>

VOPRAVIL, J., KHEL T. a PÍRKOVÁ I. Bonitovaná půdně-ekologická jednotka – kód klimatického regionu. *Úroda*. 2011, **2011**(5), 88.

VRÁBLÍK, P. a VRÁBLÍKOVÁ J., 2003: *Poznatky ze sledování mikroklimatu na výsypkách*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. Dostupné na: <http://www.cbks.cz/sbornik03/prispevky/Vrablik.pdf>

ŽALUD, Z., 2015: *Bioklimatologie*. Databáze online [cit. 2017-04-05]. Dostupné na: [http://web2.mendelu.cz/af\\_217\\_multitext/ke\\_stazeni/bioklimatologie/bioklimatologie\\_2015.pdf](http://web2.mendelu.cz/af_217_multitext/ke_stazeni/bioklimatologie/bioklimatologie_2015.pdf)

## 10 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

<i>Obrázek 1: Geografické umístění lokality Žabčice (zdroj: mapy.cz) .....</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 2: 24 hodinové průměrné průběhy vlhkostí vzduchu v profilu porostu řepky; zleva I. až II. období dle BBCH; odrůda PX104 .....</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 3: 24 hodinové průměrné průběhy vlhkostí vzduchu v profilu porostu řepky; zleva I. až II. období dle BBCH; odrůda Sherpa .....</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 4: 24 hodinové průměrné průběhy vlhkostí vzduchu v profilu porostu řepky; zleva III. až IV. období dle BBCH; odrůda PX104.....</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 5: 24 hodinové průměrné průběhy vlhkostí vzduchu v profilu porostu řepky; zleva III. až IV. období dle BBCH; odrůda Sherpa .....</i>	<i>38</i>
<i>Graf 1: Počet suchých a vlhkých period v jednotlivých letech .....</i>	<i>41</i>
<i>Graf 2: Procenta napadení patogenem Sclerotinia sclerotiorum v petal testu a infekce stonků před sklizní .....</i>	<i>43</i>

## 11 SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Regresní rovnice vztahu, koeficienty determinace a přepočtené hodnoty na modelové vlhkosti mezi relativními vlhkostmi vzduchu v jednotlivých patrech porostu a vlhkostmi na klimatologické stanici; Sherpa; I. a II. období; modelová vlhkost je vždy 80 %.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabulka 2: Regresní rovnice vztahu, koeficienty determinace a přepočtené hodnoty na modelové vlhkosti mezi relativními vlhkostmi vzduchu v jednotlivých patrech porostu a vlhkostmi na klimatologické stanici; PX104; I. a II. období; modelová vlhkost je vždy 80 %.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabulka 3: Regresní rovnice vztahu, koeficienty determinace a přepočtené hodnoty na modelové vlhkosti mezi relativními vlhkostmi vzduchu v jednotlivých patrech porostu a vlhkostmi na klimatologické stanici; Sherpa; III. a IV. období; modelová vlhkost je vždy 80 %.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabulka 4: Regresní rovnice vztahu, koeficienty determinace a přepočtené hodnoty na modelové vlhkosti mezi relativními vlhkostmi vzduchu v jednotlivých patrech porostu a vlhkostmi na klimatologické stanici; PX104; III. a IV. období; modelová vlhkost je vždy 80 %.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabulka 5: Kontaminace okvětních plátků patogenem <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabulka 6: Napadení rostlin řepky v roce 2016 patogenem <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>...</i>	<i>42</i>



## **12 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

FAR – fotosynteticky aktivní záření (radiace)

SEČ – středoevropský čas