



RNDr. Tomáš Litschmann

# Předpověď kvetení meruněk podle teplotních modelů

## Forecast of apricot blossoms according to temperature models

### Souhrn

Zvyšující se rozkolísanost povětrnostních podmínek v posledních desetiletích a s tím spojená změna teplotních poměrů zejména v jarním a předjarním období vede k situacím, kdy výrazně vyšší teploty v měsících lednu, únoru, případně i v březnu urychlují vegetaci ovocných kultur. V případě jarních mrazíků, i když se vyskytnou v obvyklých termínech jako v minulosti, následně dojde k pomrznutí květů nebo již vyvinutých plůdků a škodám na úrodě. Ovocnáři se snaží těmto škodám předcházet pomocí různých technických opatření, avšak s ohledem na dlouhodobější plánování potřebují znát alespoň přibližně termín kvetení v daném roce. V této práci je zpracována metoda předpovědi kvetení podle teplotních modelů, která vychází ze záznamů fenofází s počátkem kvetení meruněk v lokalitě Velké Bílovice na jižní Moravě v letech 1998–2018. Z provedených výpočtů denních a hodinových sum aktivních a efektivních teplot odpovídá nejlépe varianta hodinových efektivních teplot prahová hodnota 5 °C. Tato prahová teplota se logicky více přibližuje předpokládaným teplotním nárokům meruněk a může být použita k předpovědi kvetení meruněk. Suma teplot od počátku roku do kvetení má průměrnou hodnotu 2600 °C.

### Summary

The increasing fluctuations in weather conditions in recent decades and the associated change in temperature conditions, especially in spring and early spring, leads to situations where significantly higher temperatures in January, February or March accelerate vegetation of fruit crops. In the case of spring frosts, even if they occur in the usual terms as in the past, the flowers or already developed fruits will subsequently freeze and damage on the crop. Fruit growers try to prevent this damage by various technical measures, but with regard to longer-term planning, they need to know at least approximately the flowering date in a given year. In this work, the method of flowering prediction according to temperature models is elaborated, which is based on records of phenophases with the beginning of apricot flowering in the locality of Velké Bílovice in South Moravia in the years 1998–2018. From the performed calculations of daily and hourly sums of active and effective temperatures, the variant of hourly effective temperatures corresponds to the threshold value of 5 °C. This threshold temperature is logically closer to the expected temperature requirements of apricots and can be used to predict apricot flowering. The sum of temperatures from the beginning of the year to flowering has an average value of 2600 °C.

V odborné literatuře se lze setkat s poměrně rozdílnými údaji o prahové hodnotě vhodné pro výpočet teplotních sum pro stanovení počátku kvetení meruněk. Ruml et al. (2012) stanovili pro sumy denních efektivních teplot pro 42 odrůd jako nejvhodnější prahovou teplotu v rozmezí -2,8 až 0,2 °C. Naproti tomu Valentini et al. (2004) uvádějí jako nejvhodnější prahovou teplotu pro výpočet teplotních sum u meruněk 4,4 °C. Podobnou prahovou teplotu (4,5 °C) uvádí rovněž Richardson et al. (1975). Metoda přesnějšího stanovení kvetení meruněk pro oblast jižní Moravy je v příspěvku zpracována podle fenofáze počátku kvetení od-

růdy meruněk Sundrop v lokalitě Velké Bílovice (okres Břeclav) za období 1998–2018. Tato odrůda kanadského původu je středně raná. Meteorologické údaje za stejné období byly získány automatickou meteorologickou stanicí nalézající se v blízkosti výsadby. Kromě toho jsou použity i údaje o termínech ošetření meruňkových sadů ve firmě Agrosad, s. r. o., za období 2010–2020, rovněž ve Velkých Bílovicích, proti moniliovému úzehu (spále) peckovin. Tento údaj byl použit z toho důvodu, že ve většině ovocnářských podniků nejsou k dispozici fenologická pozorování příslušných ovocných druhů a odrůd. Lze však dohledat povinně zazname-

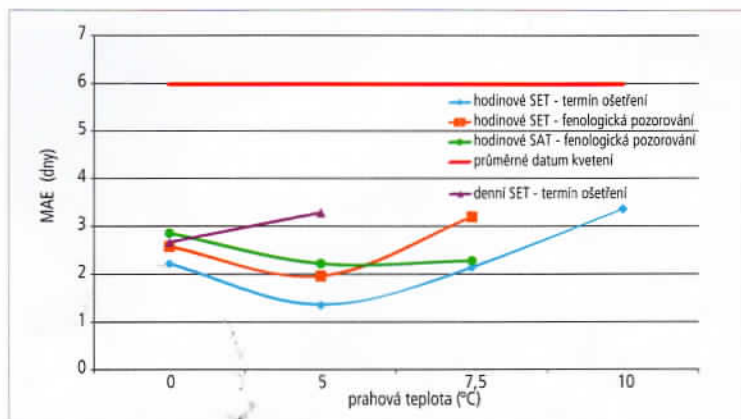
nané údaje o provedených postřicích. Ošetření proti moniliovému úzehu (spále) peckovin bývá prováděno nejčastěji právě na počátku kvetení meruněk, takže lze předpokládat, že může do jisté míry korespondovat s fenologickým pozorováním této fáze. Uvedené termíny ošetření souvisí s kvetením meruněk odrůd Tsunami, Seфора, Pinkcot, Sylvercot, jež začínají kvést v dané lokalitě jako první.

### Cíle sledování

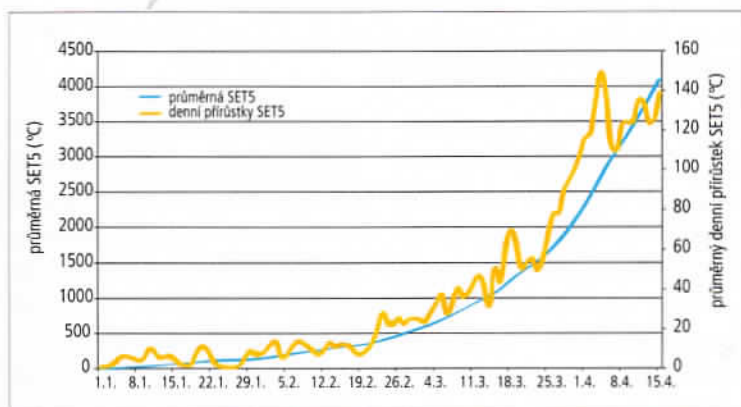
Zpracování naměřených a napozorovaných údajů bylo provedeno s cíli: 1) stanovit prahovou hodnotu a vhodnou metodu sumace teplot;

2) stanovit potřebnou sumu teplot od počátku roku do kvetení meruněk; 3) vyhodnotit vliv dormance na termín počátku sumace; 4) vytvořit vhodný algoritmus pro předpověď termínu kvetení v průběhu jarního období.

Za účelem stanovení vhodné prahové teploty, při jejímž překročení teplotní suma dosahuje největší těsnosti s napozorovanými údaji, byly pro zvolené prahové teploty (0; 5; 7,5; a popř. i 10 °C) vypočítány sumy efektivních, aktivních, denních i hodinových teplot od počátku roku k počátku kvetení u déletrvalejších pozorování u odrůdy Sundrop, a rovněž k termínu provedení ošetření proti moniliovému úzehu (spále) peckovin. Po stanovení nej-



Graf 1 – Odchytky ve dnech pro jednotlivé prahové teploty a výpočty teplotních sum



Graf 3 – Přírůstek dosažených hodinových SET nad 5 °C od počátku roku

vhodnější prahové teploty a vhodně metody k výpočtu teplotní sumy byla vypočítána její průměrná hodnota za celé sledované období pro obě varianty určení počátku kvetení. Do zpracování byly zahrnuty i podmínky související s termínem výstupu z endogenní dormance, po němž za vhodných teplotních podmínek meruňky zahajují nové vegetační období. Pokud po tomto termínu následuje chladnější období, zůstávají meruňky ještě v exogenní dormanci. V případě vyšších teplot začínají rašit a dále se vyvíjet.

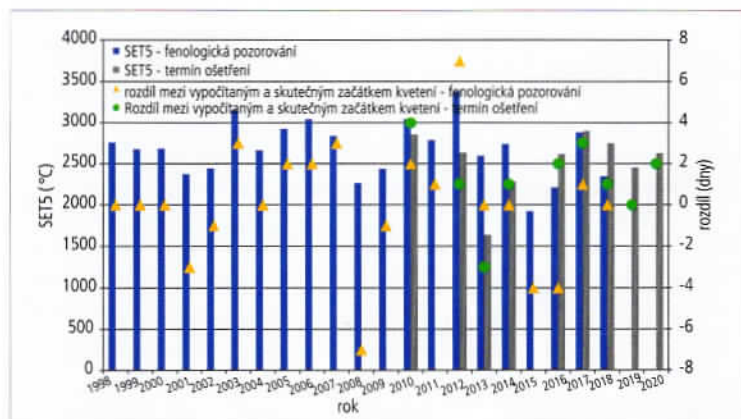
### Stanovení prahové teploty

V grafu 1 jsou vyneseny hodnoty směrodatné odchytky (MAE, Mean Absolute Error) ve dnech pro jednotlivé prahové teploty a výpočty teplotních sum. Ukazuje se, že nejnižší hodnoty odchytek vyjádřené ve dnech se v případě hodinových sum teplot vyskytují v oblasti kolem 5 °C. O něco lepších výsledků je dosaženo při použití sum efektivních teplot (SET). Pro porovnání jsou v tomto grafu znázorněny i hodnoty směro-

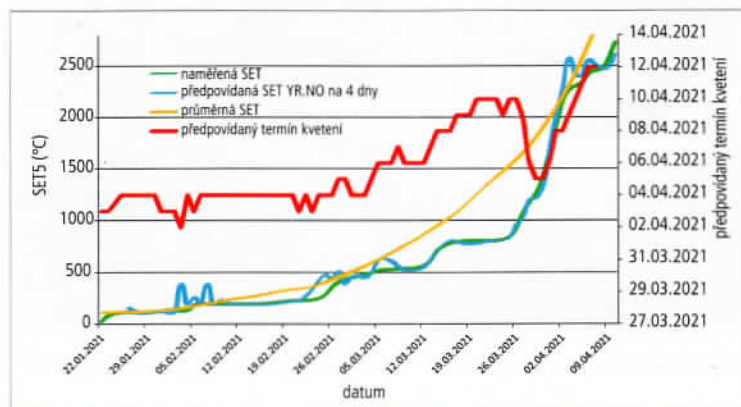
datných odchytek pro sumy denních efektivních teplot, na nichž je vidět, že klesají směrem k nulovým hodnotám. Znázorněná přímková směrodatnou odchytkou průměrného data kvetení, rovnající se přibližně šesti dnům, ukazuje, že s použitím hodinových sum efektivních teplot (hodinové SET) nad 5 °C lze snížit chybu stanovení data kvetení meruněk, proti použití jejich průměrného data, přibližně na třetinu a méně.

### Určení sumy efektivních teplot

Hodnota hodinových SET nad 5 °C v případě pozorování kvetení odrůdy Sundrop byla stanovena na 2676 °C. Pro variantu založenou na termínech ošetření proti moniliové spále vychází tato suma na 2527 °C. I přes použití odlišných metod stanovení počátku kvetení jsou rozdíly v těchto sumách poměrně malé a lze hodnotu 2600 °C aplikovat na předpověď kvetení meruněk. V grafu 2 jsou vyneseny dosažené hodinové SET nad 5 °C pro fenologická pozorování a termín ošetření,



Graf 2 – Dosažení hodinové SET nad 5 °C a rozdíl mezi skutečným a vypočítaným termínem kvetení



Graf 4 – Předpovídaný termín kvetení meruněk v roce 2021

včetně dosažené odchytky mezi skutečným a předpovídaným termínem kvetení. V případě delší časové řady přímých pozorování fenofáze kvetení se vyskytly dvě výraznější odchytky skutečného termínu kvetení proti tomu, jež by odpovídalo průměrné sumě teplot. A to v roce 2008, kdy nastalo kvetení o sedm dní dříve, a v roce 2012, kdy naopak nastalo o sedm dní později. V tomto roce byly již k dispozici i údaje o termínech ošetření. Zde byl rozdíl pouze jednodenní. U této kratší časové řady byly odchytky menší, v roce 2010 bylo ošetření provedeno o čtyři dny později a v roce 2013 o tři dny dříve, než by odpovídalo termínu stanovenému na základě průměrných hodinových SET. Tyto maximální odchytky lze ještě v rámci provozní praxe považovat za uspokojivé. Kromě nepřesností v metodě stanovení příslušného termínu k nim mohlo dojít též i v důsledku organizace načasování postřiků v jednotlivých letech.

Z našeho zpracování pro denní a hodinové sumy aktivních a efektivních

teplot vyplývá, že nejlepších výsledků se dosahuje při použití sum hodinových efektivních teplot a prahové hodnoty 5 °C. Pokud by se mělo použít k výpočtu SET denních průměrných teplot, byla by nevhodnější prahová hodnota 0 °C. Použitím hodinových SET se však při prahové teplotě 5 °C dosahuje lepších výsledků a rovněž se logicky tato prahová teplota více přibližuje předpokládaným teplotním nárokům meruněk. Prahové hodnoty blízko nule anebo dokonce pod ní jsou spíše výsledkem statistického zpracování v případě použití průměrných denních teplot, kdy je nutno snížit prahovou hodnotu tak, aby byly zachyceny i případy s větší amplitudou teplot v jarním období, při nichž je průměrná denní teplota sice rovna nule anebo nad ní, ale během dne již teploty vystupují nad přijatelnější hranici 5 °C, zatímco v nočních hodinách klesají stejně hluboko. Používání průměrných denních teplot, navíc ještě v některých případech vypočítaných jako průměr ma-



Meteorologické údaje za období 1998 až 2018 byly získány automatickou meteorologickou stanicí

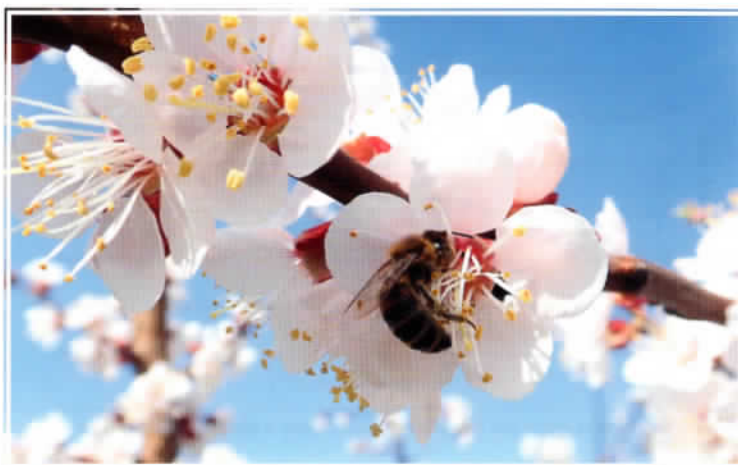
ximální a minimální teploty, je pozůstatkem minulosti, kdy nebyly k dispozici automatizované systémy měření a používaly se teploměry s manuálním odečtem několikrát za den. V současné době se ruční měření neprovozuje ve výzkumné práci, a tím méně u praktických zemědělců. Proto je vhodnější používat metody založené na častějším měření (deseti- nebo patnáctiminutové intervaly) k získání přesnějších výsledků. Prahovou teplotu pro výpočet hodinových SET 5,5 °C uvádí též Středa et Rožnovský (2006), popřípadě pro sumy denních aktivních teplot Bažant et al. (1999).

Při zpracování předpovědi termínu kvetení meruněk jsme se věnovali okrajově i otázce jejich dormance. Poměrně teplé zimy posledních let až desetiletí vzbuzovaly pochybnosti o tom, jestli nedochází k ovlivnění konečných výsledků při zahájení sumace počátkem roku, a jestli by se s ní nemělo začít již před koncem roku předcházejícího. Zpracováním několikaletých pozorování, provedených na Ústavu ovocnictví Zahrad-

nické fakulty Mendelovy univerzity v Lednici, a jejich extrapolací pomocí několika teplotních modelů, jsme došli k zjištění, že k ukončení dormance u meruněk dochází i v současné době, v převážně většině případů, až po začátku nového roku a zanedbáním použití přesného termínu k zahájení sumace dojde k chybě, která se na konečném termínu předpovědi kvetení může projevit odchylkou maximálně jeden den. Pokud během podzimních a zimních měsíců, kdy jsou stromy v dormanci, dojde k oteplení, může dojít paradoxně k tomu, že se období dormance prodlouží a stromy z ní vystupují později, jelikož se sníží anebo zcela ustane načítání sum nízkých teplot.

### Předpověď termínu kvetení meruněk

Je pochopitelné, že s ohledem na možnosti současných numerických předpovědí počasí, kdy lze stanovit dopředu průběh počasí s určitou akceptovatelnou mírou spolehlivosti na tři až sedm dní dopředu, není možno již na počátku roku s jejich



Pro účely předpovědi termínu kvetení meruněk lze využít čtyřdenní předpovědi teplot publikované na webových stránkách [www.yr.no](http://www.yr.no)

pomocí předpovědět termín kvetení. Lze však v kombinaci údajů krátkodobé a klimatické předpovědi tento termín v průběhu jarního období průběžně upřesňovat a reagovat tak na výkyvy počasí v předjarním a jarním období. Pěstitel je tak pravidelně informován o tom, kdy lze očekávat nástup kvetení, a jak se aktuální průběh počasí projevuje na jeho uspořádání anebo oddálení.

Metoda předpovědi termínu kvetení meruněk sestává ze čtyř částí: 1) znalosti potřebné sumy hodinových efektivních teplot nad 5 °C od počátku roku do kvetení; tato suma může záležet na odrůdách pěstovaných v daném podniku; jak však bylo ukázáno, při absenci napozorovaných údajů lze využít i záznamy o termínech provedených ošetření proti moniliové spále za víceleté období, aby se vyloučily případné odchylky; 2) skutečně naměřené teploty vzduchu automatickou meteorologickou stanicí s přenosem údajů na webový server a jejich hodinové průměry z blízkosti předpovídané lokality; tyto hodinové teploty se sčítají od počátku roku do dne vydání předpovědi kvetení (den D); 3) předpovědi teplot na několik dní dopředu; existuje poměrně značné množství aplikací, předpovídajících jednotlivé meteorologické prvky interpolací několika používaných numerických modelů předpovědi

počasí pro konkrétní místo; v závislosti na použitém modelu jsou různé přesné; pro naše účely předpovědi termínu kvetení meruněk jsou využívány čtyřdenní předpovědi teplot publikované zdarma na serveru [www.yr.no](http://www.yr.no); takto získanými hodinovými teplotami se prodlouží časová řada teplotních sum o čtyři dny dopředu ( $D + 4$ ); 4) dlouhodobých průměrných denních přírůstků SET 5 za víceleté období pro danou lokalitu; jelikož ani čtyřdenní předpověď by zejména na počátku roku nestačila k stanovení předběžného termínu kvetení meruněk, je nutno k teplotní sumě pro den  $D + 4$  postupně přičítat tyto průměrné denní přírůstky SET 5 až do hodnoty teplotní sumy stanovené pro daný kultivar; tento den je pak považován za předpovídaný termín kvetení meruněk.

### Příklady z praxe

V roce 2020 došlo v důsledku vysokých teplot v únoru a počátkem března k výraznému urychlení vývoje vegetace a meruňky začaly kvést již v polovině března. Následně se však vyskytlo několik studených vln, během nichž teploty klesaly pod bod mrazu, čímž došlo k výrazné redukci násady, a to většinou i v případech, kdy byla prováděna protimrazová opatření. U meruněk je fenofáze kvetení jednou z prvních, které na jaře nastupují, a nelze je včas dopředu odvodit z předchozích fenofází jiných

ovocných druhů. V příspěvku je provedeno vyhodnocení zaznamenaných termínů kvetení meruněk a termínů jejich ošetření proti moniliovému úzehu (spále) peckovin ve vztahu k teplotním sumám a následně sestavení algoritmu předpovědi kvetení pro konkrétní lokalitu.

Ukázka, jakých hodnot mohou dosahovat denní přírůstky hodinových SET 5, je v grafu 3. Na počátku roku jsou poměrně malé a téměř až do konce února se pohybují pod hranici 20 °C za den. V průběhu března je vidět strmý nárůst a na přelomu tohoto měsíce a měsíce dubna, kdy většinou dochází ke kvetení meruněk, dosahují hodnot kolem 100 °C za den a dále vzrůstají. Předpověď tak vychází nejprve z přesných naměřených hodnot, na ně navazují méně přesné předpovídané hodnoty z numerických modelů a zbývající část pak doplňují klimatologicky zjištěné hodnoty. V průběhu vydávání předpovědi v předjaří a na jaře postupně začínají převažovat přímo měřené hodnoty nad klimatickými, čímž dochází i k jejímu zpřesnění. Uživatel tak dostává postupně se zpřesňující informace o předpokládaném termínu kvetení.

Příklad takto konstruované předpovědi je v grafu 4, na němž jsou vyneseny předpovídané termíny kvetení meruněk v roce 2021 pro lokalitu Velké Bilovice, včetně průběhu skutečně naměřených SET, předpovídaných sum a jejich dlouhodobého průměru. Proti předchozímu roku 2020, kdy byly teplotní podmínky na začátku vegetace výrazně nadnormální, v roce 2021 naopak bylo jaro extrémně chladné a docházelo k oddálení nástupu jednotlivých fenofází. Na počátku vydávání předpovědi ke konci ledna byl termín kvetení meruněk stanoven nejprve na průměrnou hodnotu kolem 4. 4. 2021 a v následujících týdnech, až do počátku března, se držel přibližně na této hodnotě. K posunu o jeden nebo dva dny k dřívějšímu termínu docházelo zejména v případech, kdy podle předpovědi teplot mělo dojít k oteplení,

kteří se však nedostavilo. Toto výraznější selhání předpovědi proti skutečnosti nastalo zejména za inverzních situací, kdy se místo celodenního slunečního svitu vyskytovaly přízemní mlhy, které zabraňovaly prohřátí povrchu, a tím i přilehlého vzduchu. Teploty tak byly o 5 až 10 °C nižší než předpovídané, což se následně projevilo i ve výsledné teplotní sumě. Od počátku března převládalo chladnější počasí



V příspěvku jsou zpracovány fenofáze počátku kvetení středně rané odrůdy meruněk Sundrop v lokalitě Velké Bilovice

s podprůměrnými teplotami vzduchu a předpovídané datum kvetení se tudíž postupně začalo posouvat k pozdějším termínům. Toto chladné počasí bylo na přelomu března a dubna vystřídáno extrémně teplým s maximálními teplotami kolem 20 °C. Během těchto dnů rychle narostly teplotní sumy, což se projevilo opět posunem předpokládaného termínu kvetení o několik dnů směrem dozadu. Poměrně značná extrémní teplot v tomto období měla za následek, že již na počátku dubna byly opět předpovídané nízké teploty, nepřevyšující přes den příliš prahovou hodnotu 5 °C, čímž se oddálil předpovídaný termín kvetení až na 12. 4. 2021, kdy bylo skutečně provedeno ošetření proti moniliové spále, neboť většina

stromů z první skupiny odrůd meruněk dosáhla fenofáze plný květ.

Použitím popsaného způsobu sestavení předpovědi termínu kvetení meruněk má pěstitel od počátku vegetace alespoň orientační informaci o tom, kdy může očekávat kvetení meruněk, popřípadě v jaké fenofázi se stromy nacházejí, a podle toho zvažovat nejrůznější opatření v souvislosti s případnými předpovídanými

mi jarními mrazíky, popřípadě plánovat i další agrotechnické operace.

### Závěr

Změny klimatu projevující se zvýšenou extremitou povětrnostních jevů mají dopad i na počátky a průběhy fenofází ovocných dřevin. Lze proto jen s politováním konstatovat, že Český hydrometeorologický ústav, provozující odborně spravovanou síť fenologických stanic od roku 1923, ukončil k roku 2012 pozorování ovocných dřevin, takže v posledních letech, kdy jsou změny klimatu stále výraznější, nejsou k dispozici odborně kontrolované údaje o nástupech jednotlivých fenofází. Pro odborné zpracování tak musí být použity soukromé časové

řady ať již jednotlivců nebo některých ovocnářských podniků, popř. výzkumných ústavů, u nichž však ne vždy lze zaručit správnost a homogenitu pozorování. Jako jeden z nadějných přístupů, jak nahradit tato chybějící pozorování, se ukázalo v případě fenofáze kvetení meruněk využití záznamů ovocnářských podniků o termínech provedení postřiků proti moniliovému úzehu (spále) peckovin, jež je prováděno většinou na počátku kvetení. Srovnání těchto záznamů se skutečně napozorovanými počátky kvetení ukázalo poměrně dobrou shodu jak co do stanovení prahové hodnoty pro výpočet hodinových SET, tak i ve výsledné hodnotě této sumy. Na základě provedených výpočtů lze považovat teplotní sumu 2600 °C hodinových efektivních teplot nad 5 °C za vhodnou pro stanovení počátku kvetení raně až středně raně kvetoucích odrůd. Metoda předpovědi kvetení meruněk dává sadařům průběžně alespoň orientační informaci o tom, do jaké míry stávající a předpovídané povětrnostní podmínky uspišily anebo oddálily počátek kvetení. Předložený příspěvek je zároveň i pěknou ukázkou toho, jak mohou být využita data naměřená meteorologickou stanicí v sadu k získání informací pomáhajících pěstiteli v jeho rozhodování.

Text a foto

RNDr. Tomáš Litschmann,<sup>1</sup>

Ing. Radek Vávra, Ph.D.,<sup>2</sup>

<sup>1</sup>AMET – Sdružení Litschmann & Suchý,

Velké Bilovice,

<sup>2</sup>Výzkumný a šlechtitelský ústav

ovocnářský Holovousy, s. r. o.

Článek byl uveřejněn za podpory Ministerstva zemědělství při České technologické platformě pro zemědělství a v rámci řešení projektů LO1608 a QK1910296.

Článek byl odborně recenzován.

Použitá literatura je k dispozici u autorů článku.