

FENOLÓGIA KVITNUTIA VYBRANÝCH LESNÝCH TAXÓNOV NA VERTIKÁLNO M GRADIEN TE

Branislav SCHIEBER

Ústav ekológie lesa SAV, Štúrova 2, SK-960 53 Zvolen, e-mail:schieber@sav.savzv.sk

Abstract

Flowering phenology of four autochthonous species, generally spreading in forests, was studied. The beginning of flowering as well as full flowering were investigated for one herb - Dentaria bulbifera and three shrubs - Prunus spinosa, Rubus idaeus, Sambucus nigra during the period of 3 years (2007-2009), respectively. For all species, the earliest onset of flowering was detected in 2007. This fact was interrelated with the favourable climatic conditions existed within the vegetative period of this year. Onset of flowering was always delayed in relation to increasing altitudes. Vertical phenological gradient, expressing the shift in onset of flowering among the altitudes, reached the following values: 3,2 days/100 m (Dentaria bulbifera, Prunus spinosa), 3,5 days/100m (Sambucus nigra) and 4,1 days/100 m (Rubus idaeus). The shortest interphase interval, calculated between the beginning of flowering and full flowering phenophases, was found out within the Prunus spinosa species- 3,3 days, the longest within the Sambucus nigra species- 12,7 days, respectively.

Keywords: *Dentaria bulbifera, Prunus spinosa, Rubus idaeus, Sambucus nigra*, forest, phenology, flowering, altitudinal gradient

Úvod

Kvitnutie je časť obdobia života rastliny, kedy sa vytvoria predpoklady pre jej generatívnu reprodukciu. Tá je základom genetickej variability, ktorá hrá kľúčovú úlohu v procese fylogénzy. Úspešnosť generatívneho rozmnožovania u rastlín závisí do značnej miery od úspešného opelenia, teda aj od vzťahu opeľovač-rastlina (HEGLAND ET AL., 2009). Z pohľadu fenológie predstavuje kvitnutie spravidla výraznú a dobre IDENTIFIKOVATEENÚ fenologickú fázu. Obdobie, v ktorom kvitnú rastlinné druhy je determinované genetickými ako aj environmentálnymi faktormi, resp. ich interakciou. Uvádza sa, že v oblastiach temperátnej zóny kvitne prevažná časť rastlinných druhov v jarnom, príp. skoroletnom období, napr. na Britských ostrovoch je to až 75 % druhov tamojšej flóry (FITTER, PEAT, 1994). Je známe, že začiatok kvitnutia u niektorých druhov signalizuje napr. nástup určitej priemernej teploty, ktorou možno vymedziť nástup širšieho (napr. drieň) alebo užšieho (trnka) vegetačného obdobia a pod. Pribeh počasia, od ktorého do značnej miery závisí aj nástup kvitnutia je medziročne značne variabilný (FITTER ET AL., 1995; TYLER, 2001; LU ET AL.,

2006). S tým súvisí aj variabilita v nástupe a priebehu uvedenej fenologickej fázy. Táto variabilita môže byť u konkrétneho druhu zistená aj počas jedného roka. Zapríčiniť ju môže napr. rozdielna fytoклíma v rámci jedného porastu (SCHIEBER, 1996; 2008), alebo rozdielne klimatické podmienky existujúce na vertikálnom gradiente. Problematika fenologických prejavov rastlín na vertikálnom gradiente je z ekologického hľadiska zaujímavá, avšak relatívne málo študovaná (LEVESQUE ET AL., 1997; BLIONIS ET AL., 2001; DITTMAR, ELLING, 2006).

Cieľom príspevku je zhodnotiť nástup a priebeh kvitnutia u štyroch všeobecne rozšírených lesných taxónov v rámci výškového gradientu. Výsledky uvedeného fytofenologického monitoringu môžu byť využité, okrem zistenia vitality sledovaných taxónov na pozorovaných lokalitách, napr. aj pri vypracovaní detailnej klimatickej charakterizácii konkrétnych lesných území v súvislosti s meniacimi sa podmienkami prostredia vplyvom prebiehajúcej klimatickej zmeny, ktorá môže významne zasiahnuť aj do fungovania lesných ekosystémov.

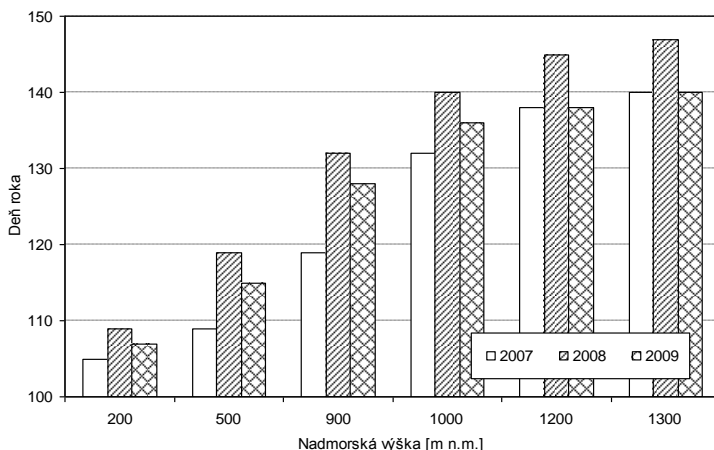
Materiál a metódy

Fenologické pozorovania štyroch lesných taxónov (*Dentaria bulbifera* L., *Prunus spinosa* L., *Rubus idaeus* L., *Sambucus nigra* L.) boli robené v lesných porastoch, príp. na ich okrajoch, nachádzajúcich sa v troch neovulkanických pohoriach situovaných južne od hlavnej klimatickej čiary Slovenska - Burde, Kremnických vrchoch a Poľane. Pohorie Burda leží v juhovýchodnom cípe Podunajskej pahorkatiny medzi riekami Dunaj, Hron a Ipel'. Výškovo je relatívne málo diferencované (113-405 m n.m.). Patrí do teplej klimatickej oblasti, okrsku suchého s miernou zimou. Priemerná ročná teplota dosahuje 8,5-10,5°C, priemerné ročné úhrny zrážok sa pohybujú okolo 600 mm. Pozorovania boli v tomto pohorí realizované na začiatku Veľkej doliny, nachádzajúcej sa severne od obce Chľaba. Priemerná nadmorská výška uvedenej lokality sa pohybuje okolo 200 m n.m. Kremnické vrchy sa nachádzajú v centrálnej časti stredného Slovenska. Kým nižšie polohy pohoria patria do mierne teplej klimatickej oblasti, okrsku mierne vlhkého až vlhkého, vyššie položené miesta (asi od 800 m n.m.) sa zaraďujú do chladnej klimatickej oblasti. Fenologické pozorovania prebiehali na Ekologickom experimentálnom stacionári (EES) Kremnické vrchy, ktorý je lokalizovaný v JV časti vyššie uvedeného orografického celku, v nadmorskej výške okolo 500 m n.m. Poľana predstavuje naše najvyššie sopečné pohorie. Južné predhorie Poľany patrí do klimatickej oblasti mierne teplej, okrsku vlhkého. Ostatné územie tohto pohoria zaraďujeme do chladnej klimatickej oblasti, okrsku mierne chladného až chladného horského (LAPIN ET AL., 2002). V rámci tohto pohoria boli pozorovania robené na 5 lokalitách. Prvá sa nachádza nad osadou Priehalina, asi 100 výškových metrov pod lokalitou Javorinka v nadmorskej výške 900 m n.m. Druhá lokalita je Javorinka (1000 m n.m.). Ďalšie lokality sú: Huklová (1200 m n.m.), Predná Poľana (1300 m n.m.) a Zadná Poľana (1400 m n.m.).

Metodika pozorovania a vyhodnocovania fenofázy kvitnutia u sledovaných taxónov vychádza z metodického predpisu pre fenologické pozorovanie, štandardne používaného v rámci fenologického monitoringu SHMÚ (BRASLAVSKÁ, KAMENSKÝ, 1996). Pozorovania na uvedených lokalitách prebiehali počas troch rokov (2007-2009) v pravidelných 3-5 dňových intervaloch. V rámci fenofázy kvitnutia bol zaznamenávaný začiatok kvitnutia a všeobecné kvitnutie. Za začiatok kvitnutia bol považovaný termín, kedy aspoň u polovice jedincov pozorovaného súboru sa objavili prvé kvety. Všeobecné kvitnutie bolo zaznamenané v prípade, keď všetky jedince v pozorovanej skupine mali väčšinu kvetov rozvitú. Termíny nástupu fenofáz, ktoré sa uvádzajú v texte a grafoch sú vyjadrené ako poradové dni roka počítané od prvého januára. Klimatické údaje uvádzané v práci pochádzajú z databáz SHMÚ Bratislava, OMSZ (Národná meteorologická služba, Maďarsko) a sú doplnené aj vlastnými meraniami.

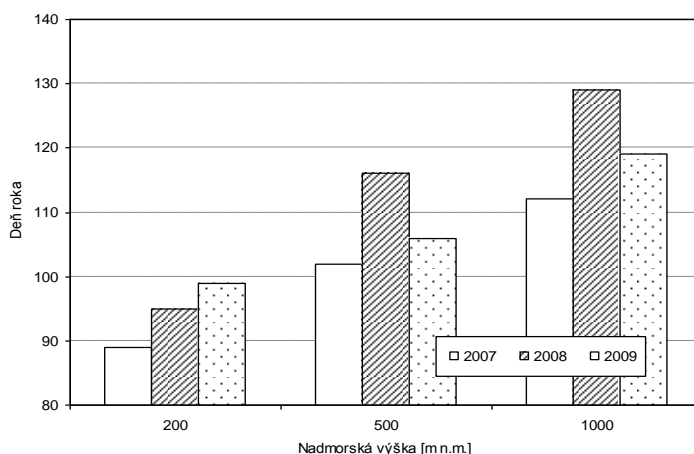
Výsledky

Dentaria bulbifera - najskorší výskyt začiatku kvitnutia tejto lesnej byliny bol vo všetkých troch rokoch zistený na lokalite Veľká dolina (Burda). Nástup uvedenej fenofázy sa tu pohyboval od 105 dní (rok 2007) do 109 dní (rok 2008). Na ostatných lokalitách bolo zaznamenané postupné opožďovanie sa výskytu tejto fenofázy. V najvyšších polohách rozkvitla *Dentaria bulbifera* na 140. deň (roky 2007 a 2009) až 147. deň (2008). Rozdiel v nástupe kvitnutia zistený medzi najnižšie a najvyššie položenou lokalitou bol 33 až 38 dní (obr.1). Vertikálny fenologický gradient predstavoval hodnoty v rozpätí 3-3,5 dňa na 100 metrov. V prípade nástupu fenofázy všeobecné kvitnutie možno konštatovať podobný priebeh. V najnižších polohách bola táto fenofáza zistená na 109. deň až 114. deň, kým v najvyšších polohách o 35 až 39 dní neskôr. Priemerná dĺžka medzifázového intervalu začiatok kvitnutia-všeobecné kvitnutie sa pohybovala od 4,3 dňa (Burda) do 6 dní (Zadná Poľana).



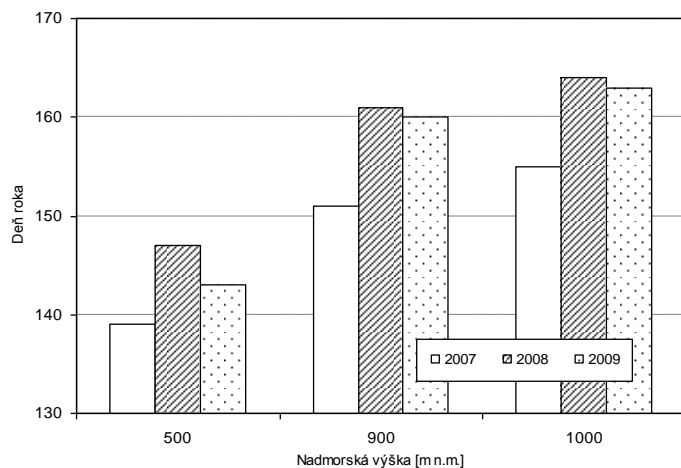
Obr. 1 Nástup začiatku kvitnutia druhu *Dentaria bulbifera* na vertikálnom gradiente.

Prunus spinosa - začiatok kvitnutia trnky sa v najnižšej lokalite (200 m n.m.) pohyboval od 89 dní (2007) do 99 dní (2009). V nadmorskej výške okolo 500 m n.m. bol tento interval 102 dní (2007) až 116 dní (2008). V najvyššie položenej lokalite, kde bol tento druh pozorovaný (Javorinka, 1000 m n.m.) bol nástup zistený na 112. deň (2007) až 129. deň (2008). Rozdiel v nástupe kvitnutia zistený medzi najnižšie (Burda) a najvyššie (Javorinka) položenou lokalitou v priebehu trojročného pozorovania bol 20 až 34 dní (obr.2). Vertikálny fenologický gradient dosahoval hodnoty v rozpätí 2,5-4,3 dňa na 100 metrov. Nástup fenofázy všeobecné kvitnutie bol v najnižších polohách pozorovaný na 93. deň až 102. deň, v najvyšších polohách o 23 až 38 dní neskôr. Medzifázový interval začiatok kvitnutia-všeobecné kvitnutie trval priemerne 3,3 dňa (Burda) až 6,7 dňa (Javorinka).



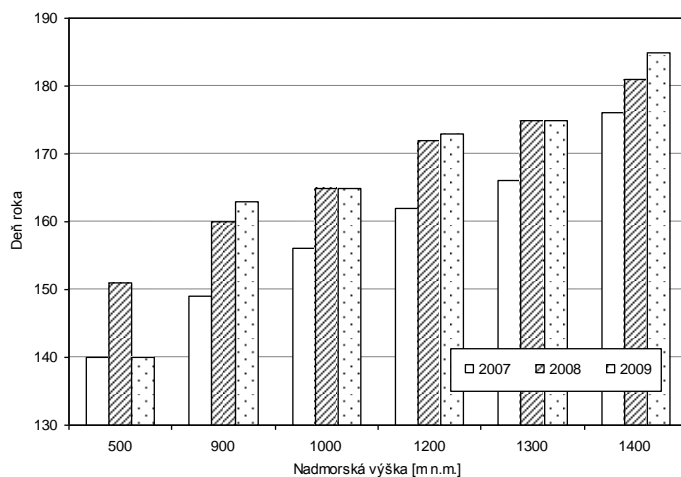
Obr. 2 Nástup začiatku kvitnutia druhu *Prunus spinosa* v závislosti od nadmorskej výšky.

Sambucus nigra - tento druh začal kvitnúť v polohách okolo 500 m n.m. (EES Kremnické vrchy) na 139. deň (2007) až 147. deň (2008). Z troch pozorovaných lokalít, najneskôr rozkvitla baza v lokalite Javorinka, začiatok kvitnutia sa tu pohyboval od 155 dní (2007) do 164 dní (2008). Rozdiel v nástupe kvitnutia zistený medzi týmito dvomi lokalitami bol 16 až 20 dní (obr.3). Vertikálny fenologický gradient v trojročnom období sa v rámci tejto fenofázy pohyboval v rozpätí 3,2-4,0 dňa na 100 metrov. Všeobecné kvitnutie bolo v polohe 500 m n.m. pozorované v intervale 148. deň (2007) až 158. deň (2008). Na lokalite, nachádzajúcej sa o 500 výškových metrov vyššie, bol v sledovaných rokoch nástup uvedenej fenofázy zistený od 170. dňa (2007) do 176. dňa (2008). Interval od začiatku kvitnutia do nástupu všeobecného kvitnutia trval u bazy priemerne 10,7 dňa (EES Kremnické vrchy) až 12,7 dňa (Javorinka).



Obr. 3 Nástup začiatku kvitnutia druhu *Sambucus nigra* v závislosti od nadmorskej výšky.

Rubus idaeus - začiatok kvitnutia maliny sa pohyboval v intervale od 140-151 dní (EES Kremnické vrchy) do 176-185 dní (Zadná Poľana). Rozdiel v nástupe kvitnutia zistený na tomto 900 metrovom výškovom gradiente bol 30 až 45 dní (obr.4). Vertikálny fenologický gradient dosahoval v rámci tejto fenofázy hodnoty v rozpätí 3,3-5,0 dňa na 100 výškových metrov. Nástup fenofázy všeobecne kvitnutie bol u maliny v polohách okolo 500 m n.m. pozorovaný na 146. deň, resp. 157. deň, kým v najvyšších polohách (1400 m n.m.) o 29 až 42 dni neskôr. Medzifázový interval začiatok kvitnutia-všeobecné kvitnutie trval priemerne 6,7 dňa (EES Kremnické vrchy) až 7,3 dňa (Predná Poľana).



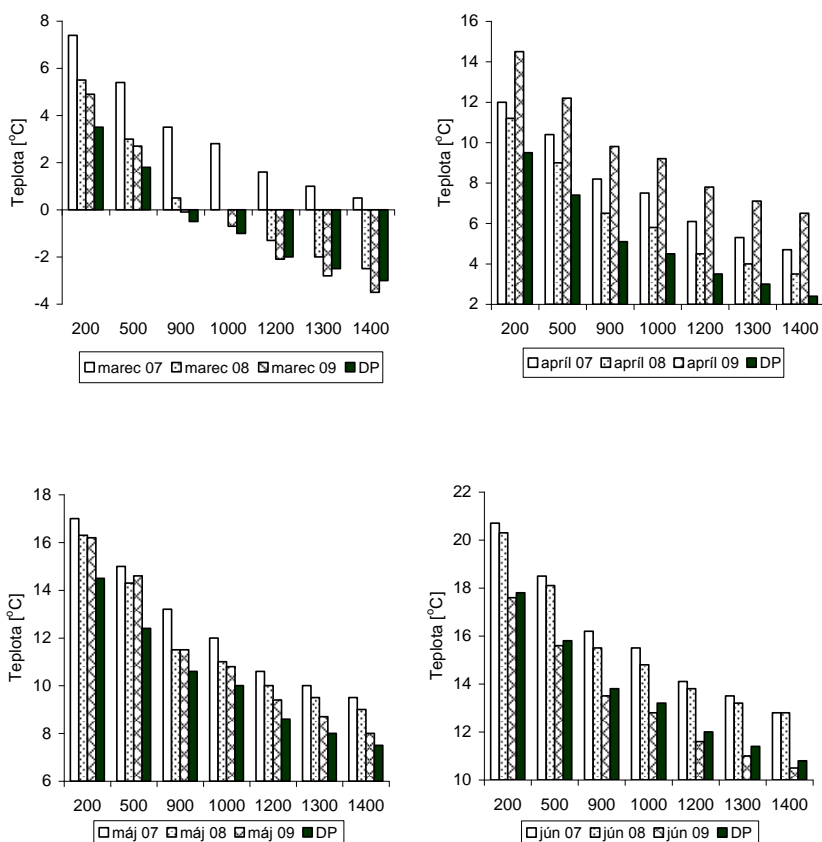
Obr. 4 Nástup začiatku kvitnutia druhu *Rubus idaeus* na vertikálnom gradiente.

Diskusia

Na základe uvedených výsledkov možno konštatovať, že termíny nástupu pozorovaných fenofáz, napriek relatívne krátkemu trojročnému obdobiu ich sledovania, varírovali v závislosti od nadmorskej výšky ako aj medzi porovnávanými rokmi. Najskorší nástup kvitnutia bol u všetkých druhov a na všetkých lokalitách pozorovaný v roku 2007. Uvedený fakt môže súvisieť predovšetkým s mimoriadne priaznivými klimatickými podmienkami na začiatku ako aj v priebehu vegetačného obdobia v tomto roku. Mesiac marec bol v roku 2007 po teplotnej stránke silne nadnormálnym mesiacom s kladnou odchýlkou okolo 3-4°C od dlhodobého priemeru (DP) vypočítaného za obdobie 1951-1980. Hodnoty mesačných úhrnov slnečného svitu v období marec-jún boli v roku 2007 nadnormálne až silne nadnormálne a predstavovali v priemere 110-200 % DP. Tento charakter počasia spôsobil rýchle naštartovanie fyziologických procesov u rastlín, čo sa následne odrazilo v skorom nástupe kvitnutia predstaviteľov jarných druhov (*Dentaria bulbifera*, *Prunus spinosa*). Pretože aj nasledujúce mesiace apríl, máj a jún mali v tomto roku odchýlku +2 až +3°C od DP, nastúpený trend skorého a relatívne rýchleho vývoja vegetácie sa udržal aj do obdobia rozkvetu predstaviteľov skorého leta (*Sambucus nigra* a *Rubus idaeus*). Po teplotnej stránke je zaujímavé to, že všetky uvedené mesiace mali v celom období 2007-2009 na všetkých lokalitách kladné odchýlky od DP, s výnimkou júna 2009, ktorý mal síce zápornú odchýlku, avšak len nepatrnú (-0,1 až -0,3°C, obr.5). Je predpoklad, že uvedená skutočnosť môže súvisieť s prebiehajúcou zmenou (klimatických) podmienok prostredia (LAPIN ET AL., 1995).

Vyhodnotením nástupu pozorovaných fenofáz v rámci vertikálneho gradientu sa zistilo, že u všetkých taxónov nastúpilo kvitnutie najskôr v najnižších polohách (Burda) a najneskôr v polohách okolo 1400 m n.m. Súvisí to predovšetkým s klimatickými podmienkami jednotlivých lokalít. Je známe, že s nadmorskou výškou dochádza vo vegetačnom období k poklesu teploty vzduchu a pôdy, zvyšuje sa priemerná oblačnosť, čoho následkom je kratší slnečný svit, ktorý ovplyvňuje intenzitu fotosyntézy a pod. Časový rozdiel v nástupe danej fenofázy medzi lokalitami s rôznou nadmorskou výškou sa zvykne vyjadrovať prostredníctvom fenologického gradientu. Napriek tomu, je pomerne málo informácií takéhoto charakteru. KURPELOVÁ (1972) uvádza, že v rámci 300 metrového výškového rozpätia na strednom Slovensku dosahoval u trnky a bazy fenologický gradient hodnoty 3 dni, resp. 5 dni/100 m. BLIONIS ET AL. (2001) zistili posun kvitnutia rôznych druhov rodu *Campanula* v rámci vertikálneho gradientu v priemere o 2-3 dni/100 metrov. Na základe výsledkov pozorovania kvitnutia lipy malolistej v rôznych lokalitách Slovenska bolo zistené, že jej rozkvitnutie sa oneskorovalo v priemere o 4,1 dňa/100 m (MELO, 2006). REMIŠOVÁ a VINCEOVÁ (2007) uvádzajú, že prvé kvety liesky rozkvitli s oneskorením asi 3 dni/100 m. Uvedené výsledky korešponujú s výsledkami našej práce, na základe ktorých možno konštatovať, že sa vertikálny fenologický gradient v rámci začiatku kvitnutia pohyboval od 3,2 dňa/100 m (*Dentaria*

bulbifera a *Prunus spinosa*) cez 3,5 dňa/100m(*Sambucus nigra*) do 4,1 dňa/100 metrov (*Rubus idaeus*). Dynamiku kvitnutia možno vyjadriť dĺžkou medzifázového intervalu začiatok kvitnutia-všeobecné kvitnutie. Najkratší priemerný medzifázový interval medzi začiatkom kvitnutia a všeobecným kvitnutím dosahoval v sledovanom trojročnom období u *Prunus spinosa* v najnižšie položenej lokalite (Burda) hodnotu 3,3 dňa, kým v najvyššej lokalite (Javorinka) bol dlhší v priemere o 3,4 dňa. V prípade *Sambucus nigra*, kde sme zaznamenali najdlhší medzifázový interval, sa tento pohyboval v priemere od 10,7 dňa (Kremnické vrchy) do 12,7 dňa (Javorinka). Vysvetlenie uvedeného javu možno hľadať v priaznivejších klimatických podmienkach existujúcich v „teplejších“ lokalitách, prostredníctvom ktorých prebiehajú fyziologické pochody intenzívnejšie.



Obr.5 Porovnanie hodnôt priemerných mesačných teplôt vzduchu v rôznej nadmorskej výške s hodnotami ich dlhodobého priemeru (DP).

Záver

Fenologické pozorovanie, ktoré predstavuje jednu z metód štúdia sezónnej dynamiky rastlín prežíva v poslednom období opätovný rozvoj. Súvisí to pravdepodobne aj so zvýšenou pozornosťou aká sa venuje štúdiu zmien podmienok prostredia, vyvolané globálnymi zmenami, medzi ktoré sa zaraďuje aj zmena klímy. Vplyvom narastajúcej rozkolísanosti chodu hlavných klimatických prvkov počas roka dochádza následne k rozdielnej fenologickej odozve. Pre objektívnejšie pochopenie týchto procesov je preto dôležité poznať reakcie rastlín aj na okrajoch ich existencie, napr. v rámci vertikálneho gradientu. V období rokov 2007-2009 bola na vertikálnom gradiente študovaná fenológia kvitnutia štyroch našich pôvodných taxónov, ktoré sú všeobecne rozšírené v lesnom prostredí, resp. v jeho okrajovej zóne. Sledovali sme nástup a priebeh kvitnutia jedného bylinného druhu - *Dentaria bulbifera* a troch krov - *Prunus spinosa*, *Rubus idaeus* a *Sambucus nigra*. Na základe výsledkov trojročných pozorovaní možno konštatovať, že najskorší nástup kvitnutia v uvedenom období bol u všetkých taxónov pozorovaný v roku 2007. Tento fakt súvisel predovšetkým s priaznivými teplotnými podmienkami na začiatku ako aj v priebehu vegetačného obdobia tohto roka. Potvrdil sa vplyv nadmorskej výšky na nástup kvitnutia, ktoré sa vždy opozďovalo s rastúcou nadmorskou výškou. Vertikálny fenologický gradient dosahoval u druhov *Dentaria bulbifera* a *Prunus spinosa* priemernú hodnotu 3,2 dňa/100 m, u *Sambucus nigra* 3,5 dňa/100m, kým u *Rubus idaeus* až 4,1 dňa/100 metrov. Najkratší priemerný medzifázový interval začiatok kvitnutia-všeobecné kvitnutie bol v sledovanom trojročnom období zistený u *Prunus spinosa* - 3,3 dňa, najdlhší u *Sambucus nigra* - 12,7 dňa.

PodĎakovanie

Autor touto cestou ďakuje agentúre VEGA za finančnú podporu tejto práce (projekty VEGA č. 2/0034/10, 2/0045/08 a 2/0055/10).

Literatúra

- BLIONIS, G.J., HALLEY, J.M., VOKOU, D., 2001: Flowering phenology of *Campanula* on Mt Olympos, Greece. *Ecography*, 24: s.696-706.
- BRASLAVSKÁ, O., KAMENSKÝ, L., 1996: Fenologické pozorovanie lesných rastlín. Metodický predpis. SHMÚ Bratislava, 22 s.
- DITTMAR, CH., ELLING, W., 2006: Phenological phases of common beech (*Fagus sylvatica* L.) and their dependance on region and altitude in Southern Germany. *Eur. J. Forest Res.*, 125:181-188.
- FITTER, A.H., PEAT, H.J., 1994: The ecological flora database. *Journal of Ecology*, 82: 415-425.
- FITTER, A.H., FITTER, R.S.R., HARRIS, I.T.B., WILLIAMSON M.H., 1995: Relationships between first flowering date and temperature in the flora of a locality in central England. *Functional Ecology*, 9: s. 55-60.
- HEGLAND, S.J., GRYTNES, J.A., TOTLAND, Ø., 2009: The relative

- importance of positive and negative interactions for pollinator attraction in a plant community. *Ecological Research*, 24: s. 929-936.
- KURPELOVÁ, M., 1972: Fenologické pomery kraja. In: Kolektív. Klimatické a fenologické pomery Stredoslovenského kraja. Hydrometeorologický ústav, Bratislava, 432 s.
- LAPIN, M., NIEPLOVÁ, E., FAŠKO, P., 1995: Regionálne scenáre zmien teploty vzduchu a zrážok na Slovensku. In: Národný klimatický program SR. MŽP SR, SHMÚ, Bratislava, 3:17-57.
- LAPIN, M., FAŠKO, P., MELO, M., ŠŤASTNÝ, P., TOMLAIN, J. 2002: 27. Klimatické oblasti. In: MIKLOS, L. (ed.) Atlas krajiny Slovenskej republiky. Ministerstvo životného prostredia SR, Esprit, Bratislava, 95 s.
- LEVESQUE, E., HENRY, G.H.R., SVOBODA, J., 1997: Phenological and growth responses of *Papaver radicum* along altitudinal gradients in the Canadian High Arctic. *Global Change Biology*, 3, Supp.1: s. 125-145.
- LU, P.L., YU, Q., LIU, J.D., HE, Q.T., 2006: Effects of changes in spring temperature on flowering dates of woody plants across China. *Botanical Studies*, 47: s. 153-161.
- 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, CD,
- REMIŠOVÁ, V., VINCEOVÁ, A., 2007: Kvitnutie liesky obyčajnej (*Corylus avellana* L.) na Slovensku za obdobie 1987-2006. In: Rožnovský, J., Litschmann, T., Vyskot, I. (eds) Klima lesa, Křtiny, CD,
- SCHIEBER, B., 1996: Vplyv zakmenenia na fenológiu *Dentaria bulbifera* L. v assoc. *Dentario bulbiferae-Fagetum* (Zlatník) Hartmann 1970. In: ELIÁŠ, P. (ed.) Populačná biológia rastlín IV. SBS a SEKOS SAV, Nitra, s.77-80.
- SCHIEBER, B., 2008: Zmeny v sezónnom rytme dvoch rastlinných spoločenstiev submontánnej bučiny v priebehu sekundárnej sukcesie. In: Boltížiar, M. (ed.) Ekologické štúdie VII. SEKOS, Nitra, s.194-200.
- TYLER, G., 2001: Relationships between climate and flowering of eight herbs in a Swedish deciduous forest. *Annals of Botany*, 87: s.623-630.