

**PRIEBEH JARNÝCH FENOLOGICKÝCH
FÁZ NA GENERATÍVNYCH ORGÁNOCH
AUTOCHTÓNNYCH POPULÁCIÍ SMREKA
OBYČAJNÉHO (*PICEA ABIES* [L.] KARST.)
ZO SLOVENSKA**

JANA ŠKVARENINOVÁ

*Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta ekológie a environmentalistiky,
T. G. Masaryka 24, SK – 960 53 Zvolen, e-mail: janask@vsl.d.tuzvo.sk*

ŠKVARENINOVÁ J.: The course of spring phenological stages observed for the generative organs of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) from its autochthonous populations in Slovakia. Lesn. Čas. – Forestry Journal, **56**(4): 369 – 381, 2010, 9 fig., tab. 8., ref. 15. Original paper. ISSN 0323 – 10468

The results of phenological observations of the generative organs of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) in the Zvolen Basin are analysed. Twenty autochthonous spruce populations taken from its natural areas of distribution and planted in the Arboretum of Borova Hora belonging to the Technical University of Zvolen present the altitudinal range of 500–1,450 m. The 10% beginnings of phenological stages as a Flower buds swelling, a Formation of flowers before blossom, flowering and blossom fall were observed during the period of 2006–2008. Flower buds swelling occurred on its average from 12th till 21st of April and lasted 9–11 days predominantly. The formation of flowers before blossom occurred from the 23rd of April till the 2nd of May and lasted 5–6 days. The stage of Flowering began on its average from 29th April till 8th May and predominantly lasted 5–6 days. Blossom fall occurred on average from 5th till 17th May and predominantly lasted 11–12 days. The earliest occurrence of phenological stages was recorded in years 2007 and 2008, while a moderate delay in the year of 2006 caused by low temperature and long lasting snow cover. Variation coefficients approached values from 0.57 up to 3.19%. The equalization of air temperature course during the later spring period resulted in the observed decrease of variability of both the Flowering and Blossom fall. The altitude of original sites, the observed provenances come from, has not influenced neither the time of particular phenological stages beginnings nor the lengths of their periods. The conditions of a new environment proved to be decisive.

Key words: *phenology, generative phenological phases, Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.), autochthonous populations, Slovakia*

Práca analyzuje výsledky fenologických pozorovaní na generatívnych orgánoch smreka obyčajného (*Picea abies* [L.] Karst.) vo Zvolenskej kotline. Dvadsať autochtoných populácií smreka vysadených v Arboréte Borová hora Technickej univerzity

vo Zvolene z jeho prirodzeného areálu rozšírenia na Slovensku predstavuje výškové rozpätie 500 – 1 450 metrov. Počas rokov 2006–2008 sme sledovali 10 % nástup fenologických fáz pučania kvetných púčikov, butonizácie, kvitnutia a odkvet. Pučanie kvetných púčikov prebiehalo v danom období priemerne od 12. do 21. apríla, prevažne trvalo 9–11 dní. Butonizácia trvala od 23. apríla do 2. mája s najčastejšou dĺžkou 5–6 dní. Fenologická fáza kvitnutia začínala počas hodnoteného obdobia v priemere od 29. apríla do 8. mája väčšinou trvala 5–6 dní, odkvet prebiehal priemerne od 5. do 17. mája a prevažne trval 11–12 dní. Nástupy fenologických fáz začínali najskôr v rokoch 2007 a 2008, s miernym oneskorením v roku 2006 vplyvom nízkych teplôt a dlhotrvajúcej snehovej pokrývky. Hodnoty variačných koeficientov sa pohybovali od 0,57 do 3,19 %. Vyrovnanie priebehu teplôt vzduchu v neskoršom jarnom období spôsobilo zníženie variability kvitnutia a odkvetu. Nástup a priebeh generatívnych fenologických fáz nezávisí od nadmorskej výšky ich pôvodného stanovišťa, ale od podmienok nového prostredia. Nadmorská výška pôvodov smreka neovplyvnila ani dĺžku trvania fenologických fáz.

Kľúčové slová: *fenológia, generatívne fenologické fázy, smrek obyčajný (Picea abies [L.] Karst.), autochtónne populácie, Slovensko*

1. Úvod a problematika

Fenológia v súčasnej dobe púta pozornosť nielen klimatológov, ale aj lesníkov, poľnohospodárov a ďalších odborníkov u nás aj v zahraničí. Hlavným dôvodom je poznanie vzájomných vzťahov medzi vývojom klímy a fenologickými prejavmi rastlín, ako aj zákonitostí ich vývoja v rôznych klimatických oblastiach. Fenologické pozorovania sú cenným zdrojom informácií o dĺžke trvania vegetačného obdobia, o začiatku a ukončení dôležitých rastových a vývojových fáz rastlín v sledovanej oblasti (LARCHER 1988). Vplyvom klimatických zmien sa môžu nástupy fenologických fáz posunúť a narušiť ďalší vývoj rastlín. Rastliny, zvlášť dreviny sa vyznačujú individuálnou a populačnou premenlivosťou, ktorá je podmienená geneticky, evolučne a tiež vonkajším prostredím. Podľa BAUERA (2006) jedince a populácie reagujú na vývoj klímy posunom fenologických fáz, zmenou reprodukčného procesu a zmenou štruktúry biocenóz.

Lesnícka fenológia má pre lesné hospodárstvo nezanedbateľný význam. Z dlhoročných fenologických záznamov (HOFMAN 1957, PETROVIČ 1972) možno stanoviť napríklad najvhodnejšie termíny výsadby drevín v danej oblasti, termíny postrekov na ochranu proti škodcom a chorobám. Fenologické pozorovania lesných drevín môžu nájsť uplatnenie v špeciálnych lesníckych disciplínach akými sú škôlkarstvo, šľachtenie drevín a ich ochrana, ale aj pri charakteristike podmienok prostredia daného regiónu. Fenologické odchýlky jednotlivých drevín sú významné z hľadiska genofondu (výberové stromy) a svoje miesto majú v pestovaní lesov hlavne pri vyznačovaní výchovných zásahov (ŠTEFANČÍK 1995, ŠKVARENINOVÁ 2003), ale aj pri plošnom a kontinuálnom sledovaní fenologických prejavov lesných ekosystémov a ich ďalšom vyhodnocovaní pomocou satelitných snímok (PRIWITZER *a kol.* 2009). V rámci Slovenska je možné určiť aj závislosti fenofáz od niektorých meteorologických faktorov a následne stanoviť prognózu nástupných termínov fenofáz (MELO 2006). V súčasnosti sa fenologické pozorovania stávajú dôležitým biologickým indikátorom modelovania fenologických fáz pri

možnom dopade klimatických zmien, ale aj pri prognózach ďalšieho rozšírenia a vitality drevín (BAGAR & NEKOVÁR 2006, MENZEL *et al.* 2008, ŠKVARENINOVÁ 2009b).

Táto práca podáva prehľad čiastočných výsledkov priebehu generatívnych fenologických fáz smreka obyčajného ovplyvnených novým prostredím. Môžeme tak získať cenné informácie o jeho fenologickej reakcii na teplotné zmeny, ktoré sa v budúcnosti dajú využiť pri zakladaní porastov v oblastiach so zmenenými klimatickými podmienkami.

2. Materiál a metódy

Fenologické pozorovania sme vykonávali v rokoch 2006–2008 v chránenom areáli Arboréta Borová hora Technickej univerzity vo Zvolene. Územie sa rozprestiera na juhozápadných výbežkoch Zvolenskej pahorkatiny, ktorá patrí do orografického celku Zvolenskej kotliny. Nachádza sa v rozpätí nadmorských výšok od 291 m v severozápadnej časti do 377 m vo východnej časti. Podrobnejšia klimatická charakteristika lokality je uvedená v práci ŠKVARENINOVEJ (2009a). Predmetom pozorovania boli skupiny smreka obyčajného získané z 20 lokalít Slovenska, kde sa táto drevina vyskytuje v pôvodných lesných spoločenstvách. Predstavujú vzácny genetický materiál z 9 orografických celkov z nadmorských výšok 500–1 450 metrov. Tieto boli sústredené a vysadené v rokoch 1980–1984 do rovnakých podmienok prostredia na území chráneného areálu.

V každej skupine, ktorá predstavuje jeden pôvod sme vybrali 10 jedincov tak, aby boli rovnako zastúpené vzhľadom k orientácii svetových strán aj postaveniu v skupine. Postupovali sme podľa metodiky vypracovanej SHMÚ v Bratislave (KOLEKTÍV 1984). Výsadby sú situované v čiastočne odlišných podmienkach aké majú lesné porasty, preto nebolo možné úplne dodržať zásady uvedenej metodiky pre hlavné dreviny. Veková hranica populácií, ktoré tvoria hlavný porast a prinášajú úrodu zodpovedá podmienkam výberu doplnkových drevín. Bol vylúčený vplyv porastového okraja na priebeh fenologických fáz. Pri každej fenologickej fáze sme zaznamenali jej začiatok (10 %), ktorý dosiahlo aspoň 10 % stromov a 100 % výskyt, ktorý bol potrebný na zistenie dĺžky jej trvania.

Pri spracovaní sme dátumy nahradili ich poradovým číslom od začiatku roka. Pozorovali sme nasledovné generatívne fenologické fázy:

- pučanie kvetných púčikov – PKP (kvetné púčiky vplyvom rastu zväčšili svoj objem a na okrajoch obalových šupín sa objavilo bledozelené sfarbenie – obr. 1),
- butonizácia – BU (samčie kvety začínajú napučívať, ale ešte neprášia peľ – obr. 2),



Obr. 1. Pučanie kvetných púčikov
Fig. 1. Flower buds swelling.



Obr. 2. Butonizácia
Fig. 2. Formation of flowers before blossom.



Obr. 3. Kvitnutie
Fig. 3. Flowering.



Obr. 4. Odkvet
Fig. 4. Blossom fall.

Tabuľka 1. Charakteristika pôvodov smreka obyčajného (*Picea abies* [L.] Karst.) v Arboréte Borová hora

Table 1. Characteristics of spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) autochthonous populations in the Arboretum Borová hora

Výšková skupina ¹⁾	Číslo pôvodu ²⁾	Orografický celok ³⁾	Nadmorská výška (m) ⁴⁾
1 500–700 m n. m.	1	Volovské vrchy	500
	2	Spišsko-gemerský kras	600
	3	Štiavnické vrchy	600
	4	Volovské vrchy	600
	5	Spišsko-gemerský kras	620
	6	Spišsko-gemerský kras	620
	7	Pobeskydská vrchovina	650
2 710–950 m n. m.	8	Oravské Beskydy	750
	9	Volovské vrchy	750
	10	Pobeskydská vrchovina	850
	11	Javorníky	950
	12	Oravské Beskydy	950
	13	Volovské vrchy	950
3 960–1 450 m n. m.	14	Nízke Tatry	1 000
	15	Volovské vrchy	1 060
	16	Nízke Tatry	1 100
	17	Volovské vrchy	1 100
	18	Podtatranská kotlina	1 200
	19	Nízke Tatry	1 380
	20	Západné Tatry	1 450

¹⁾Altitudinal zone, ²⁾Number of origin, ³⁾Orographic unit, ⁴⁾Altitude (m)

- kvitnutie – KV (samčie kvety prášia peľ – obr. 3),
- odkvet – OD (samčie kvety prestali prášiť peľ, zosychajú a začínajú opadávať – obr. 4).

Všetky sledované pôvody sme rozdelili podľa nadmorskej výšky do 3 skupín tak, aby rozpätia nadmorských výšok mali približne rovnako veľký interval a pôvody boli rozmiestnené do skupín v čo najvyrovnannejšom počte. Prehľad rozdelenia pôvodov smreka v jednotlivých skupinách podáva tabuľka 1.

Štatistickú významnosť rozdielov medzi výberovými priermi výškových skupín pri nástupe fenologických fáz sme vyhodnotili v programe Statistica pomocou T-testu.

3. Výsledky a diskusia

V rokoch 2006–2008 fenofáza pučania kvetných púčikov prebiehala na všetkých sledovaných pôvodoch priemerne od 12. do 21. apríla (tab. 2). Najskorší nástup začal 9. apríla 2007 pri pôvode z 1. výškovej skupiny pochádzajúcom z nadmorskej výšky 650 m. Najneskorší termín sme zaznamenali 22. apríla 2006 a 2008 pri 6 pôvodoch z 2. a 3. výškovej skupiny (950–1 450 m n. m.). Z tabuľky 2 a obrázku 5 vidieť, že táto fenologická fáza nastupovala v jednotlivých výškových skupinách postupne

Tabuľka 2. Štatistické charakteristiky fenofázy pučania kvetných púčikov vo výškových skupinách

Table 2. Statistical characteristics obtained during the phenological phase of the blossom buds swelling in the observed altitudinal groups

Výšková skupina ¹⁾	1 (500–700 m n. m.) n = 7				2 (710–950 m n. m.) n = 6				3 (960–1 450 m n. m.) n = 7			
	Ø	min	max	s _x %	Ø	min	max	s _x %	Ø	min	max	s _x %
2006	17.4.	15.4.	20.4.	1,85	20.4.	18.4.	22.4.	1,33	21.4.	20.4.	22.4.	0,89
2007	12.4.	9.4.	15.4.	1,89	14.4.	12.4.	15.4.	1,45	15.4.	12.4.	15.4.	1,01
2008	15.4.	10.4.	18.4.	3,19	18.4.	16.4.	22.4.	2,25	17.4.	16.4.	20.4.	1,30

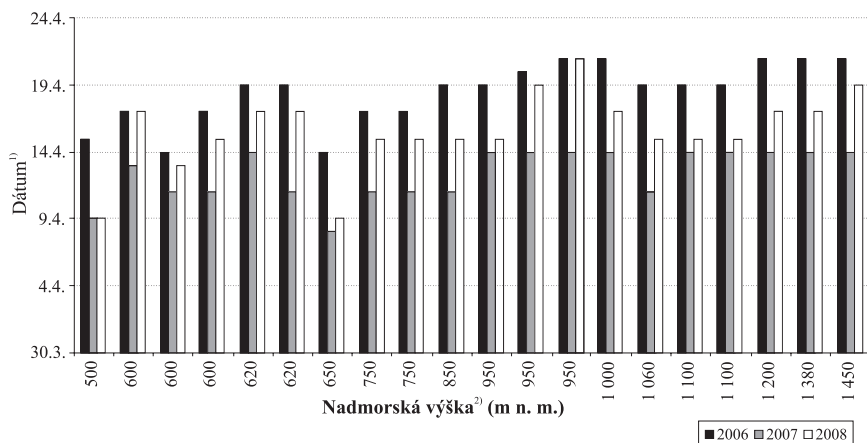
Ø – priemerný nástup fenologickej fázy – average beginning of blossoming, min – najskorší nástup – the earliest beginning, max – najneskorší nástup – the latest beginning, s_x% – variačný koeficient – variation coefficient.

¹⁾Altitudinal range, ²⁾Years

Tabuľka 3. Počet dní v mesiaci so snehovou pokrývkou na stanici Sliač v rokoch 2006–2008
Table 3. Number of days in a month with snow cover at the station Sliač during the period 2006–2008

Rok ¹⁾	2006	2007	2008
Január ²⁾	31	13	22
Február ³⁾	28	10	0
Marec ⁴⁾	28	1	4
Apríl ⁵⁾	0	0	0
Máj ⁶⁾	0	0	0
Jún ⁷⁾	0	0	0

¹⁾Year, ²⁾January, ³⁾February, ⁴⁾March, ⁵⁾April, ⁶⁾May, ⁷⁾June



Obr. 5. Nástup a dĺžka trvania fenofázy „pučanie kvetných púčikov“ jednotlivých pôvodov podľa nadmorskej výšky v rokoch 2006–2008

Fig. 5. Beginning and duration of the phenophase “blossom buds swelling” of autochthonous populations according to altitude in the years 2006–2008.

¹⁾Date, ²⁾Altitude (a.s.l.)

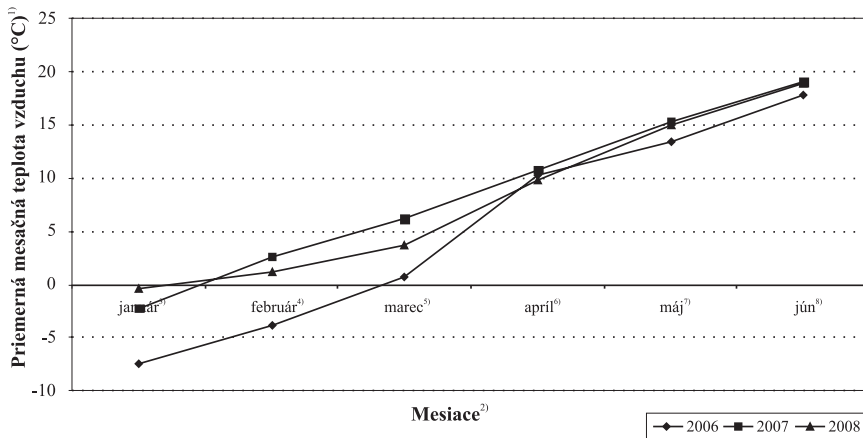
Tabuľka 4. Počet dní trvania generatívnych fenologických fáz smreka obyčajného podľa skupín v rokoch 2006–2008

Table 4. Duration (in days) of individual generative phenophases in Norway spruce, according to autochthonous populations in years 2006–2008

Fenofáza ¹⁾	Pučanie kvetných púčikov ²⁾			Butonizácia ³⁾		
Roky	1	2	3	1	2	3
2006	8–11	8–11	8–11	5–7	5–6	5–6
2007	8–10	8–11	9–11	5–6	5–6	5–6
2008	8–11	8–10	7–11	5–7	5–7	5–6
Fenofáza ¹⁾	Kvitnutie ⁵⁾			Odkvet ⁶⁾		
Roky ⁴⁾	1	2	3	1	2	3
2006	5–7	5–7	5–7	12–14	11–13	11–13
2007	4–5	5–6	5–6	11–12	11–12	10–14
2008	5–6	5–7	5–6	10–13	10–12	12–14

¹⁾Phenological phase, ²⁾Flower buds swelling, ³⁾Formation of flowers before blossom, ⁴⁾Years, ⁵⁾Flowering, ⁶⁾Blossom fall

s priemerným oneskorením 1–3 dni v rámci jedného roku, hoci pri viacerých pôvodoch z rôznych výškových tried sme v každom roku zaznamenali aj zhodný termín nástupu. Miera variability vyjadrená variačným koeficientom sa pohybovala od 0,89 % do 3,19 %, pričom najvyššie hodnoty boli zistené v roku 2008. Nástup a priebeh tejto



Obr. 6. Priemerné mesačné teploty vzduchu v rokoch 2006–2008 na stanici Sliac

Fig. 6. Average monthly air temperatures at the station Sliac during the period 2006–2008.

¹⁾Average monthly air temperature, ²⁾Months, ³⁾January, ⁴⁾February, ⁵⁾March, ⁶⁾April, ⁷⁾May, ⁸⁾June

fenologickej fázy v jednotlivých rokoch súvisel s priebehom teplôt vzduchu a snehovou pokrývkou v jarných mesiacoch. Údaje o priemerných mesačných teplotách a počte dní so snehom uvádza obrázok 6 a tabuľka 3. V najchladnejšom roku 2006, kedy priemerná marcová teplota vzduchu dosiahla len 0,7 °C a sneh sa udržal 28 dní v mesiaci, nástup a priebeh tejto, ale aj ostatných fenologických fáz sa posunul do neskoršieho obdobia. Sledovali sme aj dĺžku trvania fenofázy, ktorej výsledky sú zaznamenané v tabuľke 4. Zistili sme, že pučanie kvetných púčikov prebiehalo v rozpätí 7 až 11 dní, pričom najčastejšie trvalo pri všetkých pôvodoch nezávisle od nadmorskej výšky 9–10 dní.

Butonizácia trvala počas sledovaných rokov priemerne od 23. apríla do 2. mája. Priebeh v jednotlivých skupinách podáva tabuľka 5 a obrázok 7. Najskorší nástup sme zaznamenali 20. apríla 2007 v 1. výškovej skupine pri pôvode z Volovských vrchov z nadmorskej výšky 500 metrov. Pri pôvodoch z 2. výškovej skupiny (950 m) nastúpila butonizácia najneskôr 4. mája 2006. Vo viacerých prípadoch sa v tom istom roku táto fenofáza začínala rovnako vo všetkých výškových skupinách. Najskorší dátum nástupu bol 20. apríla 2007 pri pôvode 1 z Volovských vrchov z nadmorskej výšky 500 metrov. Najneskorší termín nástupu pripadol na 4. máj 2006. Zaznamenali sme ho na 4 pôvodoch z 1. a 2. skupiny. Variabilita sa v porovnaní s predchádzajúcou fenofázou znížila vplyvom vyrovnanejších teplôt vzduchu. Dokumentujú to aj hodnoty variačných koeficientov, ktoré sa pohybujú v intervale od 0,57 % do 2,32 %. Dĺžka trvania fenofázy (tab. 4) bola vo všetkých skupinách pôvodov najčastejšie 5–6 dní. Najdlhší interval predstavoval 7 dní v rokoch 2006 a 2008.

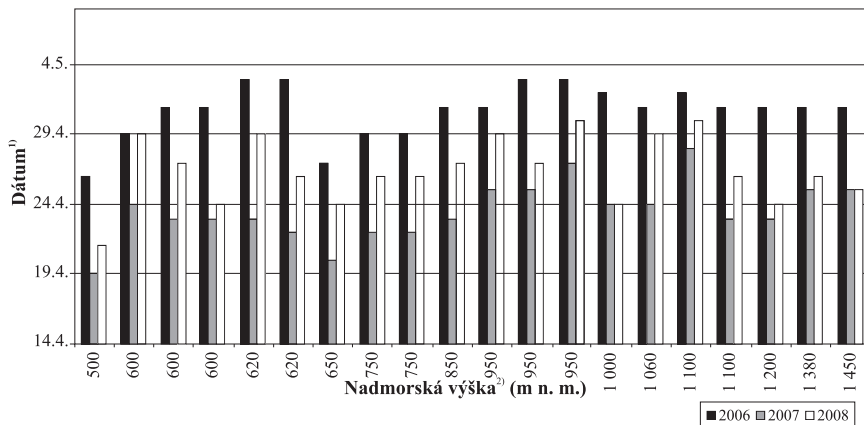
Fenologická fáza kvitnutia prebiehala na všetkých pôvodoch v arboréte priemerne od 29. apríla do 8. mája (tab. 6). Najskorší nástup pripadol na 27. apríl 2007 v 1.

Tabuľka 5. Štatistické charakteristiky fenofázy butonizácia vo výškových skupinách
 Table 5. Statistical characteristics obtained during the phenological phase of the formation of flowers before blossom in the observed altitudinal groups

Výšková skupina ¹⁾	1 (500–700 m n. m.) n = 7				2 (710–950 m n. m.) n = 6				3 (960–1 450 m n. m.) n = 7			
	Ø	min	max	s _x %	Ø	min	max	s _x %	Ø	Min	max	s _x %
2006	1.5.	27.4.	4.5.	2,12	2.5.	30.4.	4.5.	1,34	2.5.	2.5.	3.5.	0,57
2007	23.4.	20.4.	25.4.	1,49	25.4.	23.4.	28.4.	1,59	26.4.	24.4.	29.4.	1,38
2008	27.4.	22.4.	30.4.	2,32	29.4.	27.4.	1.5.	1,27	27.4.	25.4.	1.5.	1,86

Ø – priemerný nástup fenologickej fázy – average beginning of blossoming, min – najskorší nástup – the earliest beginning, max – najneskorší nástup – the latest beginning, s_x% – variačný koeficient – variation coefficient.

¹⁾Altitudinal group, ²⁾Years



Obr. 7. Nástup a dĺžka trvania fenofázy „butonizácia“ jednotlivých pôvodov podľa nadmorskej výšky v rokoch 2006–2008

Fig. 7. Beginning and duration of the phenophase “formation of flowers before blossom” of autochthonous populations according to altitude in the years 2006–2008.

¹⁾Date, ²⁾Altitude (a.s.l.)

skupine, najneskorší na 10. máj 2006 vo všetkých skupinách pôvodov. LUKNÁROVÁ (2000) v práci uvádza v rokoch 1986–1998 nástup tejto fenofázy v nadmorskej výške do 500 metrov priemerne 3.–19. mája. Nad 500 metrov zistila začiatok kvitnutia od 12. do 28. mája, čo je v porovnaní s našimi výsledkami oneskorenie o 13 až 20 dní. Tento jav je s vysokou pravdepodobnosťou spôsobený teplotnými pomermi stanovišťa. Podobne aj v neskoršom období rokov 1961–1985 (LUKNÁROVÁ 2000) bolo zaznamenané oneskorenie začiatku kvitnutia smreka v rámci Slovenska o 4–18 dní, pričom

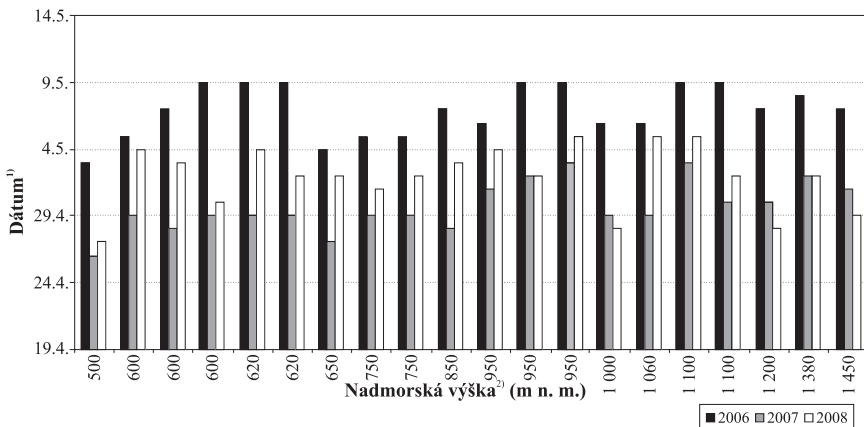
oneskorenie súviselo s nadmorskou výškou lokality. Fenofáza u našich pôvodov nastupovala súčasne vo všetkých skupinách. Skorší a pomerne časovo vyrovnaný bol nástup v rokoch 2007 a 2008 pri všetkých pôvodoch, oneskorenie sme zaznamenali v roku 2006 (obr. 8). Dĺžka trvania fenofázy (tab. 4) predstavovala vo všetkých skupinách pôvodov najčastejšie interval 5–6 dní. Najkratší interval dosiahol v roku 2007 v 1. skupine pôvodov 4 dni, najdlhší predstavoval v rokoch 2006 a 2008 vo všetkých skupinách dĺžku 7 dní. Pribeh teplôt vzduchu bez výrazných teplotných výkyvov

Tabuľka 6. Štatistické charakteristiky fenofázy kvitnutie vo výškových skupinách
Table 6. Statistical characteristics obtained during the phenological phase – flowering in the observed altitudinal groups

Výšková skupina ¹⁾	1 (500–700 m n. m.) n = 7				2 (710–950 m n. m.) n = 6				3 (960–1 450 m n. m.) n = 7			
	Ø	min	max	s _x %	Ø	min	max	s _x %	Ø	Min	max	s _x %
2006	8.5.	4.5.	10.5.	1,87	8.5.	6.5.	10.5.	1,31	8.5.	7.5.	10.5.	0,92
2007	29.4.	27.4.	30.4.	0,94	1.5.	29.4.	4.5.	1,48	2.5.	30.4.	4.5.	1,15
2008	3.5.	28.4.	5.5.	1,88	4.5.	2.5.	6.5.	1,09	2.5.	29.4.	6.5.	2,10

Ø – priemerný nástup fenologickej fázy – *average beginning of blossoming*, min – najskorší nástup – *the earliest beginning*, max – najneskorší nástup – *the latest beginning*, s_x% – variačný koeficient – *variation coefficient*.

¹⁾Altitudinal group, ²⁾Years



Obr. 8. Nástup a dĺžka trvania fenofázy „kvitnutie“ jednotlivých pôvodov podľa nadmorskej výšky v rokoch 2006–2008

Fig. 8. Beginning and duration of the phenophase “flowering” of autochthonous populations according to the altitude in the years 2006–2008.

¹⁾Date, ²⁾Altitude (a.s.l.)

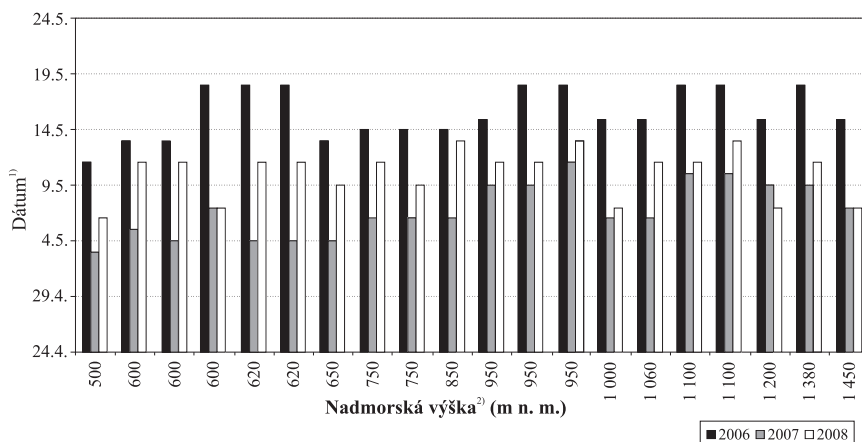
v neskoršom jarnom období spôsobil takmer rovnaký nástup a dĺžku trvania kvitnutia vo všetkých skupinách. Dokumentujú to aj vyrovnané variačné koeficienty, ktoré sa pohybovali v rozpätí od 0,92 % do 2,1 %. Časové rozdiely medzi skupinami z rôznych nadmorských výšok sú vyrovnané. Z týchto poznatkov môžeme konštatovať, že zmena stanovišťa výrazne neovplyvňuje nástup kvitnutia sledovaných pôvodov podľa výškových skupín, čo je podstatný rozdiel oproti nástupu vegetatívnych fenologických fáz pri týchto populáciách (ŠKVARENINOVÁ 2009a).

Tabuľka 7. Štatistické charakteristiky fenofázy odkvet vo výškových skupinách
Table 7. Statistical characteristics obtained during the phenological phase of the blossom fall in the observed altitudinal groups

Výšková skupina ¹⁾	1 (500–700 m n. m.) n = 7				2 (710–950 m n. m.) n = 6				3 (960–1 450 m n. m.) n = 7			
	Ø	min	max	s _x %	Ø	min	max	s _x %	Ø	Min	max	s _x %
2006	16.5.	12.5.	19.5.	2,06	17.5.	15.5.	19.5.	1,32	17.5.	16.5.	19.5.	1,08
2007	5.5.	4.5.	8.5.	0,94	9.5.	7.5.	12.5.	1,52	9.5.	7.5.	11.5.	1,27
2008	10.5.	7.5.	12.5.	1,53	12.5.	10.5.	14.5.	1,04	11.5.	8.5.	14.5.	1,78

Ø – priemerný nástup fenologickej fázy – *average beginning of blossoming*, min – najskorší nástup – *the earliest beginning*, max – najneskorší nástup – *the latest beginning*, s_x% – variačný koeficient – *variation coefficient*.

¹⁾Altitudinal group, ²⁾Years



Obr. 9. Nástup a dĺžka trvania fenofázy „odkvet“ jednotlivých pôvodov podľa nadmorskej výšky v rokoch 2006 – 2008

Fig. 9. Entrance and duration of the phenophase “blossom fall” autochthonous populations according to the altitude in the years 2006–2008.

¹⁾Date, ²⁾Altitude (a.s.l.)

Fenologická fáza odkvet trvala v priemere od 5. do 17. mája (tab. 7). Najskôr začínala 4. mája 2007 pri pôvode z Volovských vrchov z nadmorskej výšky 500 metrov. Najneskorší dátum nástupu sme zaznamenali 19. mája 2006 pri 8 pôvodoch vo všetkých skupinách. Aj napriek vyrovnaným priemerným májovým teplotám vzduchu počas hodnoteného obdobia (obr. 6) došlo v roku 2006 k miernemu oneskoreniu nástupu fenofázy u niektorých pôvodov, čo pravdepodobne súviselo s vývojom teplôt v predchádzajúcich mesiacoch. Fenofáza nastupovala v jednotlivých rokoch v rovnakom čase na viacerých pôvodoch bez rozdielu nadmorskej výšky, z ktorej jednotlivé pôvody pochádzajú (obr. 9). Priemerná dĺžka odkvetu sa pohybovala v intervale 11–12 dní, pri niektorých pôvodoch dosahovala 10–14 dní. Nízku variabilitu dokumentuje aj najkratšie rozpätie variačných koeficientov (0,94–2,06 %) v porovnaní s predchádzajúcimi fenologickými fázami.

Sledovali sme aj štatistickú významnosť rozdielov priemerov jednotlivých fenologických fáz medzi výškovými skupinami. Z výsledkov v tabuľke 8 vidieť, že medzi priemermi pôvodov z 1., 2. a 3. skupiny väčšinou neexistujú štatisticky významné rozdiely. Tieto sa potvrdili len v štyroch prípadoch, pri 95 % spoľahlivosti. Nástup jednotlivých generatívnych fenologických fáz a ich časový posun nezávisí od nadmorskej výšky pôvodov. V jednom termíne prebieha fenofáza na viacerých pôvodoch z rôznych nadmorských výšok, čo dokumentujú aj predchádzajúce grafické výsledky práce.

Tabuľka 8. Štatistická významnosť rozdielov medzi výberovými priemermi výškových skupín jednotlivých fenologických fáz

Table 8. Evaluation of a statistical significance of differences among sample means observed in all altitudinal groups during particular phenological stages

Fenologické fázy ¹⁾	Štatistická významnosť medzi výškovými skupinami ²⁾		
	1 – 2	1 – 3	2 – 3
PKP – 2006	0,103	0,036*	0,382
PKP – 2007	0,229	0,077	0,398
PKP – 2008	0,278	0,395	0,571
BU – 2006	0,599	0,542	1,000
BU – 2007	0,105	0,089	1,000
BU – 2008	0,326	1,000	0,262
KV – 2006	1,000	1,000	1,000
KV – 2007	0,178	0,044*	0,489
KV – 2008	0,552	0,659	0,328
OD – 2006	0,630	0,614	1,000
OD – 2007	0,038*	0,027*	1,000
OD – 2008	0,226	0,602	0,555

* $\alpha = 0,05$

¹⁾Phenophases, ²⁾Statistical significance between altitudinal zones

Hoci fenologické pozorovania smreka obyčajného majú dlhú tradíciu a prvé údaje na Slovensku siahajú až do polovice 20. storočia (KURPELOVÁ 1963), mnohé zachytávajú len niektoré fenologické fázy na vegetatívnych orgánoch. Iné literárne pramene (KUBIN *et al.* 2008) čiastočne poskytujú požadované údaje, ale pre nekompatibilitu fenologických fáz, a odlišné podmienky prostredia nie je možné tieto výsledky navzájom porovnať.

4. Záver

Objasnenie reakcie drevín na zmeny podmienok prostredia je v súčasnosti aktuálnou témou z hľadiska zachovania ich vitality a ďalšej reprodukcie. Výsledky trojročných fenologických pozorovaní 20 pôvodov smreka obyčajného (*Picea abies* [L.] Karst.) z nadmorských výšok 500–1 450 metrov rastúcich v podmienkach Arboréta Borová hora v Zvolenskej kotline podávajú prvé informácie fenologickej reakcie ich generatívnych orgánov na zmenené podmienky prostredia. Podľa metodiky SHMÚ používanej pre fenologické pozorovania lesných drevín na Slovensku sme sledovali nástup a priebeh fenologických fáz na generatívnych orgánoch. Hodnotili sme 10 % nástup fenologických fáz pučania ihlicových púčikov, butonizáciu, kvitnutie a odkvet, ako aj dĺžku ich trvania. Pučanie kvetných púčikov trvalo priemerne od 12. do 21. apríla, prevažne prebehlo za 9–11 dní, butonizácia prebiehala v priemere od 23. apríla do 2. mája s najčastejšou dĺžkou trvania 5–6 dní. Kvitnutie začalo na všetkých pozorovaných skupinách priemerne od 29. apríla do 8. mája, väčšinou trvalo 5–6 dní. Odkvet nastal v priemere od 5. do 17. mája a trval najčastejšie 11–12 dní.

Z celkového hodnotenia fenologických fáz na generatívnych orgánoch smreka možno konštatovať, že ich nástup a priebeh neovplyvňuje nadmorská výška ich pôvodného stanovišťa, ale nové podmienky prostredia, na ktoré sa adaptovali. Nadmorská výška pôvodov smreka v podmienkach Zvolenskej kotliny neovplyvnila ani dĺžku trvania fenologických fáz. Časový posun fenofáz v jednotlivých rokoch závisel od vývoja teplôt vzduchu. Najskorší nástup fenofáz nastal vo väčšine prípadov v roku 2007, najneskorší v roku 2006. Vyrovnanie priebehu teplôt vzduchu v neskoršom jarnom období spôsobilo zníženie variačného rozpätia fenologických fáz kvitnutie a odkvet. Doterajšie výsledky bude potrebné overiť pozorovaniami v dlhšom časovom rade, kedy sa zohľadní vplyv stanovišťa, ale aj pravdepodobné dôsledky klimatických zmien na priebeh fenologických fáz.

Poďakovanie

Príspevok vznikol a bol finančne podporený z projektu VEGA MŠ SR: 1/0515/08 a 1/0139/10.

Literatúra

1. BAGAR R., NEKOVÁŘ J., 2006: Tendence vývoje vegetace v přírodních lesních oblastech Moravy. In ROŽNOVSKÝ J., LITSCHMANN T., VYSKOT I. (eds.): Fenologická odezva proměnlivosti podnebí. Brno: ČHMÚ, 23 s. – 2. BAUER Z., 2006: Fenologické tendence složek jihomoravského lužního lesa na příkladu habrojilmové jaseniny (*Ulm-Fraxineta Carpini*) za období 1961–2000. Část I. Fenologie dřevin. *Meteorologické zprávy*, 59(3): 80–85. – 3. HOFMAN J., 1957: Několik výsledků fenologických pozorování a problematika lesnické fenologie. Zbraslav – Strnady: VÚLH, Práce výzkumných ústavů lesnických

ČSR, zv. 12, s. 67–109. – **4.** KOLEKTÍV, 1984: Návod pre fenologické pozorovanie lesných rastlín. Bratislava: SHMÚ, 23 s. – **5.** KUBIN E., PUDAS E., VENÄLÄINEN A., TERHIVUO J., 2008: Phenological recording in Finland. In NEKOVÁŘ, J. *et al.* (eds.): The history and current status of plant phenology in Europe. Finland, Vammalan Kirjapaino, 182 p. – **6.** KURPELOVÁ M., 1963: Fenologická charakteristika vysoko položených kotlín na Slovensku. *Geografický časopis*, 15: 241–263. – **7.** LARCHER W., 1988: Fyziologická ekologie rostlin. Praha: Academia, 368 s. – **8.** MELO M., 2006: Vplyv geografickej polohy na nástup fenologických fáz lipy malolistej na Slovensku. In ROŽNOVSKÝ J., LITSCHMANN T., VYSKOT I. (eds.): Fenologická odezva proměnlivosti podnebí. Brno: ČHMÚ, 9 s. – **9.** MENZEL A., ESTRELLA N., HEITLAND W., SUSNIK A., SCHLEIP CH., DOSE V., 2008: Bayesian analysis of the species-specific lengthening of the growing season in two European countries and the influence of an insect pest. *Int. J. Biometeorol.*, **52**: 209–218. – **10.** PETROVIČ Š., 1972: Klimatické a fenologické pomery Stredoslovenského kraja. Praha: PHMÚ, 432 p. – **11.** PRIWITZER T., BUCHA T., KOREŇ M., 2009: Využitie vegetačného indexu NDVI odvodeného z modisu pri fenologických pozorovaniach lesných porastov. In BUCHA T., PAVLENOVÁ H. (eds.): Diaľkový prieskum Zeme – lesy v meniacich sa prírodných podmienkach. NLC-LVÚ Zvolen, s. 51–64. – **12.** ŠKVARENINOVÁ J., 2003: Analýza fenologických pozorovaní vybraných lesných drevín v Zvolenskej pahorkatine. *Acta Facultatis Forestalis*, **45**: 29–40. – **13.** ŠKVARENINOVÁ J., 2009a: Priebeh vegetatívnych fenologických fáz autochtónnych populácií smreka obyčajného (*Picea abies* [L.] Karst.) zo Slovenska. *Lesnícky časopis-Forestry Journal*, **55**(1): 13–27. – **14.** ŠKVARENINOVÁ J. (ed.), 2009b: Fenológia rastlín v meniacich sa podmienkach prostredia. Zvolen: vydavateľstvo Technickej univerzity, 103 s. – **15.** ŠTEFANČÍK I., 1995: Fenológia v lesníctve 2. Ukončenie vegetačnej činnosti. *Lesnícky časopis-Forestry Journal*, **41**(3): 193–198.

Summary

The explanation of tree-species reactions to the environmental changes is an actual topic from both their preservation as well as next reproduction point of views. The results of 3 years lasting phenological observations of 20 provenances of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) taken from the altitudinal range of 500–1,450 m and growing under conditions of the Arboretum of Borova Hora situated in the Zvolen basin provide the first information about their phenological response of their generative organs to the changed conditions of the environment. The start and course of particular phenological stages of the generative organs development were observed according to the methodology applied by the Slovak Hydro-Meteorological Institute. There were evaluated the 10% start of the phenological stages concerning a needle buds bursting, the formation of flowers before blossoming, flowering and blossom fall as well as duration of these periods. Flower buds swelling was lasting on average from 12th till 21st April, it means 9 to 11 days, the formation of flowers before blossoming lasted on average from 23rd April till 2nd May, what is 5 or 6 days. Flowering started in all observed groups, on average, from 29th April till 8th May, what was 5 or 6 days. Blossom fall occurred on average from 5th till 17th May and lasted for 11 or 12 days.

The evaluation of observed phenological stages of spruce shows that the altitude of their original sites influences neither their beginnings nor courses. The investigated spruce provenances successfully adapted to the growing conditions of a new site. The altitude of spruce provenances under the conditions of the Zvolen basin did not influence the duration of particular phenological stages as well. Time shifts of observed phenological stages in particular years depended on the development of air temperature. The earliest beginnings of phenophases occurred mostly in 2007, the latest ones in 2006. The equalization of air temperature development during the later spring periods decreased the range of dispersion concerning both the phenological stages of flowering and blossom fall. If it is necessary to verify the obtained results by longer lasting observations, when can be revealed also the influence of a site including expected impacts of a climate change on the development of phenological stages.

*Translated by: author
Revised by: Z. AL-ATTASOVÁ*

