

Význam meteorologických měření v systému integrovaného pěstování ovoce

Tomáš Litschmann

Dne 29. března 2005 nabylo účinnosti nařízení vlády č.119/2005 Sb., které ve svém §14a ukládá pěstitelům žádajícím o zařazení do podopatření integrované systémy pěstování ovoce vést v období od 1.3. do 30.9. záznamy o teplotě a vlhkosti vzduchu pomocí vhodného zařízení umístěného nejdále 5 km od pěstovaných kultur. V tab. č. 7 k tomuto nařízení je uvedeno, že mezi vhodná zařízení lze zařadit: „vlhkoměr a maximo-minimální teploměr, měřič teploty a vzdušné vlhkosti, popřípadě meteorologickou stanicí“. Již z tohoto označení je zřejmé, že některé z těchto uvedených zařízení určitě v Meteorologickém slovníku nenajdeme, stejně tak strohá řeč zákonodárce se nezmiňuje o tom, proč je vlastně zapotřebí tyto údaje zjišťovat a následně ještě dalších 10 let archivovat. Není však cílem tohoto článku polemizovat s tímto nařízením, např. v tom smyslu, k čemu je užitečná hodnota vlhkosti vzduchu (nehledě na to, že vlhkost vzduchu lze popsat nejméně pěti charakteristikami) změřená v libovolnou denní dobu, byť s uvedením přesného času měření, jak je doporučeno v tab. 4 apod. Věřím, že každý, kdo absolvoval alespoň základní kurz meteorologie na zemědělské škole si udělá svou vlastní představu. Pokusíme se však naopak udělat stručný přehled, jak využívat naměřené meteorologické veličiny k tomu, aby byl splněn smysl integrovaného pěstování, kterým je produkce kvalitního, zdraví relativně neškodného ovoce s minimálním dopadem na okolní přírodní prostředí. Z tohoto pohledu mohou být meteorologické stanice umístěné v areálu sadů a jejich údaje přínosné především při:

- a) signalizaci optimálního termínu ošetření proti houbovým chorobám
- b) signalizaci optimálního termínu ošetření proti škůdcům
- c) stanovení potřebného závlahového množství
- d) předpověď termínu sklizně některých ovocných druhů

Dříve než si rozebereme výše uvedené body podrobněji, udělejme si nejprve představu o tom, které měřicí zařízení zvolit. Pokud by mělo jít pouze o snahu vyhovět literě zákona, lze používat všechny povolené přístroje, některé kombinace však budou sloužit spíše k vyplnění eventuálního volného času pěstitelů než k nějakému smysluplnému použití. V době, kdy osobní počítače jsou běžnou součástí našeho života, nemá smysl údaje nejprve zjišťovat manuálním měřením a poté je pomocí klávesnice přenášet do počítače a následně vyhodnocovat vhodným programem. Z tohoto hlediska se jako vhodným zařízením ukazují automatické meteorologické stanice, měřící kromě nařízené teploty a vlhkosti vzduchu (reprezentované nejčastěji pomocí relativní vlhkosti) i ovlhčení listů, které hraje důležitou úlohu při signalizaci houbových chorob. Svůj význam zde hraje rovněž i zajištění dostatečné četnosti měření, poněvadž pokud má být signalizace úspěšná, je zapotřebí zpracovávat údaje zjišťované několikrát za hodinu a ne pouze několikrát, popřípadě pouze jednou denně. Pro ty zájemce, kteří se chtějí o tomto problému dovědět více, doporučuji navštívit stránky www.amet.cz/sumtext.html, popřípadě www.amet.cz/teplsumy.html nebo www.amet.cz/denchod.html.

Signalizace optimálního termínu ošetření proti houbovým chorobám

Houbové choroby společně s živočišnými škůdci patří k organizmům, na jejichž potlačení pod práh ekonomické škodlivosti jsou vynakládány značné prostředky. K zajištění toho, aby byly vynakládány efektivně, je zapotřebí kromě splnění dalších podmínek, mezi něž patří dobrá účinnost přípravků a jejich správná aplikace, rovněž i znalost optimálního termínu jejich nasazení. Většina houbových chorob se vyvíjí v poměrně těsné závislosti na povětrnostních podmínkách a je záležitostí odborných pracovišť, eventuálně i zkušených ovocnářů, vybrat vhodné prvky a jejich kombinaci a následně je dát do vzájemné souvislosti a sestavit tak vhodný model.

Jelikož většina houbových chorob vyžaduje ke svému rozvoji kombinaci vlhka a tepla, vstupují do těchto modelů z meteorologických prvků teplota a relativní vlhkost vzduchu, doplněné ještě o dobu ovlhčení listů, případně i atmosférické srážky. Typickou ukázkou, v současnosti nejrozšířenější, je signalizace ošetření proti strupovitosti jablek (*Venturia inaequalis*) na základě teploty vzduchu a

ovlhčení listů podle známé Millsovy tabulky. Obdobnou metodou lze použít i pro další choroby, např. strupovitost hrušní (*Venturia pirina*), skvrnitost listů třešně (*Blumeriella jaapii*) a další, jak na drobném ovoci, tak i na vinné révě, polních plodinách a zelenině. V případě strupovitosti jabloní byl vyvinut počítačový program VENTINA (autoři J. Juroch a M. Perutka, více informací na www.amet.cz/ventura.htm), využívající jak vstupních údajů z různých typů meteorologických stanic, tak je možno vkládat ručně údaje získané pomocí registračních přístrojů typu LUFFT anebo REOL, v minulosti u nás hojně rozšířených.

Poněkud jiný přístup byl zvolen u signalizace ošetření proti kadeřavosti broskvoně, při níž se nemodeluje vývoj samotného patogena (*Taphrina deformans*), nýbrž vývoj jeho hostitele, tj. broskvoně. Kritickým okamžikem je počátek rašení, který lze dostatečně přesně stanovit na základě sum hodinových aktivních teplot nad 7 °C od počátku roku. Podrobněji je tato problematika zpracována na www.vino-ip.cz/StanoveniTerminu.pdf. Tato metodika dokládá nutnost čtenějších měření několikrát za hodinu, stejně tak i nutnost celoročního získávání meteorologických údajů, nejenom od 1.3., jak stojí ve zmiňovaném nařízení vlády.

Signalizace optimálního termínu ošetření proti škůdcům

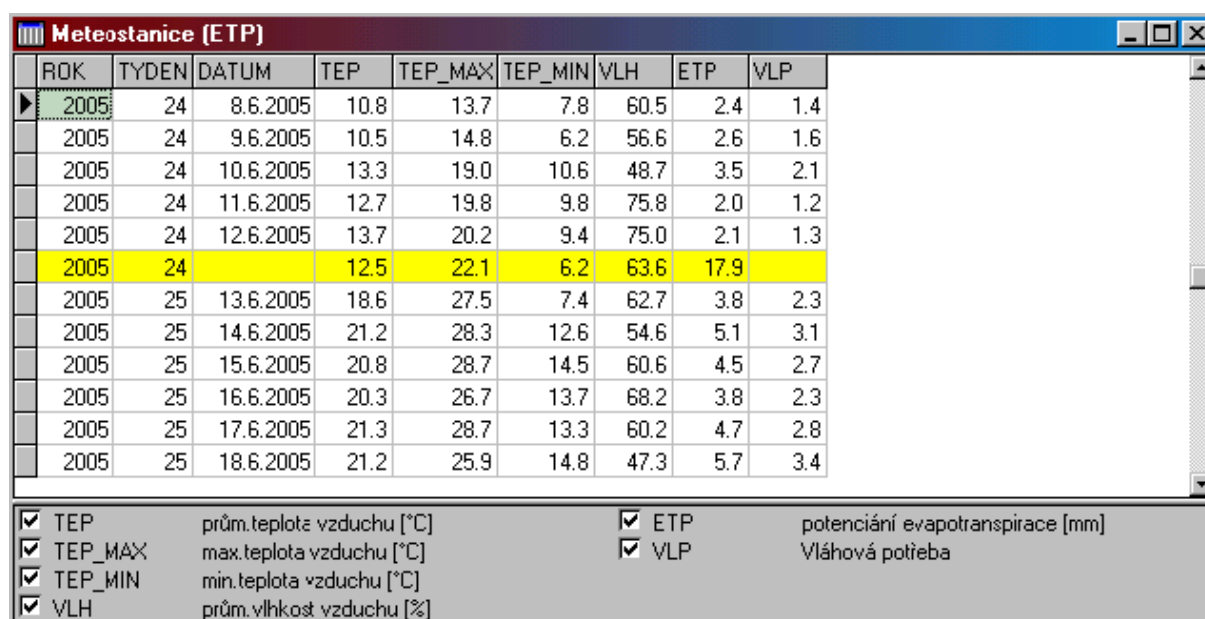
Zde se budeme zabývat pouze hmyzími škůdci, patřícími mezi studenokrevné živočichy. K simulování jejich vývoje jsou s oblibou používány teplotní modely, založené na výpočtu sum efektivních teplot, nejlépe hodinových, a to buď od určitého data (většinou je to buď 1.1. anebo 1.3. daného roku), anebo od zjištění určitého vývojového stadia škůdce (tzv. biofix, např. naklazení vajíček obaleče jablečného). Určitému vývojovému stadiu daného škůdce většinou odpovídá i dosažení určité sumy efektivních teplot. V závislosti na tom, o jaké vývojové stádium se jedná, provede pěstitel příslušný zásah, který může spočívat buď ve vyvěšení feromonových lapáků, kontroly výskytu vajíček, popřípadě přímo v ošetření pesticidy. V našich podmínkách jsou k dispozici dva programy, provádějící sumaci těchto teplot, a to SUMÁTOR (autoři J. Juroch a M. Perutka, více informací na www.amet.cz/sumator.htm), který umožňuje provádět sumaci denních i hodinových teplot od libovolného data nad libovolnou prahovou teplotou. Vývoj každého škůdce je nutno sledovat samostatně, což v praxi ztěžuje rychlou orientaci o aktuálním stavu celého spektra škůdců. Tento nedostatek se snaží odstranit komerční program ŠKŮDCI, který provádí prakticky stejnou činnost, nabídne však uživateli po doplnění aktuálních teplot přehlednou tabulku s údaji o tom, v jakém stádiu se nacházejí sledovaní škůdci anebo jiné veličiny.

Denní souhrn vývojového stavu škůdců							
datu posledního měření dne		2.7.2005	v	23	hodin	Limit 140	
T v 20		18.8	T v 21	17.7	Výběr škůdce:		
Práh		7	Sum D.	1196	Sum H.	29106	
Práh max							
Název škůdce	Začátek měření	Sledovaný vývojový stav		SDT		SHT	
		od	do	%	100 dne	%	100 dne
Faierhaver		1.1. Začátek roku	Sklizeň	63.75%		66.19%	
Hargrand		1.1. Začátek roku	Sklizeň	83.70%		85.28%	
Korošská		1.1. Začátek roku	Sklizeň	118.04%	24.6	119.35%	23.6
Luna		1.1. Začátek roku	Sklizeň	96.76%		97.54%	
Makadlovka broskvoňová		1.3. Začátek vegetace	Generace 02.	38.06%			
Makadlovka broskvoňová		1.3. Začátek vegetace	Opt.termín indikace	89.96%			
Mera skvrnitá		1.1. Začátek roku	Vajíčka 3.gen. Maximum v	112.85%	24.6		
MF.KD		1.1. Začátek roku	Sklizeň	106.79%	28.6	107.03%	28.6
Morela		1.1. Začátek roku	Sklizeň	87.04%		86.89%	
Můra zelná		1.1. Začátek roku	Opt.termín indikace mot.	76.80%			
Nerine		1.1. Začátek roku	Sklizeň	85.39%		86.89%	
Obaleč jablečný		1.3. Začátek vegetace	Let 2.generace počátek	83.44%			
Obaleč jablečný		1.3. Začátek vegetace	Let motýlů 2.generace poč			92.79%	
Obaleč jablečný		1.3. Začátek vegetace	Líhnutí počátek	63.93%			
Obaleč jablečný		1.3. Začátek vegetace	Zakuklení 1.generace	115.07%	26.6		
Obaleč východní		1.1. Začátek roku	Let 2.generace počátek	89.96%			

Obr. 1 Program ŠKŮDCI podává aktuální přehled o situaci nejen pokud jde o škodlivé činitele

Stanovení potřebného závlahového množství

V současné době se již téměř stalo pravidlem, že nové výsadby ovocných dřevin jsou vybaveny kapkovou závlahou, stejně tak jí jsou doplňovány i některé starší výsadby. Úkolem pěstitele je provozovat tuto závlahu tak, aby nedocházelo jak k nadměrnému plýtvání vodou, tak i k nedostatečnému přísunu vláhy rostlinám. Při určování doby provozu kapkové závlahy je vhodné alespoň přibližně vycházet z údajů o vláhové potřebě jednotlivých druhů, tak jak je doporučováno v zahraniční literatuře. Při stanovování vláhové potřeby se vychází z referenční evapotranspirace, tj. z evapotranspirace dostatečně zavlažovaného travního porostu o výšce 12 cm a koeficientu plodiny (K_c , crop koeficient), udávající poměr mezi referenční evapotranspirací a evapotranspirací této plodiny. Koeficienty K_c jsou k dispozici pro určitá vývojová stadia jednotlivých plodin (většinou je to počátek vegetace, období plné vegetace a konec vegetace), popřípadě pro jednotlivé kalendářní měsíce. Vynásobením hodnoty referenční evapotranspirace a koeficientu K_c pak získáme představu o tom, kolik asi spotřebovaly pěstované plodiny vody a podle toho zvolíme potřebnou délku závlahy. Metod na výpočet referenční evapotranspirace je celá řada, lišících se přesností a množstvím potřebných vstupních údajů. My jsme vyzkoušeli metodu Antala, počítající referenční evapotranspiraci na základě údajů o teplotě a relativní vlhkosti vzduchu, tj. právě těch veličin, které vyžaduje nařízení vlády a které měří většina automatických stanic. Tuto rovnici jsme zakomponovali do programu MeteODAT (autoři M. Perutka, J. Juroch a R. Hrubý), čímž vznikl programový balík, umožňující provádět nejrůznější zpracování meteorologických měření pro potřeby zemědělské praxe.



ROK	TYDEN	DATUM	TEP	TEP_MAX	TEP_MIN	VLH	ETP	VLP
2005	24	8.6.2005	10.8	13.7	7.8	60.5	2.4	1.4
2005	24	9.6.2005	10.5	14.8	6.2	56.6	2.6	1.6
2005	24	10.6.2005	13.3	19.0	10.6	48.7	3.5	2.1
2005	24	11.6.2005	12.7	19.8	9.8	75.8	2.0	1.2
2005	24	12.6.2005	13.7	20.2	9.4	75.0	2.1	1.3
2005	24		12.5	22.1	6.2	63.6	17.9	
2005	25	13.6.2005	18.6	27.5	7.4	62.7	3.8	2.3
2005	25	14.6.2005	21.2	28.3	12.6	54.6	5.1	3.1
2005	25	15.6.2005	20.8	28.7	14.5	60.6	4.5	2.7
2005	25	16.6.2005	20.3	26.7	13.7	68.2	3.8	2.3
2005	25	17.6.2005	21.3	28.7	13.3	60.2	4.7	2.8
2005	25	18.6.2005	21.2	25.9	14.8	47.3	5.7	3.4

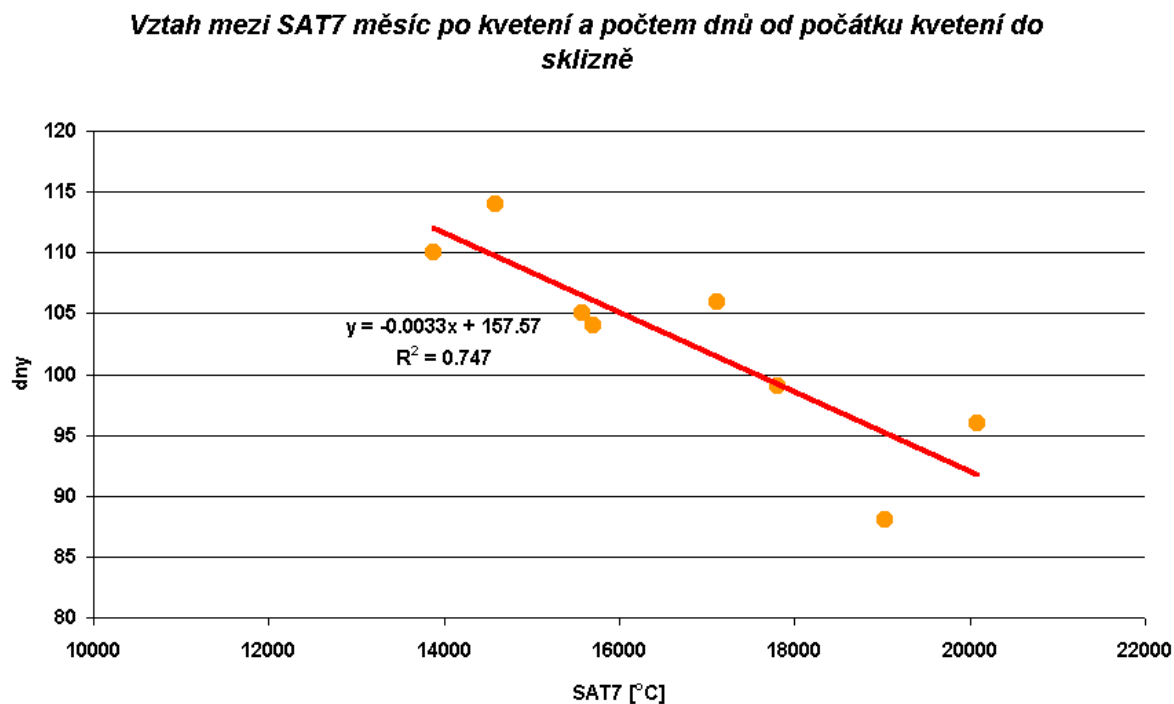
TEP prům. teplota vzduchu [°C] ETP potenciální evapotranspirace [mm]
 TEP_MAX max. teplota vzduchu [°C] VLP Vláhová potřeba
 TEP_MIN min. teplota vzduchu [°C]
 VLH prům. vlhkost vzduchu [%]

Obr. 2 Pomocí programu MeteODAT lze mít přehled o všech měřených a vypočítaných prvcích a veličinách

Na obrázku je zobrazen výstup ze sestavy zhotovené tímto programem, v níž jsou denní hodnoty vybraných meteorologických veličin včetně referenční evapotranspirace, ve sloupci označeném VLH je vláhová potřeba jabloní v příslušném dni. Jelikož se doporučuje v případě kapkové závlahy ji provozovat denně, lze poměrně snadno z tohoto údaje a ze znalosti počtu kapkovačů na určité ploše a jejich vydatnosti stanovit, jak dlouhá doba provozu závlahy je zapotřebí k doplnění spotřeby vody v předcházejícím časovém období. Tento výpočet je vhodné občas doplnit měřením půdní vlhkosti v zavlažovaném porostu, poněvadž na spotřebu vody rostlinami může mít vliv též i jejich habitus, hladina podzemní vody, výskyt srážek apod. Podle toho lze upravit koeficient K_c tak, aby lépe odpovídal skutečným poměrům dané lokality, tj. například při zatravnění jej zvýšit, u mladých výsadeb snížit apod.

Předpověď termínu sklizně některých ovocných druhů

Další zajímavou aplikací využití meteorologických údajů v ovocnictví je stanovení termínu sklizně na základě hodinových teplotních sum za určité období. Tato informace může být užitečná především pro menší pěstitele několika druhů anebo odrůd ovoce s krátkou dobou skladovatelnosti, jejichž typickými představiteli mohou být např. meruňky anebo broskve. Znalost termínu sklizně umožňuje s předstihem lépe zorganizovat pracovní síly a včas upozornit zákazníky na dodávku ovoce. Některé výzkumy v této oblasti prováděli pracovníci VŠUO v Holovousích již ke konci 90-tých let a lze se s nimi seznámit na www.amet.cz/kvetzrani.html. Předpokládalo se, že sklizňová zralost nastává při dosažení určité sumy denních teplot (obdobu této metody je možno vidět i na obrázku s výstupem programu ŠKŮDCI). Aby bylo možno vypracovat závislosti mezi teplotními sumami a termínem sklizně, je zapotřebí mít údaje za několik uplynulých let, vztahujících se k dané odrůdě a lokalitě. S využitím automatických meteorologických stanic je možno používat hodinové údaje o teplotě vzduchu a zpřesnit metodiku předpovědi termínu sklizně tak, aby byla použitelná v praxi. Prvotní představu o pravděpodobném termínu sklizně můžeme získat již porovnáním křivek sum aktivních teplot nad 7 °C vykreslených do grafu za několik let. Podle toho, ke kterému roku se aktuální křivka nejvíce blíží lze předpokládat, že sklizeň proběhne v obdobném termínu jako v tomto roce. V zahraničí byla vypracována metodika, stanovující termín sklizně na základě sumy aktivních teplot během 30-ti dnů od květu. Pokusili jsme se ji verifikovat v našich podmínkách a zjistili jsme na příkladu odrůdy *Frederica-Catharina* za uplynulých 8 let, že tato závislost skutečně existuje a je poměrně těsná. Koeficient determinace snižuje rok 2003, který patřil k extrémně teplým, avšak vysoké teploty se začaly vyskytovat až v červnu, takže nemohly být zahrnuty do výpočtu. S tím je nutno počítat a v těchto extrémních případech provést ještě dodatečnou korekci. Ve většině let se však ukazuje, že poměrně spolehlivou informaci o tom, kdy proběhne sklizeň, je možno získat již ve druhé polovině května (při průměrném počátku kvetení kolem 18. dubna)



Obr. 3 Předpověď doby sklizně broskví má svou opodstatněnost

Závěr

Pokusili jsme se nastínit možnosti využití automatických meteorologických stanic v systému integrovaného pěstování ovoce v našich podmínkách tak, aby nejen byla splněna litera zákona, ale především byl patrný jejich přínos při řízení chemické ochrany, závlahy a případně též i stanovení doby sklizně některých druhů ovoce. Pěstitelé, kteří se stanicemi vybavili již v minulosti bez ohledu na to, zda-li jejich údaje jsou potřebné k získání dotací, dovedou s nimi zacházet již s určitou mírou vlastních zkušeností a vytěžit z nich maximum informací využitelných v pěstitelských technologiích.

Je zřejmé, že pouze pravidelná, systematická a co nejúplnější měření mohou přinést předpokládaný efekt. Nabízí se zde možnost využívat těchto údajů jak samostatně, tj. zpracovávat je na počítači pěstitelé, tak i jejich zasílání jinému subjektu, který provede jejich zpracování a vyhodnocení a zašle pěstiteli doporučení k dalšímu postupu. Něco podobného se již stalo skutečností v rámci Systému Integrovaného Pěstování Hroznů a Vína (SIPHV), popřípadě u pěstitelů cukrovky při signalizaci skvrnatičky řepné. Tento přístup má výhodu v tom, že specializovaný subjekt má většinou k dispozici více údajů, více zkušeností a větší plošný přehled o výskytu daného patogena, naopak lokální zpracování u pěstitelů umožňuje operativnější rozhodování zejména u houbových chorob.

V každém případě je zapotřebí výsledky vypočítaných termínů ošetření proti chorobám a škůdcům na základě meteorologických údajů dát do souvislosti se skutečným stavem patogena v dané lokalitě, stanoveným pomocí pomůcek uvedených v nařízení vlády, tj. např. feromonových lapačů, lepových desek atd.



Obr. 4 Malá meteorologická stanice v sadu je zdrojem cenných informací