

ORCHARDS MICROCLIMATIC SPECIFICS

Tomáš Středa, Hana Středová, Jaroslav Rožnovský

Czech Hydrometeorological Institute, Kroftova 43, Brno 616 67, Czech Republic

E-mail: tomas.streda@chmi.cz

Abstrakt

Ve srovnání s podmínkami na standardní klimatologické stanici se porostní mikroklima vyznačuje redukcí teplotních extrémů, vlhčím prostředím s menšími výkyvy, různou mírou intercepce srážek v porostu, sníženou rychlostí proudění vzduchu, výskytem rozptýleného slunečního záření a odlišným složením vzduchu. Především pro účely zpřesnění signalizace a prognózy výskytu patogenů byly analyzovány difference teplot a vlhkosti vzduchu v jablonořových sadech a na nejbližší klimatologické stanici. Vyhodnocena byla dvouletá řada z pozorovacích termínů v 7, 14 a 21 hodin SMC ve vegetačním období (1.4. – 31.10.). Ve srovnání s klimatologickou stanicí (Lednice) byla v roce 2009 průměrná teplota vzduchu hodnoceného období v sadu ve Velkých Bílovicích nižší o 0,7 °C, v roce 2010 o 0,8 °C (maximální krátkodobá difference v pozorovacím termínu až 5,9 °C). Průměrná vlhkost vzduchu celého období byla na srovnávaných stanovištích téměř identická; s maximální zjištěnou krátkodobou diferencí až 39 %. Teplota vzduchu v sadu v Klopíně byla během hodnoceného období v roce 2009 o 0,2 °C nižší než na klimatologické stanici, v roce 2010 byla nižší o 0,5 °C; s nejvyšší zjištěnou diferencí v pozorovacím termínu 5,6 °C. Rozdíly průměrné vlhkosti vzduchu hodnoceného období na klimatologické stanici (Dubicko) a v sadu v Klopíně byly minimální (při největší zjištěné diferencí v pozorovacím termínu 32 %).

Klíčová slova: teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, porostní mikroklima, sad

Abstract

Canopy microclimate in comparison with conditions at standard climatological station is characterized by reduction of temperature extremes, wetter environment with lower changes, precipitation interception, reduced air speed, diffuse solar radiation and by different air composition. Differences in temperature and humidity in the apple orchards and the nearest climatological station were analyzed mainly because of pathogens detection and prognosis. A two-years data series of observation terms 7, 14 and 21 CLT in the growing season (04.01 - 31.10.) was evaluated. An average air temperature measured in Velké Bílovice orchard was lower by 0.7°C in 2009 and by 0.8°C in 2010 (maximum short-term difference up to 5.9°C). An average humidity of whole period was nearly identical in both places, with maximum observed short-term difference up to 39%. An air temperature in Klopina orchard in 2009 was lower by 0.2°C and in 2010 by 0.5°C than temperature at climatological station. The highest difference in observation term was 5.6°C. Differences of average humidity measured at Dubicko climatological station and in Klopina orchard were minimal (the largest observed difference in observation term was 32%).

Keywords: air temperature, air humidity, stand microclimate, orchard

Úvod

Mikroklima porostu je chápáno jako specifické klima uvnitř souvislého celku jedné plodiny, respektive rostliny v širším kontextu. Klima na těchto plochách je modifikováno především specifickými fyzikálními vlastnostmi aktivního povrchu a v případě sadů navíc také například geometrií (designem) a tvarem výsadby, agrotechnikou půdy v meziřadích, protimrazovými zásahy apod. Rámcová třídídimenzionální kategorizace Světové meteorologické organizace kvantifikuje mikroklima z hlediska časového v přibližném rozsahu 1 sec až 1 hod, z hlediska horizontální dimenze 1 mm až 1 km a z hlediska vertikální dimenze 1 mm až 10 m (Manktelow a Porteous, 2011). Porostní mikroklima se díky uvedeným parametrům zpravidla liší od podmínek na standardní klimatologické stanici, i když je tato umístěna v blízkosti monitorovaného porostu. Exaktní vymezení vlivů abiotických faktorů (agrometeorologických prvků) a souvisejících biotických faktorů (epidemiologické procesy) na produkční parametry rostlin lze pouze prostřednictvím monitoringu mikroklimatu daného porostu. Za klíčové proměnné jsou v této souvislosti považovány teplota a vlhkost vzduchu a srážky. Epidemiologické modely prognózy výskytu patogenů a škůdců přitom obvykle využívají data z klimatologických stanic, např. teploty a vlhkosti vzduchu, srážky, rychlost větru, které jsou měřené zpravidla ve výšce 2 m nad travním porostem. Veličiny jsou buď měřeny v pravidelných intervalech, nebo se využívají průměrné denní hodnoty. Standardně využívané metody a modely signalizace a prognózy (pro porosty ovocných dřevin např. Samietz et al., 2007 a další) i v současnosti tak zpravidla nepočítají s vlivem mikroklimatu porostu. Tyto vstupy nejsou mnohdy optimální pro použití v precizních prognostických modelech a pro lepší pochopení vzájemných interakcí mezi rostlinou – patogenem – a mikroklimatem je nutné měřit meteorologické prvky přímo v porostu (Hallaire et al., 1969). Zvýšený zájem o výstupy z mikroklimatického monitoringu v sadech lze v současnosti očekávat

v souvislosti s květnovými mrazy v roce 2011, kdy bylo úplně nebo částečně poničeno asi 60 % všech výsadeb. Teplota pod bodem mrazu se místy vyskytovala i více než 12 hodin. Ovocné stromy přitom byly v plném květu či po odkvětu, tedy v mrazově nejcitlivějším období.

Dostupné analýzy mikroklimatu trvalých kultur (ovocných sadů) ukazují na určité difference teplot v podmínkách mikroklimatu sadu a na klimatologické stanici. Landsberg, Powell, Butler (1973) při srovnávání mikroklimatu jabloňového sadu a podmínek na klimatologické stanici zjistili ve srovnání se společenstvy s větší denzitou relativně malé ovlivnění teploty a tlaku vzduchu. Kalma, Stanhill (1972) uvádí absolutní difference mezi teplotou na standardní klimatologické stanici a uvnitř pomerančového sadu na úrovni max. 2 °C a vlhkost vzduchu v sadu vyšší o 8 %. Středa, Chuchma, Rožnovský (2011) vyhodnotili teplotní difference mikroklimatu jabloňového sadu a nejbližší standardní klimatologické stanice v hodinovém kroku v období od 1.3. do 31.10. Uvádí poměrně malé rozdíly v průměrné (o 0,2 °C) a maximální dosažené teplotě vzduchu (o 0,1 °C). Absolutní minimum se lišilo o 2,8 °C. V sadu však zřetelně převládaly četnosti u nižších teplot (až do cca 14 °C), kdežto na klimatologické stanici převládaly četnosti vyšších teplot (cca od teploty 16 °C). K obdobnému závěru dospěli Fukalová, Rožnovský, Chuchma (2010) při hodnocení denních dat z mikroklimatických podmínek ovocného sadu a nejbližší virtuální klimatologické stanice (meteorologické prvky virtuální stanice byly počítány pomocí metod GIS ze skutečné staniční sítě). Rozdíl v průměrné roční teplotě vzduchu činil 0,3 °C (vyšší teplota na stanici než v sadu), absolutní maximální denní teplota byla na stanici vyšší o 1,1 °C a absolutní minimální teplota o 0,5 °C nižší než v sadu. Stejní autoři potom u dalšího analyzovaného sadu uvádí o 0,7 °C vyšší absolutní denní maximum a o 2,2 °C nižší absolutní minimum než na virtuální stanici.

Cílem práce je vyhodnocení mikroklimatického monitoringu v sadech s kvantifikací relací mezi mikroklimatem sadů a hodnotami naměřenými na lokální klimatologické stanici, především pro upřesnění predikčních matematických modelů výskytu škodlivých činitelů.

Materiál a metody

Monitoring mikroklimatu probíhal v jabloňových sadech ve Velkých Bílovicích (dříve okres Břeclav, 201 m n. m.) a v Klopíně (dříve okres Šumperk, 300 m n. m.) v letech 2009 a 2010 (Obr. 1). Podle agroklimatické rajonizace (Kurpelová a kol., 1975) patří Velké Bílovice do agroklimatické makrooblasti teplé, oblasti převážně teplé, podoblasti převážně suché a okrsku poměrně mírné zimy. Klopina patří do agroklimatické makrooblasti mírně teplé, oblasti poměrně mírně teplé, podoblasti mírně vlhké a okrsku mírně chladné zimy.



Obr 1: Agrometeorologická stanice v sadu ve Velkých Bílovicích (vlevo) a v Klopíně (vpravo)

Účelové automatické stanice monitorují meteorologické prvky přímo v porostu v patnáctiminutovém, respektive od roku 2010 desetiminutovém, intervalu. Data jsou přenášena na server prostřednictvím GSM modemu. Jabloňový sad ve Velkých Bílovicích má střídavě zatravněná meziřadí, vzdálenost řad je cca 4,5 m. Jabloňový sad v Klopíně je v meziřadí celoplošně zatravněn, spon výsadby je 3,5 x 1,2 m.

K vymezení diferencí teplot vzduchu a vlhkosti vzduchu v výšce 2 m nad povrchem v podmínkách mikroklimatu sadu a na nejbližší standardní klimatologické stanici byla použita data z pozorovacích termínů v 7, 14 a 21 hodin středního místního času (SMČ) ve vegetačním období (1.4. – 31.10.) let 2009 a 2010. Data ze sadu Velké Bílovice byla porovnávána s daty ze standardní klimatologické stanice ČHMÚ Lednice (176 m n. m.,

vzdálenost od sadu cca 8,6 km). Obdobně byla data ze sadu v Klopíně konfrontována s daty z automatické stanice ČHMÚ Dubicko (282 m n. m., vzdálenost od sadu cca 4 km).

Výsledky

Výsledky analýzy rozdílů teplotních podmínek v sadu ve Velkých Bílovicích a na klimatologické stanici Lednice ve vegetačním období 2009 a 2010 jsou uvedeny v Tab. 1. V Tab. 2 jsou uvedeny výsledky analýzy diferencí teplot vzduchu ze sadu v Klopíně ve srovnání s podmínkami na klimatologické stanici Dubicko.

Tab. 1: Výstupy z analýzy diferencí teplot vzduchu sadu Velké Bílovice a stanice Lednice

	2009		2010	
	Lednice – stanice	Bílovice – sad	Lednice – stanice	Bílovice – sad
Průměr (°C)	17,1	16,4	15,7	14,9
Maximum (°C)	34,5	32,3	33,9	33,7
Minimum (°C)	-1,8	-2,6	-3,4	-2,8
Průměrná diference (°C)	0,7		0,8	
Max. + diference (°C)	5,9		4,4	
Max. - diference (°C)	5,2		5,0	
Tepleji v sadu (počet z 641)	136		110	
Tepleji na stanici (počet z 641)	488		514	
Shodná teplota (počet z 641)	17		17	
Průměr. dif. při tepleji v sadu (°C)	0,7		0,8	
Průměr. dif. při tepleji na stanici (°C)	1,2		1,2	
Tepl. na stanici v 7:00 (počet z 214)	174		170	
Průměrná diference v 7:00 (°C)	0,9		0,8	
Max. + diference v 7:00 (°C)	4,5		3,1	
Max. - diference v 7:00 (°C)	5,2		5,0	
Tepl. na stanici ve 14:00 (počet z 214)	150		159	
Průměrná diference ve 14:00 (°C)	0,5		0,6	
Max. + diference ve 14:00 (°C)	5,9		3,9	
Max. - diference ve 14:00 (°C)	3,1		3,9	
Tepl. na stanici ve 21:00 (počet z 214)	164		185	
Průměrná diference ve 21:00 (°C)	0,8		1,1	
Max. + diference ve 21:00 (°C)	4,5		4,4	
Max. - diference ve 21:00 (°C)	3,4		2,9	

Průměrná teplota vzduchu celého období vegetace v letech 2009 i 2010 byla v sadu ve Velkých Bílovicích nižší než na referenční stanici Lednice (o 0,7, resp. 0,8 °C). Maximální kladná a záporná mezistanovištní diference (teplota na stanici minus teplota v sadu) v celém období činily 5,9 (naměřeno ve 14 hod), respektive 5,2 °C (naměřeno v 7 hod). Nižší teplota v sadu tak byla zaznamenána v 76, resp. 80 % případů. Při posuzování průměrných diferencí v jednotlivých termínech měření byl zjištěn nejmenší rozdíl teplot v termínu 14 hod (průměrná diference teplot 0,5 a 0,6 °C). Maximální naměřená teplota vzduchu byla o 2,2 a 0,2 °C nižší v sadu než na stanici.

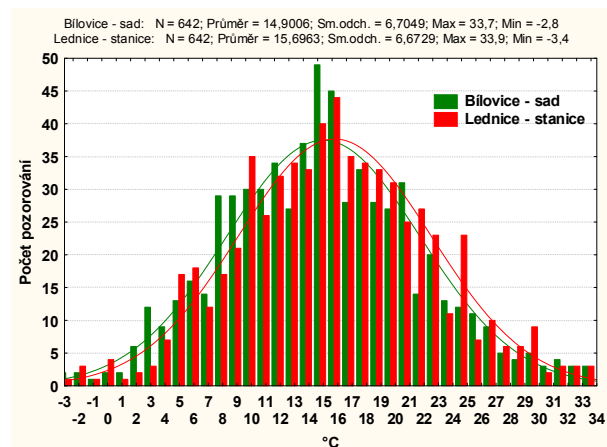
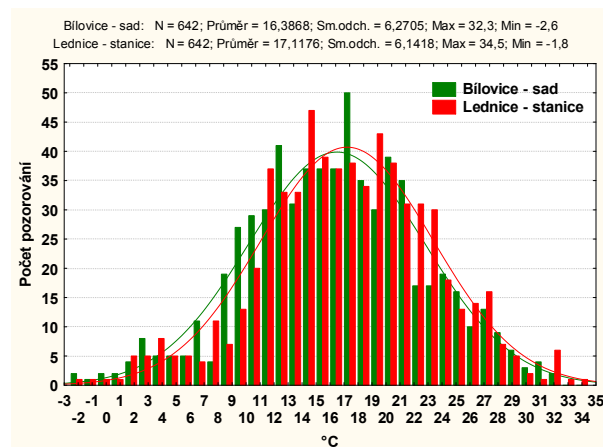
Stejně jako ve Velkých Bílovicích byla průměrná teplota vzduchu celého období vegetace v letech 2009 i 2010 v sadu v Klopíně nižší než na referenční stanici (o 0,2, resp. 0,4 °C; Tab. 2). Maximální kladná a záporná mezistanovištní diference (teplota na stanici minus teplota v sadu) v celém období činily 5,6 (naměřeno ve 21 hod), respektive 4,7 °C (naměřeno v 7 hod). Nižší teplota v sadu tak byla zaznamenána v 57, resp. 70 % případů. Výsledky tak nejsou tolik průkazné jako při hodnocení sadu Velké Bílovice. Při posuzování průměrných diferencí v jednotlivých termínech měření byl zjištěn výrazně největší rozdíl teplot v termínu 21 hod – zejména díky kladným diferencím (průměrná diference teplot 1,2 °C v obou letech).

Uvedené výsledky naznačují relativně malé rozdíly zejména průměrných teplot vzduchu v sadech a na standardních klimatologických stanicích při hodnocení delších časových úseků. Reprezentativnější výstupy je možné očekávat při využití vhodnějších matematických a statistických analýz, eliminujících zkreslení vlivem průměrování vysokého počtu kladných i záporných hodnot. Pro přehlednější kvantifikaci mezistanovištních diferencí byly použity histogramy četností jednotlivých teplot na jednotlivých lokalitách (Grafy 1 – 4). V sadu ve Velkých Bílovicích ve srovnání se srovnávanou stanicí Lednice zřetelně převládají četnosti u nižších teplot, přičemž konkrétní hodnoty jsou dány teplotními poměry v konkrétním vegetačním období. Na stanici Lednice potom převládají četnosti vyšších teplot. Křivka proložení hodnot je tak u teplot ze sadu posunuta směrem k nižším hodnotám a u staničních teplot potom opačně.

Tab. 2: Výstupy z analýzy diferencí teplot vzduchu sadu Klopina a stanice Dubicko

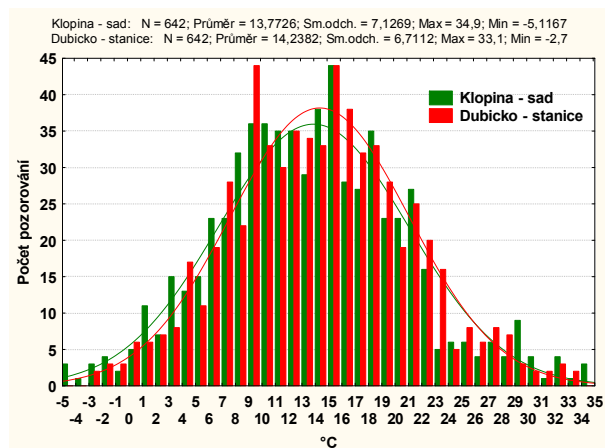
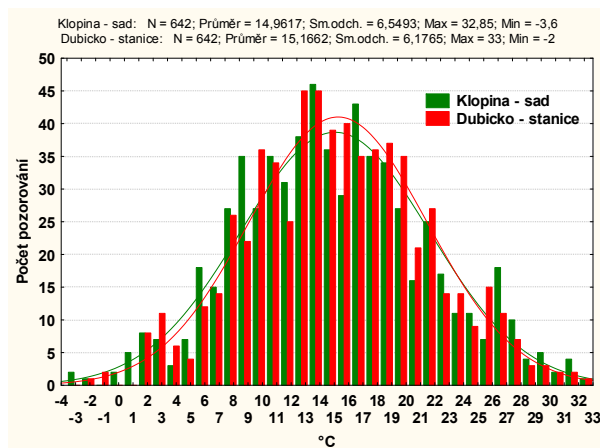
	2009		2010	
	Dubicko – stanice	Klopina – sad	Dubicko – stanice	Klopina – sad
Průměr (°C)	15,2	15,0	14,2	13,8
Maximum (°C)	33,0	32,9	33,1	34,9
Minimum (°C)	-2,0	-3,6	-2,7	-5,1
Průměrná diference (°C)	0,2		0,5	
Max. + diference (°C)	4,5		5,6	
Max. - diference (°C)	4,7		3,0	
Tepleji v sadu (počet z 641)	265		188	
Tepleji na stanici (počet z 641)	366		451	
Shodná teplota (počet z 641)	10		2	
Průměr. Dif. při tepleji v sadu (°C)	1,0		0,9	
Průměr. Dif. při tepleji na stanici (°C)	1,1		1,0	
Tepl. na stanici v 7:00 (počet z 214)	104		160	
Průměrná diference v 7:00 (°C)	0,1		0,5	
Max. + diference v 7:00 (°C)	2,7		3,0	
Max. - diference v 7:00 (°C)	4,7		3,0	
Tepl. na stanici ve 14:00 (počet z 214)	72		98	
Průměrná diference ve 14:00 (°C)	0,5		0,3	
Max. + diference ve 14:00 (°C)	2,9		2,2	
Max. - diference ve 14:00 (°C)	4,3		2,9	
Tepl. na stanici ve 21:00 (počet z 214)	190		194	
Průměrná diference ve 21:00 (°C)	1,2		1,2	
Max. + diference ve 21:00 (°C)	4,5		5,6	
Max. - diference ve 21:00 (°C)	1,6		2,8	

Srovnání poměrů prostřednictvím histogramu četností u sadu Klopina a stanice Dubicko (Grafy 3 a 4) tak jednoznačný průběh nemá. Zejména u vyšších teplot se v četnostech neprojevují výraznější rozdíly mezi stanovišti.



Graf 1: Histogram četností teplot ve Velkých Bílovcích a Lednici, rok 2009 (vlevo)

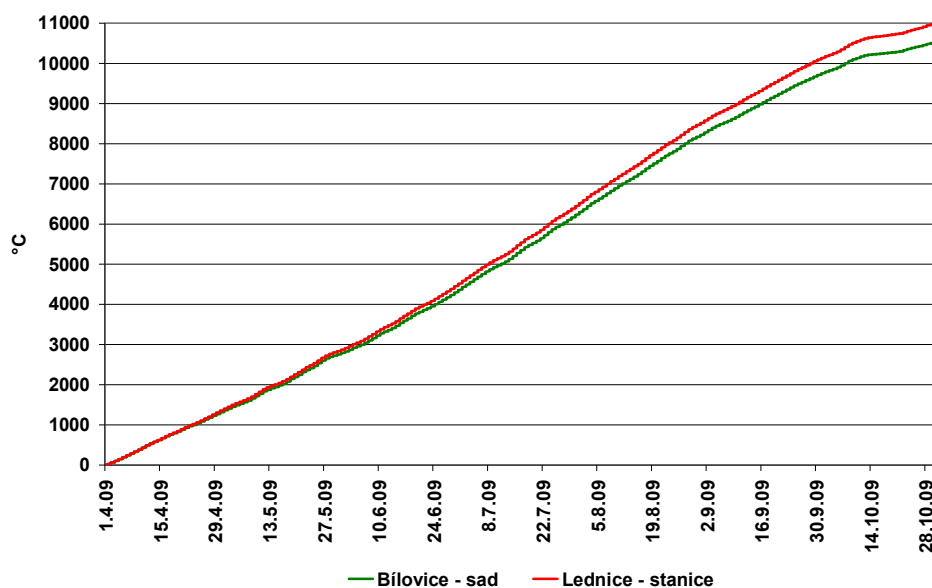
Graf 2: Histogram četností teplot ve Velkých Bílovcích a Lednici, rok 2010 (vpravo)



Graf 3: Histogram četností teplot v Klopině a Dubicku, rok 2009 (vlevo)

Graf 4: Histogram četností teplot vzduchu v Klopině a Dubicku, rok 2010 (vpravo)

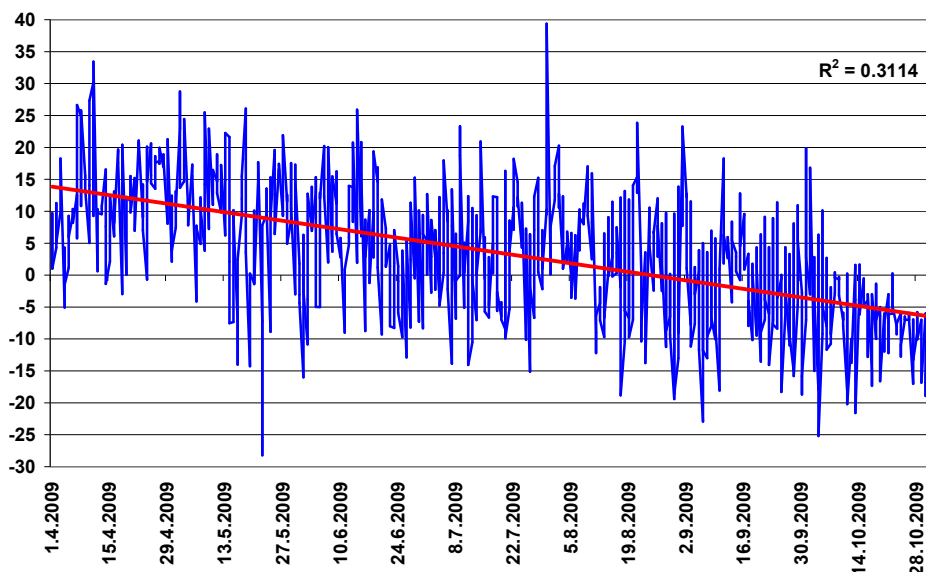
V Grafu 5 jsou uvedeny kumulativní teploty vzduchu na příkladu sadu ve Velkých Bílovicích a na klimatologické stanici v Lednici během vegetačního období 2009. Vyšší teploty v Lednici se projevují na kumulované teplotě pouze minimálně. Předpokládat tak lze i minimální vliv na sumy aktivních nebo efektivních teplot, které mají zásadní význam pro signalizaci a predikci výskytu škodlivých činitelů.



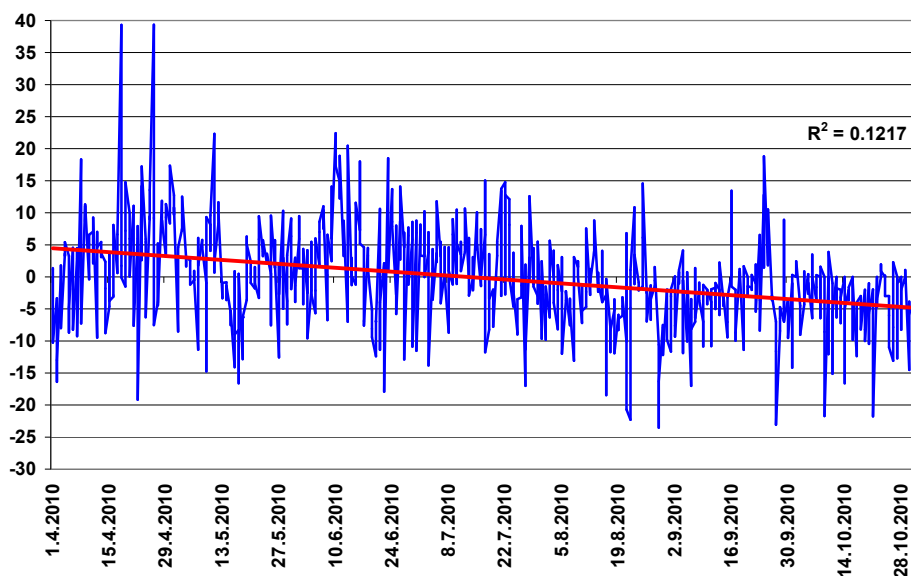
Graf 5: Srovnání kumulovaných teplot v sadu ve Velkých Bílovicích a na klimatologické stanici Lednice ve vegetačním období 2009

Stejným způsobem jako teploty vzduchu byly hodnoceny mezistanovištní rozdíly vlhkostí vzduchu. Průměrná vlhkost vzduchu celého období byla na srovnávaných stanovištích sad Velké Bílovice a klimatologická stanice Lednice téměř identická (průměrná vlhkost 67 % a 71 % v roce 2009 a 76 % a 75 % v roce 2010); s maximální zjištěnou krátkodobou diferencí až 39 %. Rozdíly průměrné vlhkosti vzduchu hodnoceného období na klimatologické stanici Dubicko a v sadu v Klopině byly také minimální (průměrná vlhkost 73 % obě lokality v roce 2009 a 76 % a 79 % v roce 2010), při největší zjištěné diferencí v pozorovacím termínu 32 %.

Průběh diferencí vlhkostí vzduchu během hodnoceného období na příkladu sadu Velké Bílovice a stanice Lednice v roce 2009 a 2010 je uveden v Grafech 6 a 7. Lineární trend naznačuje postupný přechod diferencí z kladných do záporných hodnot, což naznačuje změnu poměru vlhkostí vzduchu sad x stanice v průběhu vegetace (nárůst vlhkosti ve prospěch sadu). Monitorovaný sad Klopina takto zřetelnou tendenci nevykazoval.



Graf 6: Průběh diferencí vlhkostí vzduchu, sad Velké Bílovice – stanice Lednice, rok 2009



Graf 7: Průběh diferencí vlhkostí vzduchu, sad Velké Bílovice – stanice Lednice, rok 2010

Závěr

Především pro účely zpřesnění signalizace a prognózy výskytu patogenů byly analyzovány diference teplot a vlhkostí vzduchu v jabloňových sadech a na nejbližší klimatologické stanici. Vyhodnocena byla dvouletá řada z pozorovacích termínů v 7, 14 a 21 hodin SMC ve vegetačním období (1.4. – 31.10.). Ve srovnání s klimatologickou stanicí (Lednice) byla v roce 2009 průměrná teplota vzduchu hodnoceného období v sadu ve Velkých Bílovicích nižší o 0,7 °C, v roce 2010 o 0,8 °C (maximální krátkodobá diference v pozorovacím termínu až 5,9 °C). Teplota vzduchu v sadu v Klopíně byla během hodnoceného období v roce 2009 o 0,2 °C nižší než na klimatologické stanici, v roce 2010 byla nižší o 0,5 °C; s nejvyšší zjištěnou diferencí v pozorovacím termínu 5,6 °C. Ve srovnání s výstupy z monitoringu mikroklimatu prováděných v porostu hustě setých polních plodin (např. Krédl et al., 2010) vyplývá, že mikroklima sadů je méně odlišné od podmínek na standardní klimatologické stanici. Např. porosty pšenice a řepky díky stínění, omezenému proudění uvnitř porostu a evapotranspiraci významně ovlivňují mikroklima prostředí, především ve spodních patrech porostu. Při srovnání s podmínkami na nejbližší klimatologické stanici činí potom průměrné teplotní diference ve výšce 2 m nad zemí až 1,4 °C (in Středová et al., 2011). Tompkins et al. (1993) uvádějí, že přes den je u hustěji seté pšenice nižší teplota až o 1,5 °C.

Součástí analýzy vlivu sadu na mikroklimatické poměry bylo i hodnocení diferencí relativní vlhkosti vzduchu v sadu a na klimatologické stanici. Průměrná vlhkost vzduchu celého období byla na srovnávaných stanovištích

téměř identická; s maximální zjištěnou krátkodobou diferencí až 39 %. Rozdíly průměrné vlhkosti vzduchu hodnoceného období na klimatologické stanici (Dubicko) a v sadu v Klopíně byly minimální (při největší zjištěné diferencii v pozorovacím termínu 32 %). Rozdíly teplot v mikroklimatu sadu a na klimatologické stanici jsou v tomto případě z pohledu vlivu na vývin a vývoj patogenů zanedbatelné. Na základě provedené analýzy tak lze pro účely signalizace a predikce výskytu škodlivých činitelů považovat data ze staniční sítě ČHMÚ za reprezentativní.

Dedikace

Práce vznikla s podporou projektu NAZV č. QH91254 s názvem „Kvalifikované využití biotických a abiotických faktorů odporu prostředí v integrované ochraně ovoce“.

Literatura

- Fukalová, P., Rožnovský, J., Chuchma, F. Diference vybraných klimatických charakteristik v porostu sadů a na klimatologické stanici. In Bioklima 2010. Sborník příspěvků z mezinárodní konference. 1. vyd. Praha: ČZU v Praze, 2010, s. 423-429. ISBN 978-80-213-2097-0.
- Hallaire, M., Rapilly, F., Pauvert, P. Effets de l'irrigation sous ses différents modes sur la biologie, l'étiologie et l'épidémiologie des maladies des plantes. Ann. Phytopatho., 1969, 1: 9 – 29.
- Kalma, J. D., Stanhill, G. The climate of an orange orchard: Physical characteristics and microclimate relationships. Agricultural meteorology, 1972, 10, 185-201.
- Krédl, Z., Středa, T., Kmoch, M., Pokorný, R. Mikroklima v porostech pšenice a řepky. In Úroda, Vědecká příloha "Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů". Referáty z konference ze dne 11.-12.11.2010 v Brně. VÚP a Zemědělský výzkum Troubsko. 2010. s. 717-720.
- Kurpelová, M., Coufal, L., Čulík, J. (1975): Agroklimatické podmínky ČSSR. Bratislava, Hydrometeorologický ústav, 1975, 270 s.
- Landsberg, J. J., Powell, D. B. B., Butler, D. R. Microclimate in an Apple Orchard. Journal of Applied Ecology, 1973, 10, 3, 881-896.
- Manktelow, D., Porteous, A. Research to practice: Use and interpretation of weather information. Sustainable farming fund project. Dostupné z URL: www.pagebloomer.co.nz. Citováno 12.7.2011.
- Samietz, J., Graf, B., Höhn, H., Schaub, L., Höpli, H. U. Phenology modelling of major insect pests in fruit orchards from biological basics to decision support: the forecasting tool SOPRA*. OEPP/EPPO Bulletin, 2007, 37, 255-260.
- Středa, T., Chuchma, F., Rožnovský, J. Abiotické faktory přežívání a vývoje vybraného škodlivého činitele. In Mikroklima a mezoklima krajinných struktur a antropogenních prostředí. Středová, H., Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds.), 2011, s. 1-10. ISBN 978-80-86690-87-2.
- Středová, H. et al. Mikroklima a mezoklima měst a mikroklima porostů. ČHMÚ, 2011. ISBN 978-80-86690-90-2. In print.
- Tompkins, D. K., Fowler, D. B., Wright, A. T., 1993: Influence of agronomic practices on canopy microclimate and septoria development in no-till winter wheat produced in the Parkland region of Saskatchewan. Can. J. Plant Sci., 73, 1: 331 – 344.