

Pozorované změny nástupu fenofází na mezinárodní fenologické zahrádce v Doksanech

Observed changes in the onset of phenophases at the International Phenological Garden in Doksany

Daniel Bareš

Český hydrometeorologický ústav Praha
oddělení biometeorologických aplikací
Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ daniel.bares@chmi.cz

Martin Možný

Český hydrometeorologický ústav Praha
oddělení biometeorologických aplikací
Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ martin.mozny@chmi.cz

Lenka Hájková

Český hydrometeorologický ústav Praha
oddělení biometeorologických aplikací
Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4-Komořany
✉ lenka.hajkova@chmi.cz

International Phenological Gardens (IPG) were established to collect comparable phenological data across Europe. In each IPG, genetically identical clones of trees and shrubs are planted according to a standardized plan and methodology. This allows a more precise analysis of phenological development and better identification of the effects of environmental factors, such as air temperature, precipitation, and photo-period, on phenological phenomena, being important for understanding the response of ecosystems to environmental changes. The IPG in Doksany was established in 2000 (tree planting) and phenological observations began in the following year (2001). The phenological results of three species (common hazel, downy birch and bird cherry) were evaluated for the period 2001–2025, and the Mann-Kendall test was used to determine trends in the time series. It has been found that the phenological phases are shifting to earlier periods of the growing season, and in the case of hazel even to the winter months in some years. The earlier onset of the phenological phases of woody species follows an increase in air temperatures in the winter and spring periods. The presented analysis illustrate the significant connection between air temperature and the onset of phenological phases. The use of a digital camera at the IPG station in monitoring phenophases is an obvious advantage contributing to the accuracy and objectivity of the observed data.

KLÍČOVÁ SLOVA: teplota vzduchu – líska obecná – třešeň ptačí – bříza pýřitá – Česká republika – kamera fenologická

KEYWORDS: air temperature – common hazel – bird cherry – downy birch – Czech Republic – phenological camera

1. Úvod

Fenologie je věda, která se zabývá studiem časového průběhu periodicky se opakujících životních projevů, tzv. fenologických fází, rostlin a živočichů v závislosti na podmínkách vnějšího prostředí, zejména na podnebí a počasí. Základ slova fenologie vznikl z řeckého slova „fainó“, které znamená „vyjevují“. Již odpradávná lidé sledovali své okolní prostředí a snažili se nějakým způsobem vyjádřit napozorované poznatky, např. rašení, olistění, počátek a konec kvetení, dozrávání plodů, a zaznamenávali si je. Na základě těchto poznatků vznikly i některé pranostiky (Hájková et al. 2012). Ve fenologii je velmi důležitá délka časové řady, mezi nejstarší fenologické záznamy se řadí počátek kvetení třešní, v archivu japonského císařského dvora mají záznamy již od roku 705 n. l. V českých zemích jsou nejstarší fenologické záznamy spojeny s pražským Klementinem (Daňhelka et al. 2025).

Fenologická data mají velký význam i dnes při sledování sezónních změn v biosféře a lze je využít v mnoha oborech lidské činnosti, jako je např. zemědělství, lesnictví, medicína (v oboru alergologie) a při studiu změn v podnebí (Možný et al. 2013).

Mezinárodní fenologické zahrádky (International Phenological Gardens – IPG) byly zřízeny za účelem shromažďování srovnatelných fenologických dat v celé Evropě. V každé IPG jsou vysazeny podle standardizovaného plánu a metodiky geneticky identické klony stromů a keřů. To umožňuje přesnější analýzu fenologického vývoje a lepší identifikaci vlivů faktorů prostředí, jako je teplota vzduchu, úhrn srážek a délka světelného dne tzv. fotoperioda, na fenologické jevy, což je důležité pro pochopení reakce ekosystémů na změny prostředí.

Nápad na zřízení sítě mezinárodních fenologických zahrádek vznikl již v roce 1957 v Německu a první mezinárodní fenologická zahrádka byla založena v roce 1959 v Offenbachu (Německo). Tato síť se postupně rozšiřovala, jejím řízením byly pověřeny různé německé instituce a od roku 1996 dostala tuto síť na starost Humboldtova univerzita v Berlíně a koordinátorem projektu byl prof. Dr. Frank-M. Chmielewski (Renner, Chmielewski 2022). V roce 1999 byla na observatoři v Doksanech



Obr. 1 Rozmístění mezinárodních fenologických zahrádek v Evropě, stav v roce 2024.

Zdroj: <https://ipg.ku.de/en/about-the-network>.

Fig. 1. Distribution of the International Phenological Gardens in Europe, status in 2024.

Source: <https://ipg.ku.de/en/about-the-network>.

nech založena první Mezinárodní fenologická zahrádka v České republice (označení IPG 85 Prague – Doksany). O založení IPG bylo rozhodnuto na 4. pracovním semináři středoevropských zemí ve fenologii, který se konal právě v Doksanech. Od roku 2023 se novou koordinátorkou celého projektu IPG stala prof. Dr. Susanne Jochner-Oette, z university KU Eichstätt-Ingolstadt. Nezbytné dřeviny byly získány rovněž od Humboldtovy univerzity v Berlíně z jejich mateřské zahrádky. V současné době je mateřská zahrádka v Grafrath v blízkosti Mnichova.

Monitorovací program IPG se zaměřuje zejména na zkoumání potenciálních dopadů změny klimatu na druhy stromů důležité pro naše lesní ekosystémy. Program byl dále rozšířen o druhy důležité pro fenologii, jako je zlatice a šeřík. V současné době do sítě přispívá 73 aktivních IPG z 20 zemí (údaj z roku 2024). Rozmístění mezinárodních fenologických zahrádek v Evropě je uvedeno na obr. 1 (aktivní stanice – probíhá fenologické pozorování v daném roce; pasivní stanice – neprobíhá fenologické pozorování v daném roce). Další informace o sledovaných druzích a fázích vývoje naleznete na internetových stránkách <https://ipg.ku.de>.

Cílem této studie je ukázat změny fenologických fází vybraných dřevin v IPG Doksany ve vazbě na teploty vzduchu.

Fenologické sítě sledují řadu vědeckých cílů, včetně monitorování změn životního prostředí, detekce dopadů klimatu, vývoje fenologických modelů/map nebo jejich porovnávání s daty dálkového průzkumu Země. Souvisí to s pochopením

toho, jak ekosystémy reagují na změny životního prostředí. Největší přidanou hodnotou sítě IPG je, že umožňuje standardizovaná pozorování, která eliminují genetickou variabilitu, a tím zlepšují srovnatelnost mezi různými lokalitami a časovými obdobími. Standardizace pozorování zajišťuje konzistenci shromážděných dat, což usnadňuje identifikaci vzorců a trendů v čase (Nordt et al. 2021).

2. Metodika

2.1 IPG Doksany

IPG 85 Doksany se nachází v Ústeckém kraji cca 50 km od Prahy a 38 km od Ústí nad Labem (zeměpisná šířka: 50°27'32"; zeměpisná délka: 14°10'13"; nadmořská výška: 158 m). Průměrná roční teplota vzduchu je 9,7 °C, průměrný roční úhrn srážek je 481 mm (období 1951–2024).

Výsadba dřevin proběhla v roce 2000 a v následujícím roce (2001) začalo fenologické pozorování. V současné době máme ucelené pozorování za období 24 let (2001–2025). Z vysázených dřevin jsou zde zastoupeny následující druhy: **modřín opadavý** (*Larix decidua*), **smrk ztepilý**

(*Picea abies early*, *Picea abies late* a *Picea abies northern*), **bříza pýřitá** (*Betula pubescens*), **topol osika** (*Populus tremula*), **třešeň ptačí** (*Prunus avium*), **líška obecná** (*Corylus avellana*), **ježáb obecný** (*Sorbus aucuparia*), **rybíz alpský** (*Ribes alpinum*), **vrba ušatá** (*Salix aurita*), **vrba košíkářská** (*Salix viminalis*), **zlatice převislá** (*Forsythia suspensa*) a **borovice lesní** (*Pinus sylvestris*). Rozmístění jednotlivých druhů dřevin na fenologické zahrádce observatoře Doksany je patrné z 3D obrázku (obr. 2).

Pro pozorovací program se používá standardizovaná metodika IPG. Na rozdíl od klasického fenologického pozorování volně rostoucích rostlin v rámci ČHMÚ (Hájková, Možný 2023) se na mezinárodní fenologické zahrádce sleduje pouze několik vybraných (celkem 8) fenologických fází.

Pozorované fenologické fáze na IPG: **BO** (začátek olistění – fáze se počítá od prvních viditelných ploch lístků, jehličí u modřínu), **M** (rašení – první výhonek jehliček u jehličnanů), **B** (začátek kvetení – na několika místech jsou plně rozvinuté květy), **AB** (hlavní kvetení – více než polovina květů rozvita), **J** (janské výhony), **F** (první zralé plody), **LV** (žloutnutí listů – více než polovina listů se změnou barvy) a **BF** (opad listů – více než polovina listů opadala).

Fenologický výkaz mezinárodní fenologické zahrádky je uveden na obr. 2b, napozorované údaje se standardně odesílají na web <https://ipg.ku.de>.



Obr. 2 Rozmístění dřevin na IPG Doksany – 3D schema včetně umístění fenokamery (a); fenologický výkaz IPG (b).
 Fig. 2. Distribution of the tree species at the Doksany IPG – 3D diagram including location of phenocamera (a); phenological report of IPG (b).



Obr. 3 Fenologické fáze u vybraných druhů dřevin: břiza pýřitá – B začátek kvetení (a); břiza pýřitá – AB plné kvetení (b) a třešeň ptačí – AB plné kvetení (c).
 Fig. 3. Phenological phases at the selected tree species: downy birch – B beginning of flowering (a); downy birch – AB full flowering (b) and bird cherry – AB full flowering (c).

Na obrázku 3 jsou zachyceny fáze břízy pýřité (obr. 3a – začátek kvetení; obr. 3b – plné kvetení) a třešně ptačí (obr. 3c – plné kvetení).

2.2 Fenologická kamera

Stále větší důraz je kladen na kvalitu dat. Proto jsme pro lepší objektivizaci pozorovaných fází, přistoupili k myšlence sledovat tyto fáze pomocí digitální kamery. V září 2006 byl spuštěn pilotní projekt monitoringu fenologických fází digitální kamerou na Observatoři ČHMÚ Doksany (Možný et al. 2013).

Na Observatoři v Doksanech disponujeme digitálním kompaktním fotoaparátem Canon PowerShot S3 IS, s rozlišením 6 MPx, s 12x optickým zoomem a stabilizátorem obrazu. Fotoaparát je umístěn ve vyhřívané nádobě s průzorem, která je připevněna k otočnému stojanu. (viz obr. 4a, 4b).

Pro komunikaci s budovou observatoře a samotným fotoaparátem bylo použito nepřetržité napájení, Ethernet a obslužný software CameraWindow. Samotná kamera se pomocí obslužného programu dá ovládat v manuálním nebo automatickém režimu. V automatickém režimu, se jedná o pořizování snímků v předem stanovených intervalech a kvalitě. Nespornou výhodou je i možnost ovládní celé kamery jak v horizontální, tak ve vertikální poloze. Další výhodou je, že u snímku je přesně zachycen

datum i čas pořízení. Pak již nemůže dojít k záměně nebo diskusi, jedná-li se skutečně o danou fenofázi u příslušné rostliny. Je zajímavé také pozorovat vývoj jednotlivých rostlin. Některé kultivary se na naší zahrádce nacházejí ve dvou až třech exemplářích. Zajímavostí je, že ač se jedná o stejný genetický materiál, lze pozorovat nestejnou vývoj a nástup některých fenofází. Největší rozdíly se vyskytly v nástupu počátku kvetení a všeobecného kvetení u některých druhů vrby a jeřábu obecného. Pomocí této metody se dají vyhodnocovat i další charakteristiky, např. kondice jednotlivých rostlin, změny na listové ploše apod.



Obr. 4 Fenologická kamera – vyhřívaná nádoba s průzorem (a) a otočný a naklápěcí stojan (b).
 Fig. 4. Phenological camera – heated container with viewing window (a), and rotating and tilting stand (b).

2.3 Použitá data

Do zpracování jsme využili data tří dřevin – lísky obecné (*Corylus avellana*), břízy pýřité (*Betula pubescens*) a třešně ptačí (*Prunus avium*). Z fenologických fází jsme se zaměřili na počátek kvetení (B) a plný rozkvět (AB) za období 2001–2025. Data byla vyhodnocena pomocí MS Excel, pro determinaci trendů v časové řadě byl použit Mann-Kendallův test (Libiseller, Grimvall 2002.). Vybraná meteorologická data (průměrná měsíční teplota vzduchu, průměrná měsíční maximální a minimální teplota vzduchu) byla exportována z databáze ČHMÚ (CLIDATA) za období 1951–2025. Do vyhodnocení byla použita data z meteorologické stanice Doksany (U1DOKS01), která je umístěna na stejném pozemku jako mezinárodní fenologická zahrádka.

3. Výsledky a diskuse

3.1 Vyhodnocení nástupu fenofází

Na obr. 5 jsou uvedeny nástupy fenofází v období 2001 až 2025. Vybrané statistické charakteristiky (maximum, horní kvartil, medián, dolní kvartil a minimum) představují box-ploxy na obr. 6. Výsledky Mann-Kendallova testu jsou uvedeny v tab. 1.

Líska obecná (*Corylus avellana*) obvykle kvete na území ČR na přelomu února a března, na IPG Doksany byl nejdříve nástup počátku kvetení zaznamenán již v lednu, a to 10. ledna 2012, 14. ledna 2007 a 15. ledna 2015. (obr. 5a). I nejdříve nástup plného květu byl zaznamenán v lednu, 25. ledna 2007, 27. ledna 2008 a 1. února 2018 (obr. 5d). Rozpětí nástupu feno-

logických fází u začátku kvetení je 77 dnů a u plného kvetení 72 dnů. Medián počátku kvetení je 22. února, plného kvetení 3. března. U lísky se fenofáze počátku kvetení úspěšila o 18 dní, fenofáze plného květu o 21,7 dne (viz tab. 1).

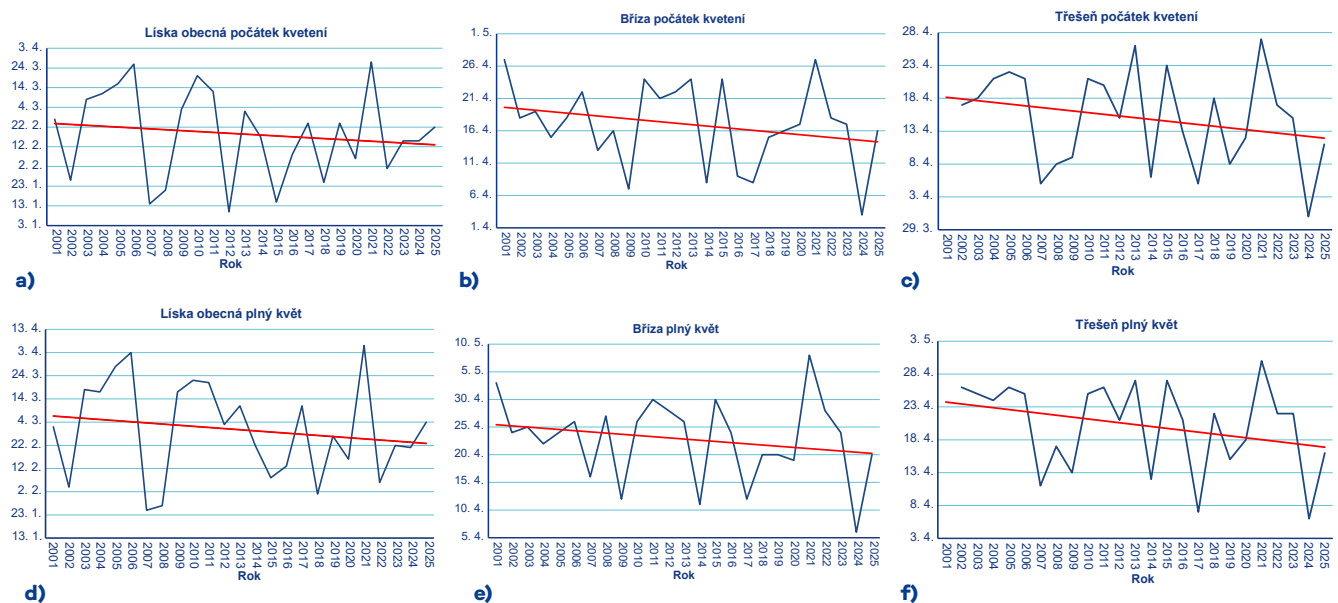
U břízy pýřité (*Betula pubescens*) jsme zaznamenali nejdříve nástup počátku kvetení 4. dubna 2024 (obr. 5b) a nejdříve nástup plného květu byl zaznamenán 7. dubna 2024 (obr. 5e). Naopak nejpozdější nástup fenofáze počátku kvetení byl zaznamenán 28. dubna v letech 2001 a 2021. Nejpozdější nástup fenofáze plného květu byl zaznamenán 9. května 2021. U břízy se fenofáze počátku kvetení úspěšila o 4,1 dne, fenofáze plného květu o 5,0 dní. Rozpětí nástupu fenologických fází u začátku kvetení (24 dnů) a plného kvetení (32 dnů). Medián počátku kvetení je 18. dubna, plného kvetení 25. dubna.

U třešně ptačí (*Prunus avium*) byl nejdříve nástup počátku kvetení zaznamenán 1. dubna 2024 (obr. 5c) a nejdříve nástup plného květu byl zaznamenán 7. dubna 2024 (obr. 5f). Naopak nejpozdější nástup fenofáze počátku kvetení byl zaznamenán 28. dubna 2021 a nejpozdější nástup fenofáze plného květu byl zaznamenán 1. května 2021. Třešeň v prvním roce po výsadbě ještě nekvetla (rok 2001 viz obr. 5c). Fenofáze počátek kvetení se úspěšila o 6,9 dne, fenofáze plného květu o 6,3 dne. Rozpětí nástupu fenologických fází u začátku kvetení (27 dnů) a plného kvetení (24 dnů). Medián počát-

Tab. 1 Výsledky Mann-Kendallova testu časového nástupu vybraných fenologických fází.

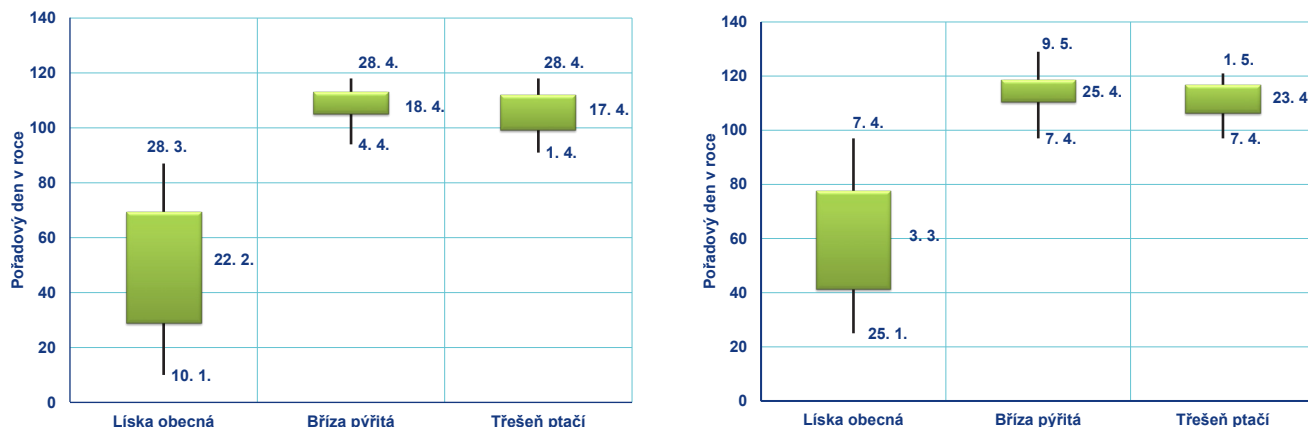
Table 1. Results of the Mann-Kendall test of the time onset of selected phenological phases.

Dřevina	Fenofáze	Změna / rok [dny]	Změna / období [dny]	Medián [pořadový den v roce]
Líska obecná	Počátek kvetení	-0,721	-18,0	53 (22. únor)
	Plný květ	-0,866	-21,7	62 (3. březen)
Bříza pýřitá	Počátek kvetení	-0,165	-4,1	108 (18. duben)
	Plný květ	-0,200	-5,0	115 (25. duben)
Třešeň ptačí	Počátek kvetení	-0,275	-6,9	107 (17. duben)
	Plný květ	-0,250	-6,3	113 (23. duben)



Obr. 5 Datum nástupu fenologické fáze počátek kvetení a plné kvetení lísky obecné (a, d), břízy pýřité (b, e) a třešně ptačí (c, f) na IPG Doksany v období 2001–2025.

Fig. 5. Date of onset of the phenological phase of the beginning of flowering and full flowering of hazel (a, d), downy birch (b, e) and bird cherry (c, f) at the Doksany IPG in the period 2001–2025.



Obr. 6 Box-plot (maximum, horní kvartil, medián, dolní kvartil a mimimum) počátku kvetení a plného kvetení u vybraných dřevin na IPG Doksany za období 2001–2025.

Fig. 6. Box-plot (maximum, upper quartile, median, lower quartile and minimum) of the beginning of flowering and full flowering of selected woody species at the Doksany IPG at the period 2001–2025.

ku kvetení je 17. dubna, plného kvetení 23. dubna. Dřívější nástup vybraných fenologických fází je v souladu s dalšími autory, např. Menzel (2006) či Büntgen et al. (2022) v rámci celé Evropy.

3.2 Vyhodnocení teplotních charakteristik

V tabulce 2 jsou uvedeny výsledky Mann-Kendallova testu změny vybraných teplotních meteorologických charakteristik na stanici Doksany, a to v období 1951–2025 (od založení meteorologické stanice v Doksanech) a 2001–2025 (od založení mezinárodní fenologické zahrádky v Doksanech). V období 1951–2025 došlo ke statisticky významným změnám (zvýšením) u všech vyhodnocených charakteristik. Největší posun nastal u průměrné měsíční a minimální teploty vzduchu v led-

nu (3,3 °C a 3,7 °C; $p < 0,01$) a průměrné maximální teploty vzduchu v březnu (4,9 °C; $p < 0,001$). V období 2001–2025 nastala statisticky nejvýznamnější změna u všech prosincových teplot (3,5 °C, 3,0 °C a 2,9 °C; $p < 0,05$). Jak již bylo prokázáno v mnoha studiích (Chmielewski, Rötzer 2001; 2002), vývoj vegetace úzce souvisí s teplotou vzduchu. Při vzrůstající teplotě vzduchu dochází k dřívějšímu nástupu fenologických fází, což odpovídá i výsledkům na mezinárodní fenologické zahrádce v Doksanech. Úzké vazbě na teplotu vzduchu odpovídají i výsledky Pearsonovy korelace uvedené v tabulce 3.

Pro dokreslení změny teplotních podmínek na mezinárodní fenologické zahrádce v Doksanech v průběhu období 2001–2025 uvádíme i grafické zobrazení odchylek průměrných měsíčních teplot vzduchu od normálu 1991–2020, které jsou barevně odstupňovány podle velikosti odchylky (obr. 7). Vzhledem k vyhodnocení vybraných jarních fenologických fází

Tab. 2 Výsledky Mann-Kendallova testu vybraných teplotních charakteristik na stanici v Doksanech v období 1951–2025 a 2001–2025.

Table 2. Results of the Mann-Kendall test of selected temperature characteristics at the Doksany station in the periods 1951–2025 and 2001–2025.

	TSU [°C]		TMI [°C]		TMA [°C]	
	Posun/°C	Medián	Posun/°C	Medián	Posun/°C	Medián
Období 1951–2025						
Prosinec	2,1*	1,1	1,9*	-1,6	2,2**	3,6
Leden	3,3**	-0,5	3,7**	-3,1	3,7***	2,4
Únor	2,9*	0,3	2,3	-0,2	4,5***	3,6
Březen	2,8**	4,6	1,6*	2,7	4,9***	9,7
Duben	2,4**	9,1	1,1	7,3	4,0***	15,0
Květen	2,4***	13,8	1,2*	-3,1	3,9***	20,2
Období 2001–2025						
Prosinec	3,5*	1,7	3,0*	-1,0	2,9*	4,2
Leden	2,1	0,4	2,5	-2,8	2,4	3,5
Únor	1,9	1,2	1,4	-2,5	2,9	6,2*
Březen	1,4	4,8	-0,1	-0,1	4,0	10,8
Duben	0,0	9,7	0,3	3,0	1,2	16,5
Květen	-0,9	14,7	-2,5*	7,6	0,2	21,3

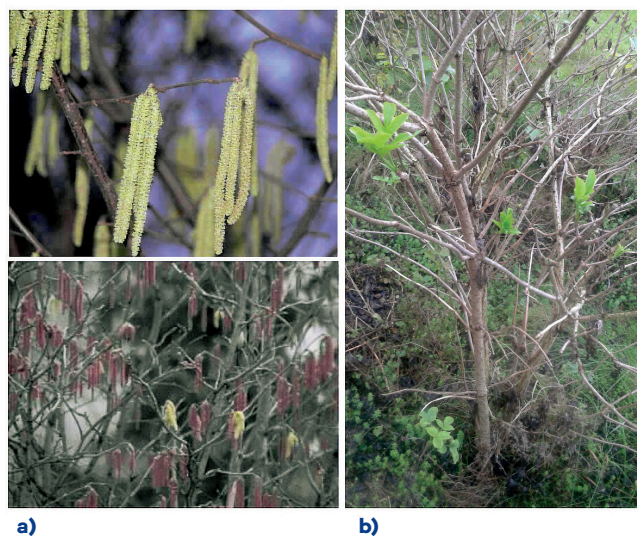
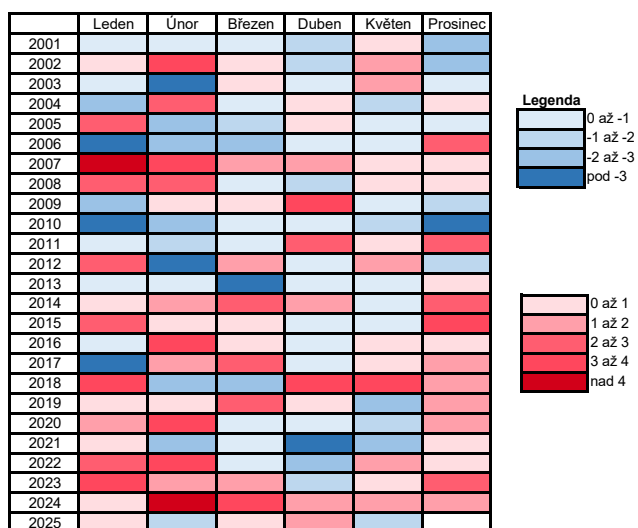
* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Pozn: TSU – průměrná měsíční teplota vzduchu, TMI – průměr denních minim teploty vzduchu, TMA – průměr denních maxim teploty vzduchu. Note: TSU – average monthly air temperature, TMI – average daily minimum air temperature, TMA – average daily maximum air temperature.

Tab. 3 Pearsonova korelace mezi nástupem příslušné fenologické fáze a teplotní charakteristikou.

Table 3. Pearson's correlation between the onset of the respective phase and the temperature characteristic.

Druh	Fenofáze	Prosinec	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen
Průměrná měsíční teplota vzduchu							
Líska obecná	Počátek kvetení	-0,117	-0,116	-0,576	-0,752	-0,298	-0,196
	Plný květ	-0,133	-0,016	-0,517	-0,696	-0,353	-0,141
Bříza pýřitá	Počátek kvetení	-0,200	0,026	-0,587	-0,562	-0,471	-0,252
	Plný květ	-0,126	0,109	-0,478	-0,515	-0,580	-0,163
Třešeň ptačí	Počátek kvetení	-0,165	-0,701	-0,403	-0,308	-0,046	-0,493
	Plný květ	-0,213	-0,662	-0,600	-0,237	-0,039	-0,436
Průměrná měsíční minimální teplota vzduchu							
Líska obecná	Počátek kvetení	-0,199	-0,047	-0,506	-0,683	-0,229	-0,051
	Plný květ	-0,215	0,044	-0,485	-0,640	-0,285	-0,055
Bříza pýřitá	Počátek kvetení	-0,300	0,110	-0,604	-0,494	-0,402	-0,135
	Plný květ	-0,222	0,174	-0,515	-0,456	-0,402	-0,196
Třešeň ptačí	Počátek kvetení	-0,226	-0,670	-0,304	-0,167	0,007	-0,118
	Plný květ	-0,287	-0,613	-0,499	-0,119	-0,003	-0,134
Průměrná měsíční maximální teplota vzduchu							
Líska obecná	Počátek kvetení	-0,003	-0,170	-0,623	-0,603	-0,310	-0,241
	Plný květ	-0,019	-0,064	-0,523	-0,552	-0,363	-0,191
Bříza pýřitá	Počátek kvetení	-0,072	-0,046	-0,559	-0,431	-0,454	-0,288
	Plný květ	-0,011	0,060	-0,433	-0,402	-0,579	-0,166
Třešeň ptačí	Počátek kvetení	-0,131	-0,701	-0,503	-0,293	-0,079	-0,558
	Plný květ	-0,137	-0,666	-0,700	-0,194	-0,082	-0,466



Obr. 7 Grafické znázornění odchylky průměrných měsíčních teplot vzduchu od normálu (1991–2020) na stanici Doksany s barevným rozlišením podle normálových hodnot.

Fig. 7. Graphical representation of the deviation of average monthly air temperatures from the normal (1991–2020) at the Doksany station with coloured differentiation according to normal values.

Obr. 8 Plné kvetení lísky obecné v roce 2007 a její druhé kvetení (a); druhé olistování bezu černého na podzim v roce 2024 (b); druhé olistování a kvetení jeřábu obecného na podzim 2024 (c); larva *Phalery bucephala* na lísce obecné (d).

Fig. 8. Full flowering of hazel in 2007 and its second flowering (a); second leafing of black elder in autumn 2024 (b); second leafing and flowering of rowan in autumn 2024 (c); *Phalery bucephala* maggot on hazel (d).



(počátek kvetení a plné kvetení) jsou v obrázku uvedeny pouze měsíce prosinec a leden až květen. Modře jsou vyznačeny hodnoty pod normálem, červeně hodnoty nad normálem. Čím je odchylka od normálu vyšší, tím tmavší je odstín červené či modré barvy (viz legenda). Z obrázku je patrné, že v posledních deseti letech se většina hodnot pohybovala nad normálem a velikost odchylky se zvyšuje, což představuje nárůst teplot, zejména v prosinci, lednu, únoru a březnu.

3.3 Fenologické zajímavosti (abnormality) na IPG Doksany

Na obr. 8 jsou uvedeny fenologické abnormality ve vývoji fenologických fází v posledních letech. V roce 2007 jsme v zimě zaznamenali druhé kvetení lísky obecné (obr. 8a) – snímky byly pořízeny 26. února 2007. A roce 2024 jsme na podzim pozorovali druhé olistování u bezu černého (8b) a druhé olistování a kvetení jeřábu obecného (8c). Obr. 8d představuje larvu *Phalery bucephala* (vztyčnořitka lipová) na lísce obecné.

4. Závěr

Nespornou výhodou mezinárodních fenologických zahrádek (IPGs) je standardizace podmínek díky geneticky identickým klonům vybraných dřevin a mezinárodní srovnatelnost pozorování. Cílem této studie bylo analyzovat dlouhodobé kolísání vybraných fenologických fází u dřevin v IPG Doksany. Bylo zjištěno, že se fenologické fáze se posouvají do časnějších období vegetační sezony, u lísky v některých letech i do zimních měsíců. Dřívější nástup fenologických fází dřevin způsobuje růst teplot vzduchu v zimním a jarním období. Zajímavostí je, že i když v některých letech líska začala kvést již v měsíci lednu, neznamená to, že v tomto měsíci bylo dosaženo i plného květu. Příkladem je rok 2012, kdy líska začala kvést 10. ledna, plného květu však bylo dosaženo až 3. března. Největší rozptýl hodnot počátku kvetení je zejména u lísky obecné. Výsledky Pearsonovy korelace, uvedené v tomto příspěvku, potvrzují významnou vazbu mezi teplotou vzduchu v zimních měsících a nástupem jarních fenologických fází. V posledních deseti letech se odchylky průměrných měsíčních teplot vzduchu v zimních měsících pohybovaly nad normálem s výjimkou roku 2021.

Předložená analýza dokreslila významnou vazbu teploty vzduchu při nástupu fenologických fází. Na stanici IPG je nespornou výhodou v monitoringu fenofází využití digitální kamery. Ta přispěla k přesnosti a objektivizaci napozorovaných dat. Monitoring přispěl i k zachycení anomálií, např. druhé kvetení některých dřevin (líska obecná a jeřáb obecný) nebo poškození rostlin mrazem či suchem.

Poděkování:

Příspěvek vznikl s podporou Technologické Agentury ČR projekt č. SS02030040 (PERUN) a SS02030018 (DivLand).

Literatura:

- BÜNTGEN, U., PIERMATTEI, A., KRUSIC, P.J., ESPER, J., SPARKS, T., CRIVELLARO, A., 2022. Plants in the UK flower a month earlier under recent warming. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. **289**, No. 20212456. Dostupné z: <https://doi.org/10.1098/rspb.2021.2456>.
- DAŇHELKA, J. et al., 2025. V Klementinu bylo naměřeno... Praha: Český hydrometeorologický ústav, 1. vydání, 276 stran. ISBN 978-80-7653-076-8.
- HÁJKOVÁ, L. et al., 2012. Atlas fenologických poměrů Česka. Praha: ČHMÚ, Olomouc: UP. 320 s. ISBN 978-80-86690-98-8 (ČHMÚ), ISBN 978-80-244-3005-8 (UP).
- HÁJKOVÁ, L., MOŽNÝ, M., 2023. Fenologické pozorování I. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 1. vydání, 55 stran, ISBN 978-80-7653-067-6.
- IPG, 2025. The International Phenological Gardens [online]. International Phenological Gardens of Europe [cit. 5. 12. 2025]. Dostupné z WWW: <https://ipg.ku.de/en/about-the-network>.
- CHMIELEWSKI, F., RÖTZER, T., 2001. Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. **108**, Issue 2, s. 101–112, ISSN 0168-1923. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(01\)00233-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(01)00233-7).
- CHMIELEWSKI, F., 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**, s. 257–264. Dostupné z: <https://doi.org/10.3354/cr019257>.
- LIBISELLER, C., GRIMVALL, A., 2002. Performance of partial Mann-Kendall tests for trend detection in the presence of covariates. *Environmetrics*, Vol. **13**, s. 71–84. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/env.507>.
- MENZEL, A. et al., 2006. European phenological response to climate change matches the warming patterns. *Global Change Biology*, Vol. **12**, s. 1969–1976. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01193x>.
- MOŽNÝ, M. et al., 2013. Změny klimatu, fenologie a ekosystémové procesy. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 126 s. ISBN 978-80-86690-64-3.
- NORDT, B. et al., 2021. The PhenObs initiative: A standardised protocol for monitoring phenological responses to climate change using herbaceous plant species in botanical gardens. *Functional Ecology*, Vol. **35**, s. 821–834. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13747>.
- RENNER, S. S., CHMIELEWSKI, F., 2022. The International Phenological Garden network (1959 to 2021): its 131 gardens, cloned study species, data archiving, and future. *International Journal of Biometeorology*, Vol. **66**, s. 35–43.

Lektoři (Reviewers):

RNDr. Radim Tolasz, Ph.D., Ing. Pavel Lipina