

Variabilita nástupu fenologických fáz jedle bielej (*Abies alba* Mill.) v horských oblastiach Slovenska

Snopková, Z., Škvareninová, J.: Variability Start of Phenological Stages the Silver Fir (Abies alba Mill.) Situated at the Mountain Area in the Slovakia. Životné prostredie, 2011, 45, 2, p. 98 – 102.

The paper presents the analysis concerning 14 years lasting Silver fir (*Abies alba* Mill.) phenological observations in altitude of 500 – 940 m a. s. l. in Slovakia. During the years 1996 – 2009 the start of a vegetative phenological stage May first shoots and generative phenological stages as the beginning of flowering, full flowering and the first ripened fruits were monitored at 13 phenological stations. May shoots occurred from 10. 05. till 24. 05., the beginning of flowering lasted on average from 08. 05. till 28. 05. The full flowering took place on average from 14. 05. to 03. 06. The first ripened fruits were recorded on average from 12. 09. till 23. 09. The analysis of spring phenological stages pointed out their dependence on the mean two-months temperature in April and May. The beginning of observed spring pheno-stage within the mentioned altitudinal interval of 440 m was late by 9 – 14 days. The gradual beginning of a crop ripening in relation to the increasing altitude has not been observed during the autumnal pheno-stage, at all. Trends of all phenological stages shift in the earlier period by 5 – 8 days. The autumnal pheno-stage of the first ripened fruits is delayed by 2 days.

Key words: phenology, Silver Fir, *Abies alba* Mill., mean air temperature, Slovakia

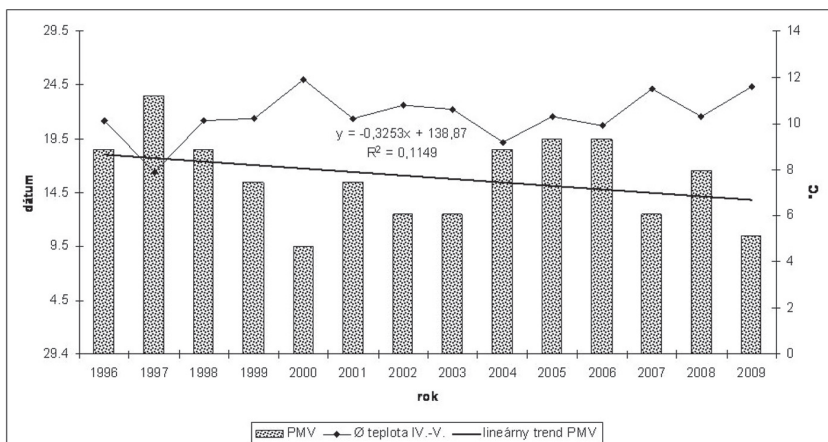
Jedľa biela (*Abies alba* Mill.) na Slovensku nevytvára rovnorodé porasty. Nájdeme ju ako prímies v bukových a smrekových lesoch, pri vhodných podmienkach sa niekedy stáva dominantnou drevinou. Zastúpenie jedle na celom území Slovenska preto predstavuje len 4,2%. Jedľové bučiny so smrekom (*Fagetum abietino-piceosum*) patria k najproduktívnejším skupinám lesných typov na Slovensku. Ich výskyt je v rozmedzí 500 – 1 000 m n. m. Vyskytuje sa najmä v rozsiahlejších pohoriach, najhojnejšie vo východnej časti Nízkych Tatier a v Slovenskom rudohorí. Súvislý areál vytvára na severnom a strednom Slovensku. Horná hranica hromadného výskytu prebieha priemerne v nadmorskej výške 1 080 m. Maximálny výškový výskyt bol zaznamenaný v Nízkych Tatrách (1 600 m). Jej ekologické nároky sú stanovené priemernou ročnou teplotou nad 5 °C a množstvom ročných zrážok aspoň 600 – 700 mm (Pagan, 1992).

Prvé výsledky fenologických pozorovaní jedle sú známe zo 70-tych rokov 20. storočia, kedy sa sledovali fenologické fázy na púčikoch proveniencií (Kočíová, 1972). Ďalšie zahraničné práce (Józefaciuk, 1962; Macias et al., 2006) sa zaoberajú vplyvom klimatickej zmeny na rozšírenie jedle, jej závislosti od teploty vzduchu a zrážok v pôvodných populáciách.

Fenologické pozorovania jedle bielej boli spracované za roky 1996 – 2009. Drevinu pozorovatelia zaznamenávali na trinástich lokalitách Slovenska, v nadmorských výškach 500 – 940 m podľa platnej metodiky Slovenského hydrometeorologického ústavu v Bratislave. Územie zahŕňa oblasť Pohronia, Spiša a Oravy. V týchto častiach Slovenska sa nachádzajú najvhodnejšie ekologické podmienky pre optimálny rast jedle.

Predmetom hodnotenia boli nasledovné vegetatívne a generatívne fenologické fázy:

- prvé májové výhonky - PMV (na konci konárov sa tvoria nové ihlice vo zväzku a sú svetlozelenej farby);
- začiatok kvitnutia - ZK (prvé úplne rozvinuté kvety sa objavili aspoň na polovici jedincov danej skupiny);
- všeobecné kvitnutie - VK (všetky jedince v skupine majú väčšinu kvetov úplne rozvinutú);
- začiatok zrelosti plodov - ZZP (prvé zrelé plody sa objavili aspoň na polovici jedincov v skupine).



Obr. 1. Nástup prvých májových výhonkov jedle bielej (*Abies alba* Mill.) a priemerné teploty vzduchu (apríl - máj) za obdobie 1996 - 2009 v nadmorských výškach 500 - 940 m

Údaje o teplotách vzduchu poskytli meteorologické stanice, ktoré sa nachádzajú v blízkosti jednotlivých fenologických staníc. Pre analýzy závislosti fenofázy od teploty vzduchu sme použili priemernú dvojmesačnú teplotu vzduchu pred nástupom jarných fáz kvitnutia a prvých májových výhonkov za mesiace apríl - máj. Podľa Braslavskej et al. (2004) majú tieto teploty preukazne najvyššiu koreláciu so sledovaným štádiom ontogenézy. Pri analýze vzťahu teploty a začiatku fenofázy začiatok zrelosti plodov sme spracovali priemernú trojmesačnú teplotu vzduchu za mesiace júl - september pred nástupom fázy.

Údaje o nástupe sledovaných fenologických fáz a o vybraných štatistických charakteristikách vo výškových skupinách sú v tab. 1. Súborny údajov na jednotlivých fenologických staniach neboli rovnaké, preto sme pre relatívne porovnanie miery variability použili variačný koeficient.

Počas hodnoteného obdobia sa *prvé májové výhonky* jedle v horských oblastiach stredného Slovenska vytvárali priemerne od 10. 5. do 24. 5. Hoci najskorší dátum našich pozorovaní bol zaznamenaný 25. aprí-

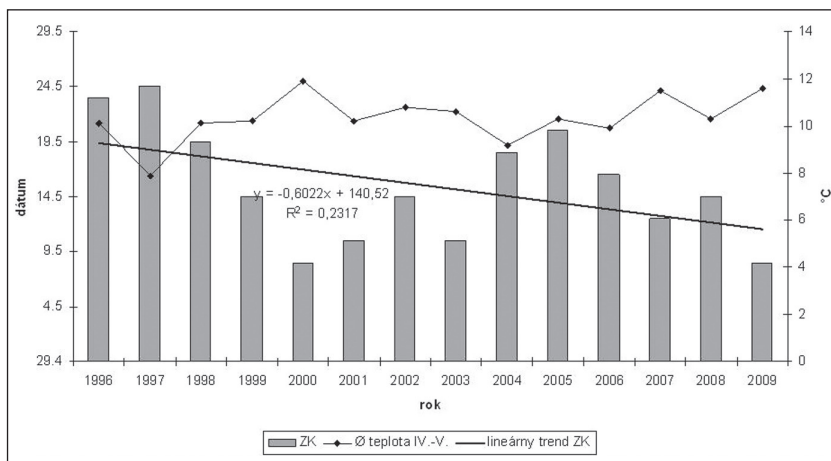
la 2007 na stanici Kysihýbel pri Banskej Štiavnici (565 m n. m.), z obr. 1 vyplýva, že v rokoch 2000 a 2009 dosiahla priemerná teplota vzduchu v mesiacoch apríl - máj najvyššie hodnoty (13 - 13,2 °C). Najneskorší termín tvorby prvých májových výhonkov pripadol na 7. júna 1997 v Bacúchu (625 m n. m.). Tento rok bol zároveň aj najchladnejší v sledovanom období, kedy priemerná teplota vzduchu v mesiacoch apríl - máj dosiahla len 7,9 °C. Priemerný nástup tvorby prvých májových výhonkov jedle od najnižšej fenologickej stanice (Hronec 500 m n. m.) po najvyššiu (Liptovská Teplička 940 m n. m.) trval 14 dní. Trendy vývoja fenofázy znázorňuje obr. 1. V tomto, z hľadiska posúdenia klimatických zmien pomerne krátkom, 14-ročnom období sme zaznamenali klesajúci trend, ktorý sa prejavil posunom fenofázy do skorších termínov o 4,9 dňa.

Generatívna fenofáza *začiatok kvitnutia* prebiehala na sledovanom území priemerne od 8. 5. do 28. 5. (tab. 1).

Tab. 1. Štatistické charakteristiky a trendový vývoj vybraných fenologických fáz jedle bielej (*Abies alba* Mill.) v nadmorských výškach 500 - 940 m n. m.

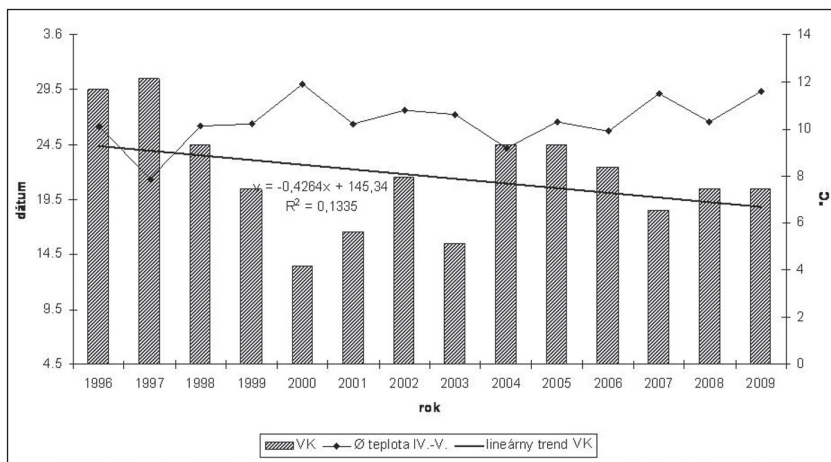
Fenofáza	Štatistické charakteristiky				
	\bar{x}	min	max	s_x %	trend
Prvé májové výhonky	10. 5. - 24. 5.	25. 4. 2000	7. 6. 1997	4,4 - 7,3	-4,9
Začiatok kvitnutia	8. 5. - 28. 5.	25. 4. 2000	15. 6. 2006	4,1 - 7,9	-7,8
Všeobecné kvitnutie	14. 5. - 3. 6.	20. 4. 2000	25. 6. 2008	4,6 - 8,8	-5,5
Začiatok zrelosti plodov	12. 9. - 23. 9.	16. 8. 2007	20. 10. 2009	1,6 - 6,3	+2,2

Poznámka: \bar{x} - aritmetický priemer (vyjadrený ako dátum), min - najskorší termín nástupu, max - najneskorší termín nástupu, s_x % - variačný koeficient, R^2 - korelačný koeficient



Obr. 2. Nástup začiatku kvitnutia jedle bielej (*Abies alba* Mill.) a priemerné teploty vzduchu (apríl – máj) za obdobie 1996 – 2009 v nadmorských výškach 500 – 940 m

Obr. 3. Nástup všeobecného kvitnutia jedle bielej (*Abies alba* Mill.) a priemerné teploty vzduchu (apríl – máj) za obdobie 1996 – 2009 v nadmorských výškach 500 – 940 m



Najskôr bola fenofáza zaznamenaná 25. apríla 2000 na lokalite Hvezdáreň v nadmorskej výške 531 m. Len nepatrný posun o 1 – 2 dni sme zaznamenali na viacerých lokalitách aj v roku 2009. Nástup súvisel s priemernými teplotami vzduchu, ktoré v uvedených rokoch dosiahli najvyššie hodnoty (obr. 2). Pre túto fenofázu sa ukázal rok 1997 ako najchladnejší, ale najneskoršie kvitnutie sme zaznamenali v roku 1996 pri priemernej dvojmesačnej teplote vzduchu 10,1 – 11,7 °C. Tento jav pravdepodobne mohlo spôsobiť náhle ochladenie a pokles teplôt tesne pred začiatkom kvitnutia, čo zabrzdlilo jeho

priebeh. Priemerný nástup začiatku kvitnutia od 500 do 940 m n. m. nastal o 9 dní. Vo vývojových trendoch sa prejavil časovo skorší nástup o 7,8 dňa. Všeobecné kvitnutie časovo plynule nadväzovalo na predchádzajúcu fenologickú fázu. Prebiehalo v priemere od 14. 5. do 3. 6. (obr. 3). Najskorší dátum nástupu zaznamenali na stanici Hvezdáreň (531 m n. m.) dňa 20. 4. 2001. Najneskôr nastúpila fenofáza 25. 6. 2008 v Levoči. Fenofáza postupne nastupovala na sledovaných staniciach priemerne za 11 dní. Z hľadiska vývojových trendov sme zaznamenali skorší nástup fenofázy za 14 rokov o 5,5 dňa. Pri jarnej fenofáze sme zaznamenali interval variačného koeficientu 4,1 – 8,8 %. Túto pomerne vysokú variabilitu pravdepodobne spôsobuje poloha fenologických staníc vo vzťahu k expozícii a okolitému porastu, ako aj časté teplotné výkyvy v jarnom období. Jesenná generatívna fenofáza začiatok zrelosti plodov jedle bielej prebiehala na strednom Slovensku od 12. 9. do 23. 9. Najskorší dátum zrelosti pripadol na 16. august 2007 na lokalite Čierny Balog (560 m n. m.). Najneskorší termín zrelosti bol zaznamenaný 20. októbra 2009 v Levoči a na Čiernom Balogu. V tomto roku sme zaznamenali aj najneskorší priemerný nástup začiatku zrelosti (23. 9.) za celé hodnotené obdobie. Hoci by sa dalo predpokladať, že najneskorší termín pripadne na rok 1996, kedy sme zaznamenali najnižšiu teplotu za 14-ročné obdobie – len 14,7 °C, ukázalo sa, že neskorú zrelosť plodov mohla spôsobiť poloha lokality v chladnom údolí, ako aj vývoj a priebeh počasia v niektorých horských oblastiach stredného Slovenska. Pri analýzach údajov jednotlivých fenologických staníc sa potvrdili viaceré takéto situácie. Vplyv spomínaných podmienok prostredia a meteorologických faktorov sa pravdepodobne prejavil aj pri trendovej analýze priebehu tejto fenofázy. Zistili sme, že nástup fenofázy sa časovo oneskoruje o 2,2 dňa

(obr. 4). Variabilita tejto fenologickej fázy vyjadrená variačným koeficientom dosahovala nízke hodnoty oproti jarným fenologickým fázam (1,6 – 6,3 %). Pri tejto fenologickej fáze sa neprejavilo oneskorenie nástupu so stúpajúcou nadmorskou výškou.

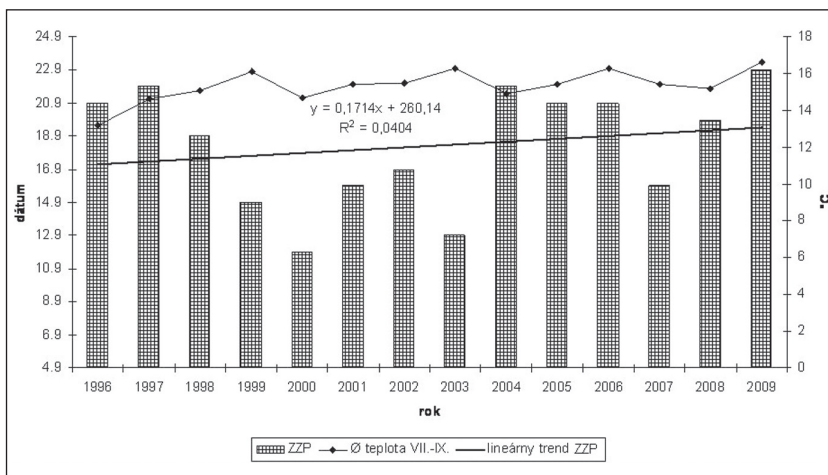
* * *

Na trinástich lokalitách stredného Slovenska sme v rokoch 1996 – 2009 sledovali vybrané fenofázy jedle bielej (*Abies alba* Mill.) vo výškovom intervale 500 – 940 m n. m. Jarné fenologické fázy prvé májové výhonky, začiatok kvitnutia, všeobecné kvitnutie trvali priemerne od 8. mája do 3. júna. Začiatok zrelosti plodov nastal v priemere od 12. do 23. septembra. Z výsledkov práce vyplýva nasledujúce:

- každá fenofáza vo veľkej miere závisí od priemernej dvoj- alebo trojmesačnej teploty vzduchu pred jej začiatkom;
- nástupy fenofáz sú okrem teploty vzduchu ovplyvňované aj podmienkami prostredia a ďalšími meteorologickými faktormi;
- priemerný nástup jarných fenologických fáz sa medzi najnižšou a najvyššou stanicou so stúpajúcou nadmorskou výškou oneskoroval pri začiatku kvitnutia o 9 dní, pri všeobecnom kvitnutí o 11 dní a pri prvých májových výhonkoch o 14 dní. Pri jesennej fenofáze začiatok zrelosti plodov sa neprejavilo oneskorenie nástupu so stúpajúcou nadmorskou výškou;
- vo výškovom rozpätí 500 – 940 m n. m. variačný koeficient jarných fenologických fáz dosiahol hodnoty 4,1 – 8,8 %, pri jesennej fenofáze nadobúdala hodnoty 1,6 – 6,3 %;
- trendy vývoja jarných fenologických fáz sa za 14 rokov posúvajú do skoršieho obdobia o 5 až 8 dní, jesenná fenofáza sa v sledovanom období oneskoruje o 2 dni, tieto trendy však neboli štatisticky významné.

Zistené posuny trendov vývoja fenofáz jedle bielej môžu byť signálom prichádzajúcich zmien klímy ovplyvnených globálnym otepľovaním atmosféry, čo bude potrebné potvrdiť dlhším radom fenologických pozorovaní.

Podakovanie: Príspevok vznikol a bol finančne podporený z projektu VEGA MŠ SR 1/0257/11 a 1/0281/11.



Obr. 4. Nástup začiatku zrelosti plodov jedle bielej (*Abies alba* Mill.) a priemerné teploty vzduchu (júl – september) za obdobie 1996 – 2009 v nadmorských výškach 500 – 940 m

Literatúra

- Braslavská, O., Müller-Westermeier, G., Šťastný, P., Luknárová, V., Tekušová, M., Dittmann, E., Bissolli, P., Kreis, A., Bruns E., Behrendt, J., Meier, D., Polte-Rudolf, Ch., 2004: Evaluation of Phenological Data for Climatological Purposes. Final Report. Forschung und Entwicklung, Arbeitsergebnisse Nr. 81, Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, 140 p.
- Józefaciuk, W.: Observations on the Influence of Meteorological Conditions on the Heightincrement of Forest Trees. International Journal of Biometeorology, 1962, 6(1), p. 53 – 61.
- Kočiová, M.: Fenológia slovenských proveniencií jedle bielej (*Abies alba* Mill.). Vedecké práce výskumného ústavu lesného hospodárstva vo Zvolene, 1972, 311 s.
- Macias, M., Andreu, L., Bosch, O., Camarero, J., Gutierrez, E.: Increasing Aridity is Enhancing Silver Fir (*Abies alba* Mill.) Water Stress in its South-Western Distribution Limit. This Spatial Variability Interacts with Temporal Variability Climatic Change. Springer. 2006, 79, p. 289 – 313.
- Pagan, J.: Lesnícka dendrológia. Zvolen : Vydavateľstvo TU Zvolen, 1992, 347 s.

Mgr. Zora Snopková, PhD., zora.snopkova@shmu.sk
 Slovenský hydrometeorologický ústav, Regionálne
 stredisko, Zelená 5, 974 04 Banská Bystrica
 Ing. Jana Škvareninová, PhD., janask@vsld.tuzvo.sk
 Katedra aplikovanej ekológie Fakulty ekológie a
 environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene,
 Masarykova 24, 960 53 Zvolen