

HISTORIE, VÝVOJ A VÝZNAM FENOLOGIE

History, evolution and significance of phenology

Jaroslav Rožnovský^{1,2} a Ilja Vyskoč³

¹Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 616 67 Brno,

²Mendelova univerzita v Brně, Ústav šlechtění a množení zahradnických rostlin,
Valtická 337, 691 44 Lednice

³Mendelova univerzita v Brně, Ústav environmentalistiky a přírodních zdrojů

Abstrakt

Významným indikátorem vlivu počasí a podnebí jsou fenologické projevy organismů. Fenologie patří k mladším vědám, její význam v souvislosti se změnami klimatu významně narůstá. Ojedinelé doklady fenologických pozorování najdeme v historických záznamech, ale rozvoj fenologie v Evropě začal až v závěru 18. století. Systematická fenologická pozorování na území Československa byla zahájena ve dvacátých letech minulého století prof. V. Novákem. Česká meteorologická služba převzala fenologická pozorování v r. 1940. Pravidla pro fenologická pozorování a rozmístění fenologických stanic prošla několika úpravami. Zásadní změnou bylo rozhodnutí vedení Českého hydrometeorologického ústavu (dále jen ČHMÚ) o ukončení fenologických pozorování polních plodin a ovocných dřevin k 31. 12. 2012. Na území ČR pokračují fenologická pozorování vybraných lesních rostlin na 25 fenologických stanicích. Stále vyšší dynamika počasí na našem území dokládá potřebu fenologických dat, proto je nutné obnovení fenologických pozorování v původním rozsahu.

Klíčová slova: fenologická pozorování, fenologické stanice, návody pro pozorovatele, změny podnebí

Abstract

Phenological activity of organisms is a significant indicator of the effect of weather and climate. Phenology is a relatively modern science, significance of which nowadays significantly increases in relation to the ongoing climate change. There is sporadic evidence of phenological observations in historical records, but real development of phenology in Europe only began by the end of 18th century. Systematic phenological observations in the area of Czechoslovakia began in 1920s by prof. V. Novák. Czech meteorological service took over these observations in 1940. The guidelines for phenological observations and how to

situating phenological stations underwent several revisions. A major change was the decision made by the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) to end phenological observations of field crops and fruit trees by Dec 31, 2012. Phenological observations of selected forest plants in the region of the Czech Republic continue at 25 phenological stations. The ever increasing dynamics of the weather in this country proves the necessity of having phenological data and it is therefore necessary to restore phenological observations in their original extent.

Keywords: phenological observations, phenological stations, guidelines for observers, climate change

Úvod

S rostoucí dynamikou počasí a následnými změnami klimatu se stále častěji řeší, jaké jsou jejich dopady na přírodu a naši společnost. Nezastupitelnou roli v tomto pohledu má fenologie. Podle Meteorologického slovníku je fenologie věda o časovém průběhu významných periodicky se opakujících životních projevů rostlin a živočichů, tzv. fenologických fází, v závislosti na komplexu podmínek vnějšího prostředí, zejména na počasí a klimatu. Úzký vztah mezi fenologickými daty a klimatickými podmínkami činí z fenologie významnou pomocnou vědu klimatologie, neboť výsledků fenologických pozorování a výzkumů lze zpětně využít k charakteristice klimatických podmínek místa nebo oblasti. Podle objektu pozorování se fenologie dělí na fytofenologii a zoofenologii..

V posledních desetiletích je mnoho výzkumných aktivit věnováno studiu projevu měnícího se klimatu. Je logické, že pozornost je zaměřena na odezvu ekosystémů, ale také jednotlivých organismů. V tomto pohledu jsou projevy organismů nejvhodnějším indikátorem dynamiky počasí a také změn podnebí. Proto se tak zvýšil význam fenologických pozorování. Ovšem až na výjimky dlouhé řady fenologických pozorování nenajdeme jak na našem území, tak ve světě. Je nutné si uvědomit, že k výzkumnému využití nelze použít jakékoliv záznamy, musí být zaručena přesnost jak z hlediska záznamů fenofází, tak musí být jednotlivé fenofáze přesně stanoveny na určených druzích. V tomto směru jsou sestaveny návody pro pozorování jednotlivých fenologických institucí. Obdobně jsou využitelná data z různých výzkumných projektů, která však ne vždy mají potřebnou skladbu apod. Fenologické údaje jsou potom významným podkladem nejen pro vlastní posouzení vlivů počasí a podnebí, ale také pro vhodná opatření, např. stanovení agrotechnických lhůt, pozemkové úpravy, výsadby zeleně apod.

Potřeba využití a současně sladění fenologických pozorování vedla k evropské spolupráci. Tato ve fenologii v podstatě začala zřízením sítě mezinárodních fenologických zahrádek (IPG), kterou spravuje Humboldtova univerzita v Berlíně. Síť obsahuje cca 50 stanic, v České republice jsou tři stanice: na observatoři Doksany, v arboretech lesnických fakult umístěných v Kostelci nad Černými lesy a Křtinách u Brna. IPG dodává bezplatně pozorované stromky z mateřské školky v Ahrenburgu u Hamburku, jde tedy o geneticky shodný biologický materiál. Odvoz a výsadbu zajišťuje provozovatel. Pozorování není honorováno; po skončení kalendářního roku pozorovatel odešle hlášení správci, který po zpracování výsledků z celé sítě odešle zadarmo ročenku na každou ze stanic sítě.

Materiál a metody

Uvedené výsledky vycházejí ze studia dostupných fenologických podkladů, zejména souboru vydaných návodů pro fenologická pozorování, studia fenologických podkladů v rámci různých projektů a studií a také publikovaných prací, ve kterých byla využita fenologická pozorování, případně byla samostatně vedena a vyhodnocena. Dokladem je uvedený přehled literatury.

Výsledky

Lidé vždy věnovali pozornost dějům v přírodě, ale až na výjimky tyto nebyly zaznamenávány. Určitým dokladem o tom, že naši předkové vnímali závislost mezi průběhem počasí a přírodou, jsou pranostiky.

Historie fenologie

Nejstarší mnohaletá fenologická pozorování jsou opatrována v archivu japonského císařského dvora. Jsou to údaje o počátku kvetení třešní od r. 705 n. l. Fenologická pozorování čtyř generací anglické rodiny Marsham jsou z let 1736-1926. Základ pravidelného a metodicky sjednoceného pozorování staniční sítě položil Carl von Linné. Ten zřídil ve Švédsku síť 18 stanic (1752-1755). První mezinárodní fenologická pozorovací síť byla provozována falckou meteorologickou společností Societas Meteorologica Palatina od r. 1780 do 1792. V téže době se zabýval fenologickým pozorováním jeden ze zakladatelů české meteorologie A.Strnad. První fenologický kalendář byl uveřejněn r. 1787 T. Haenkem. Pravidelná síťová fenologická pozorování v Čechách organizoval v třicátých letech 19. století sekretář Společnosti vlastenecko hospodářské M. Seidl. Karl von Fritsch v polovině 19. století konal četná fenologická pozorování nejprve v Praze a po svém přeložení do Vídně vydal v dubnu 1853

pro meteorologické stanice „Instrukce pro pozorování vegetace“. Pozorovatel obdržel celoroční pozorovací formulář, který koncem roku vyplněný zaslal zpátky do centra. V druhé polovině 19. století byla síťová fenologická pozorování konána na Moravě asi na 20 stanicích a na Slovensku na 10-15 stanicích. V letech 1907-1917 organizovala Společnost pro fyziokracii síť přibližně 60 stanic a každoročně uveřejňovala získané výsledky. Po skončení první světové války byla zřízena pod vedením V. Nováka bioklimatickými ústavy zemědělskými rozsáhlá síť, výsledky byly publikovány ve fenologických ročenkách (1927-1943).

Z mezinárodního hlediska je třeba ještě vzpomenout H.Hoffmanna a E. Ihneho, kteří soustřeďovali a zveřejňovali od r. 1879 do r. 1941 podle jednotné metodiky (jejíž zásady převzal a rozpracoval i V. Novák) pravidelná fenologická data z velkého počtu evropských a několika mimoevropských stanic. Soustřeďovali zároveň registrovaná meteorologická data, což vedlo k tomu, že fenologie byla zřízena vedle klimatologie v meteorologických službách mnohých zemí jako jejich organická součást.

Fenologická pozorování zajišťovaná ČHMÚ

Česká meteorologická služba převzala fenologii v r. 1940 s celou sítí (řádově 1000 lokalit) i s archivem údajů od r.1923 (uložení starších dat není známo), slovenská pak v r.1949. Počet fenologických stanic se blížil hustotě srážkoměrné sítě. Postupně dochází k redukci počtu stanic všeobecné fenologie a kolem r. 1985 ke specializaci sítě fenologie polních plodin (ČHMÚ 94 stanic), ovocných dřevin (26 stanic) a lesních rostlin (41 stanic). V České a Slovenské republice zajišťovaly fenologická pozorování ČHMÚ a SHMÚ. Zpracování fenologických dat do ročenek prováděl ČHMÚ do roku 1960 a SHMÚ o dvacet let déle, tedy do roku 1980.

V předmluvě metodického předpisu č. 2 (Návod pro činnost fenologických stanic, polní plodiny. Praha1981) je uvedeno, citace: „Vydání tohoto předpisu je dílčí realizací našeho záměru modernizovat celouzemní fenologická pozorování s hlavním cílem zvýšit přesnost, odbornou hodnotu a zejména využitelnost produkovaných fenologických informací. Přitom předpokládanou hlavní oblastí uplatnění je meteorologické zajištění zemědělské výroby. Fenologické údaje zde mj. poskytují společnou časovou základnu pro různé zemědělsko-meteorologické služby ústavu.“, konec citace.

V průběhu fenologických pozorování měl ČHMÚ nejrozsáhlejší soubor pozorovaných rostlin. Je nutné uvést, že zoofenologická pozorování nebyla po roce 1960 do systému zařazena.

Fenologická hlášení zasílali pozorovatelé územně příslušným pobočkám ústavu, kde byla data ukládána do databáze podle centrální metodiky.

Fenologická síť byla složena ze tří typů stanic (lesní rostliny, ovocné dřeviny, polní plodiny),

Polní plodiny

Návod pro činnost fenologických stanic - polní plodiny. Praha, ČHMÚ 1981. Metodický předpis č. 2. uvádí, že na fenologických stanicích polních plodin se pozorovalo 19 druhů: pšenice ozimá a jarní, žito, ječmen ozimý a jarní, oves setý, řepa cukrovka, řepa krmná, brambory, kukuřice, bob obecný, hrách setý, fazol obecný, len setý, řepka olejka, mák setý, vojtěška setá, jetel luční, chmel otáčivý. Seznam pozorovaných fenofází byl následující: setí, vzcházení (všechny plodiny kromě vojtěšky, jetele, chmele), rašení pupenů (chmel), první listy (řepka, vojtěška, jetel, chmel), počátek odnožování (obiloviny), počátek prodlužování stonků (obiloviny, řepka, mák), první a druhé kolénko (obiloviny), počátek metání (obiloviny, kukuřice), řádkové a úplné zapojení porostu (brambory), počátek růstu pazochů (chmel), počátek dekortikace (řepa cukrovka a krmná), butonizace (luštěniny, píceň, len, brambory), počátek kvetení (všechny druhy kromě řepy a kukuřice), kvetení samčích a samičích květů (kukuřice), plný rozkvět (luštěniny, mák, len, řepka, brambory), konec kvetení (obiloviny, mák, řepka, len, brambory), počátek hlávkování (chmel), zelená zralost (bob, hrách), mléčná zralost (obiloviny, kukuřice), mléčně vosková zralost (kukuřice), žlutá zralost (obiloviny, luštěniny, řepka, len), plná zralost (obiloviny, kukuřice, luštěniny, mák), sklizňová zralost (řepa), odumírání nati (brambory), sklizeň (všechny plodiny kromě pícnin), první, druhá a třetí seč (píceň).

Ovocné dřeviny

Fenologické stanice ovocných dřevin zahrnovaly pozorování (Návod pro činnost fenologických stanic – ovocné dřeviny. 1981) 15 druhů: jabloň, hrušeň, slivoň, třešeň, višeň, meruňka, broskvoň, rybíz červený a bílý, rybíz černý, angrešt, ořešák, líska, réva vinná.

Byly zaznamenávány tyto fenofáze:

Rašení smíšených pupenů (jabloň, hrušeň), rašení listových pupenů (všechny druhy kromě jabloně a hrušně), rašení květních pupenů (slivoň, třešeň, višeň, meruňka, broskvoň, líska), první listy (všechny druhy), butonizace (jabloň, hrušeň, slivoň, třešeň, višeň, meruňka, broskvoň), počátek kvetení (všechny druhy kromě ořešáku a lísky), počátek kvetení samčích květů (ořešák, líska), počátek kvetení samičích květů (líska), plný rozkvět (všechny druhy kromě lísky), počátek opadu korunních plátků (jabloň, hrušeň, slivoň, třešeň, višeň), konec kvetení

(všechny druhy kromě rybízu a angreštu), tvorba pupenů (jabloň, hrušeň, slivoň, třešeň, višeň, meruňka, broskvoň), ukončení růstu letorostů (jabloň, hrušeň), sklizňová zralost (všechny druhy), sklizeň (jabloň, hrušeň, slivoň, třešeň, višeň, meruňka, broskvoň), konec opadu listů (všechny druhy kromě rybízu, angreštu, révy), u révy vinné ještě fáze počátek jarní mízy, zavěšování hroznů, měknutí bobulí.

Zde je nutné uvést, že v předcházejícím textu uváděný minulý čas byl proto, že vedení ČHMÚ v roce 2012 pod finančním tlakem rozhodlo, že od 1. 1. 2013 nebude ČHMÚ zajišťovat fenologická pozorování polních plodin a ovocných dřevin včetně révy vinné. Zůstala zachována pouze pozorování lesních rostlin.

Lesní rostliny

Seznam pozorovaných lesních rostlin sestává ze 45 druhů (Návod pro činnost fenologických stanic - lesní rostliny. 1988):

Smrk ztepilý, modřín opadavý, borovice lesní, borovice kosodřevina, třešeň ptačí, slivoň trnka, jeřáb obecný, hloh obecný, trnovník akát, habr obecný, líska obecná, bříza bradavičnatá, olše lepkavá, olše šedivá, buk lesní, dub letní, vrba jíva, javor klen, javor mléč, lípa srdčitá, svída krvavá, svída dřín, bez černý, bez hroznatý, blatouch bahenní, sasanka hajní, jaterník podléška, pryskyřník prudký, jahodník obecný, jetel plazivý, třezalka tečkovaná, vrbka úzkolistá, vřes obecný, brusnice borůvka, hluchavka bílá, kopretina luční, podběl obecný, devětsil zvrhlý, devětsil bílý, ocún jesenní, konvalinka vonná, sněženka podsněžník, srha říznačka, psárka luční, rákos obecný, trvalá louka.

Jsou pozorovány tyto fenofáze: rašení, začátek olistování (10 %, 50 %, 100 %), plné olistění, butonizace, kvetení (10 %, 50 %, 100 %), odkvěť, tvorba pupenů, počátek fruktifikace, janské výhony, letní žloutnutí, dřevnatění výhonů, žloutnutí listů (10 %, 100 %, tedy počátek a konec fáze), opad listů (10 %, 100 %), zralost plodů (10 %, 50 %, 100 %) a velikost úrody, u trvalé louky senoseč a otavoseč.

Diskuze a závěr

Využití fenologických dat bylo běžné, jak dokládá bohatý seznam v literatuře. S ohledem na rozsah článku jednotlivé práce neanalyzujeme. Uvedli jsme, že fenologie má dlouhou historii srovnatelnou s délkou dlouhodobých klimatologických řad, v některých případech i delší (Japonská řada kvetení sakury). Související fenologická měření byla na našem území prováděna od dvacátých let minulého století. Fenologická služba ČHMÚ je zapojena do evropského fenologického systému a podílí se na řešení evropských projektů.

Ovšem rozhodnutí zrušit fenologická pozorování polních plodin a ovocných dřevin způsobilo nenahraditelnou ztrátu pro různá vyhodnocení a analýzy. Můžeme uvést, že tato ztráta je umocněna tím, že prokazatelně narůstají teploty vzduchu, čímž se mění nástupy fenofází v počátku vegetačního období. Bohužel souvislá fenologická pozorování nemáme. Je otázkou, nakolik prováděné dopočty a podobné postupy jsou schopny nahradit reálnou situaci. Jde totiž o celý soubor vývoje rostlin, kde nám chybí možnost vyjádřit vliv extrémních projevů počasí na úrodu zemědělských plodin. Přitom stále častější výskyty sucha vedou ke snaze šlechtit odolné odrůdy.

Fenologická data jsou však potřebná i pro další využití, např. při výpočtech vodní eroze na zemědělských pozemcích, kde jde o tzv. C faktor. Bohužel ani aktivity v roce 2018 k obnovení fenologických pozorování k původnímu rozsahu nevedly. Průběh počasí v předcházejících letech a na počátku tohoto roku snad povede i k tomu, že v rámci mnoha aktivit ke změnám klimatu a snaze řešit problémy dané suchem, bude fenologickým pozorováním věnována patřičná pozornost.

Literatura

BAŽANT, Z., SVOBODA, A., LITSCHMANN, T. Proměnlivost termínu plného květu a sklizňové zralosti u meruněk odr. Velkopavlovická a broskvoní odr. Redhaven v podmínkách jižní Moravy. *Vědecké práce ovocnářské*, 1999, 16, s. 63-70, VŠUO Holovousy. ISSN 0231-6900. Dostupné z URL <http://web.sol.cz/~amet/kvetzrani.html> .

BLÁHA, J. Phenological characteristics of apricot cultivars in southern Moravia. *Zahradnictví - sborník ÚVTIZ*, 1990, 17, č. 1, s. 1–8.

BRASLAVSKÁ, O., BORSÁNYI, P., ŠEVČOVIČOVÁ, Z., 1996. Analýza nástupu fenologických fází rastlín v Sučanoch v závislosti od zmien teploty vzduchu. *Národný klimatický program SR*, III, zv. 4, s. 77–89.

CHALUPA, V.: Fenologické jevy u lesních dřevin. *Zprávy VÚLH*, III, 1957, č. 3.

CHMIELEWSKI, F.M., RÖTZER, T., 2002. Annual and spatial variability of the beginning of growing season in Europe in relation to air temperature changes. *Climate research*, Vol. 19, p. 257-264.

COUFAL, L., et. al. Fenologický atlas. Nakladatelství ČHMÚ, Praha, 2004, 263 s. ISBN 80-86690-21-0.

KAJFEŽ – BOGATAJ, L., BERGANT, K., ČREPINŠEK, Z. Simple models for prediction of flowering of fruit trees (*Pyrus communis* L., *Malus domestica* BORKH and *Prunus domestica* L.) [on line]. Istituto di Biometeorologia Bologna. Dostupné z URL <http://agromet-cost.bo.ibimet.cnr.it/wg2/ecamzali.pdf> .

- KURPELOVÁ, M., 1980. Fenologické javy a ich vzťah ku kolísaniu klímy. Meteorologické zprávy, roč. 33, č.5, s. 142-147.
- Kurpelová, M., Coufal, L., Čulík, J. Agroklimatické podmienky ČSSR. Hydrometeorologický ústav, Bratislava, 1975. 270 s.
- LEDNICKÝ, V. Příspěvek k fenologii ovocných dřevin. *Meteorologické zprávy*, 1979, 32, č. 5, s. 135-142.
- MATHE, A., SZABO, Z., NYEKI, J. Numerical comparison of the flowering of apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties in Hungary. In *Acta Horticulturae*, 1995, s. 339-344. ISBN 906605767X, ISSN 0567-7572.
- MENZEL, A., 2000. Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. *Int. J. Biometeorol.*, Vol. 44, Num. 2, p. 76 - 81.
- Miháliková, I.: 60 let fenologické staniční sítě. *Meteorol. Zpr.*, 36, 1983, s. 187.
- MILATOVIC, D. Flowering of apricot cultivars in the region of Belgrade. *Vocarstvo*, 2005, 39, č. 3, s. 285-293. ISSN 1820-5054.
- Návod pro činnost fenologických stanic - lesní rostliny. Praha, ČHMÚ 1988. Metodický předpis č. 10.
- Návod pro činnost fenologických stanic – ovocné dřeviny. Praha, ČHMÚ 1981. Metodický předpis č. 3.
- Návod pro činnost fenologických stanic - polní plodiny. Praha, ČHMÚ 1981. Metodický předpis č. 2.
- NEKOVÁŘ JIŘÍ: Fenologická pozorování lesních rostlin ve vybraných zemích Evropy. *Meteorologické Zprávy*, 46, 1993, 21-26.
- PIFFLOVÁ, L., BRABLEC, J., LENNER, V., MINÁŘ, M., 1956. Příručka pro fenologické pozorovatele. Hydrometeorologický ústav, Praha.
- RODRIGO, J., HERRERO, M. Effects of pre-blossom temperatures on flower development and fruit set in apricot. *Scientia Horticulturae (Amsterdam)*, 2002, 92, č. 2, s. 125-135. ISSN 0304-4238.
- ROŽNOVSKÝ, J., BAUER, Z. Dynamika fenofází kvetení meruňky. In *Sborník: Extrémy počasí a podnebí, Brno 11. 3. 2004, Brno*. Brno: Česká bioklimatologická společnost a ČHMÚ, 2004. s. 40, 1 CD ROM. ISBN 80-86690-12-1.
- ROŽNOVSKÝ, J.: Agroklimatické podmínky a fenologická hodnocení v pohledu možných klimatických změn. Bratislava, Slovenská bioklimatologická společnost 1993, Štúdia XI., s.52 - 55.
- STEHNOVÁ, E., H. STŘEDOVÁ a J. ROŽNOVSKÝ. Retrospektivní analýza fenologických fází pšenice ozimé (*Triticum aestivum* L.) v podmínkách klimatu České republiky. In: *Půdní a zemědělské sucho*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 2016, s. 391-401. ISBN 978-80-87361-55-9.

STEHNOVÁ, Eva, Hana STŘEDOVÁ, Jaroslav ROŽNOVSKÝ a Tomáš STŘEDA. Phenological observations and their possible use within the monitoring allergens. In: *Public recreation and landscape protection – with nature hand in hand? Conference proceeding 1st – 3rd May 2017*. Brno: Mendel University in Brno, 2017, s. 241–248. ISBN 978-80-7509-487-

STŘEDA, T., ROŽNOVSKÝ, J., ŠTEPÁNEK, P. Analýza iniciace kvetení meruňky (*Prunus armeniaca* L.) prostřednictvím vybraných teplotních charakteristik. In *Sborník abstraktů z mezinárodní vědecké konference „Změny podnebí – extrémní počasí – organismy a ekosystémy“*, 23. – 26. 8. 2004, Viničky, Slovenská republika. Nitra: SPU v Nitre, 2004, s. 12-13, 1 CD-ROM.

VACHŮN, Z. Variability of phenophase of flowering and differences between beginning of fertile period in apricots (*Prunus armeniaca* L.). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2002, 50, č. 1, s. 21-32. ISSN 1211-8516.

VÁŇA, M., TEKUŠOVÁ, M. (1991): Vliv předpokládaných změn teploty vzduchu na osevní plochy a topné období. *Meteorol. Zpr.*, 44, č. 3, s. 73-78.

KURPELOVÁ, M., GAJAR, B., NOVÁK, L. Optimalizácia siete fenologických staníc na Slovensku. *MZ* 1986, č.3, s.72-75

LEDNICKÝ, V. Příspěvek k fenologii ovocných dřevin. *MZ* 1979, č.5, s.135-142

NEKOVÁŘ, J.: Fenologická pozorování rostlin ve vybraných zemích Evropy. *Meteorol. Zpr.*, 46, č. 1, 1993, s. 21-26.

Poděkování

Tento článek vychází z řešení projektu Interní grantové agentury Zahradnické fakulty Mendelovy univerzity v Brně č. IGA-ZF/2019-AP014.

Kontaktní osoba:

RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský, CSc.

ČHMÚ-pobočka Brno

616 67 Brno, Kroftova 43

email: jaroslav.roznovsky@chmi.cz