

## Fenologické a růstové fáze u buku lesního (*Fagus sylvatica* L.)

E. BEDNÁŘOVÁ and L. MERKLOVÁ

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav ekologie lesa, Zemědělská 3,  
Brno, 613 00, Česká republika (e-mail: bednarov@mendelu.cz; merklova@mendelu.cz)

**Abstract** Phenological phases in forests tree species are distinctively periodical, but their onset and duration depends on a complex of external conditions, above all weather factors. Phenological phases in beech (*Fagus sylvatica* L.) were studied in Dražanská vrchovina for 16 years. Obtained results were correlated with climatic factors in the observed area. Dependence of the course of phenological stages in tree species on climate changes is expressed by the sum of efficient temperatures in particular years. These results indicate that especially spring phenological phases are influenced by air and soil temperature. As well duration another phenological phases were influenced of weather in the individual years. All phenological phases were observed within the whole vegetative period. Evaluated research can contribute for explanation of dependence phenology of forests tree species on the climate change.

**Key words:** phenological phases, beech, air temperature, vegetative period, climate change

### Úvod

Lesnická fenologie má v našich zemích již dlouholetou tradici, ale v poslední době s očekávanými změnami klimatu, nabývá stále více na významu. Dlouhodobá fenologická sledování mohou posloužit jako bioindikátor klimatických změn. Fenologie jako nedílná součást klimatologie poutá mimořádnou pozornost nejen klimatologů, ale také botaniků, zoologů, ekologů, lesníků a zemědělců u nás i v zahraničí. Fenologie již není pouze vědou popisnou, ale jde v ní o poznání vzájemných vztahů mezi vývojem klimatu a nástupem a trváním fenologických fází u kulturních i přírodních druhů. I když je počátek a délka jednotlivých fenologických fází podmíněna geneticky, vlivem počasí se mohou jednotlivé fenofáze posunout a tak narušit další vývoj rostlin. Fenologická pozorování mohou charakterizovat klimatickou oblast s průměrnou délkou vegetačního období s ohledem na ekologické vlastnosti dřevin (HOFMAN 1957, LUKNÁROVÁ 2000). Čas nástupu fenofází v první polovině roku závisí především na době překročení určitých teplotních hranic. Fenologická data, která spadají do druhé poloviny roku, mohou být ovlivněna všemi podmínkami prostředí, které zpožďují nebo urychlují procesy zrání a stárnutí. Největší význam má opět teplota, která ovlivňuje syntetickou aktivitu. Dalšími důležitými faktory jsou zásoba živin, vody a především vliv diurnální fotoperiody (LARCHER 1988). Teplotní náročnost rostlinných druhů pro nástup jednotlivých fenofází je nejlépe vyjádřena sumou efektivních teplot (HAVLÍČEK 1986). S ohledem na možné klimatické změny je nutné získat další podrobnější informace o růstových procesech lesních dřevin jak stávajících či těch, které byly na daném stanovišti původní a v návaznosti na sledování mikroklimatu porostu spolu s fenologií přispět k vysvětlení ekofyziologických faktorů (BAGAR a kol. 2001). Očekávané klimatické změny a s nimi související negativní faktory, mohou zasáhnout do nástupu a průběhu základních životních projevů především lesních ekosystémů (KRAMER 1996).

### Materiál a metodika

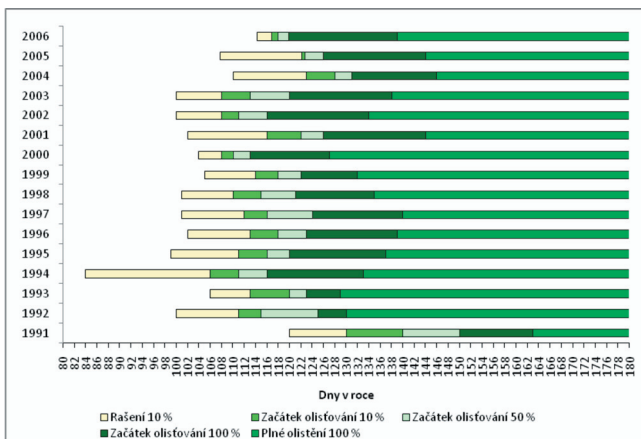
Od roku 1991 jsou prováděna fenologická sledování u buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) v bezprostřední blízkosti výzkumného pracoviště ÚEL MZLU v Brně. Objekt se nachází v geografickém celku Dražanská vrchovina na severovýchodním až východním svahu rozvodného hřebetu v nadmořské výšce 625 m pod krátkým hřebenovitým eluviem. Plocha je určena souřadnicemi 16°41'30" východní délky a 49°26'31" severní šířky. Klimaticky je oblast řazena jako mírně teplá a mírně vlhká s dlouhodobým průměrem roční teploty 6,6 °C a 683 mm ročních srážek (KOLEKTIV 1992).

Pro fenologická pozorování byla použita upravená metodika ČHMÚ (1987). Po dobu 16 let jsou sledovány fenologické fáze u 10 vzorníků buku lesního. Během jarního období je fenologické sledování prováděno 3x týdně. V letním a podzimním období 1x týdně. Základní meteorologické parametry jsou měřeny přímo v areálu výzkumné plochy a na volné ploše vzdálené od místa sledování 250m. V posledních dvou letech jsou měřeny i tloušťkové přírůsty kmene automatickými přírůstoměry (DR 22 fy. EMS Brno) a páskovými přírůstoměry. V práci jsou hodnoceny fenologické fáze: 0 – počátek vegetace (pupeny v zimním stavu), 1 – rašení z 10%, 2 – začátek olistování z 10%, 3 – začátek olistování z 50%, 4 – začátek olistování ze 100%, 5 – zcela rozvinutá listová plocha, 6 – žloutnutí listů z 10%, 7 – žloutnutí listů 100%, 8 – opad listů z 10%, 9 – opad listů 100%. Nástup fenologických fází byl stanoven v den, kdy 50% sledovaných stromů dosáhlo dané fáze. Jako začátek vegetačního období byl stanoven den, kdy průměrná denní teplota vzduchu dosáhla tři po sobě následující dny, vyšší teploty jak 5 °C (HAVLÍČEK 1986). Pro další zpracování bylo k jednotlivým fenofázím přiřazeno pořadové číslo kalendářního dne v roce. Za celé sledované období byly spočítány kumulativní sumy efektivních teplot vztahující se k jednotlivým fenologickým fázím.

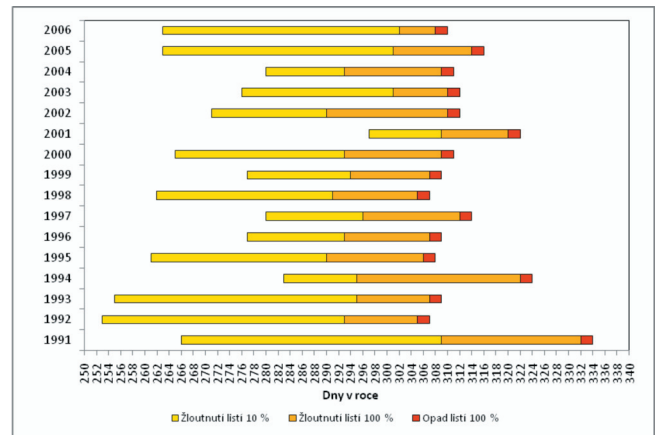
## Výsledky a diskuse

Počátek a délka trvání fenologických fází u buku lesního se v jednotlivých letech značně lišily. Spolu s genetickými faktory je pro nástup jarních fenologických fází rozhodující teplota vzduchu a teplota půdy (BEDNÁŘOVÁ, KUČERA 2002). Časový průběh jarních fenologických fází za sledované období charakterizuje graf č. 1. Výsledky pozorování podzimních fenologických fází jsou patrné z grafu č. 2. Na základě získaných výsledků můžeme konstatovat, že průměrná doba rašení (10%), za 16-leté období (tab. 1) byla 104 den od počátku kalendářního roku, při sumě efektivních teplot 53,0 °C (graf č. 3 a č.4). Nejdříve nastalo 84 den, při minimální sumě efektivních teplot 10,9 °C a nejpozději 120 den ovlivněné sumou teplot 135,6 °C. Začátek olistování 10% byl v průměru 114 den od počátku roku s průměrnou sumou teplot 80,1 °C. Minimální doba od počátku roku pro nástup této fáze byla 106 dnů při sumě teplot 26,7 °C a maximální 130 dnů podmíněná sumou 173,0 °C. Fenologická fáze začátek olistování 50% byla v průměru 118 den (105,8 °C), minimální doba pro počátek této fáze byla 110 dnů (31,9 °C) a maximální 140 dnů (193,0 °C). Začátek olistování ze 100% měl nejširší rozpětí z jarních fenologických fází za celé sledované období - 37 dnů. Nejdříve nastala tato fáze 113 den (69,1 °C) a nejpozději 150 den (219,8 °C). V dlouhodobém průměru nastoupila sledovaná fenofáze 123 den (138,8 °C). Od toho se odvíjí i další fenologická fáze – plné olistění (zcela rozvinutá listová plocha), která měla dobu rozpětí mezi maximem a minimem 36 dnů. Nejdříve nastala tato fenologická fáze v roce 2000, kdy byly teploty začátkem května nejvyšší za celé sledované období, 127 den od počátku roku (330,8 °C) a nejpozději 163 den (161,6 °C). Průměr pro nástup této fáze byl 138 den (246,0 °C).

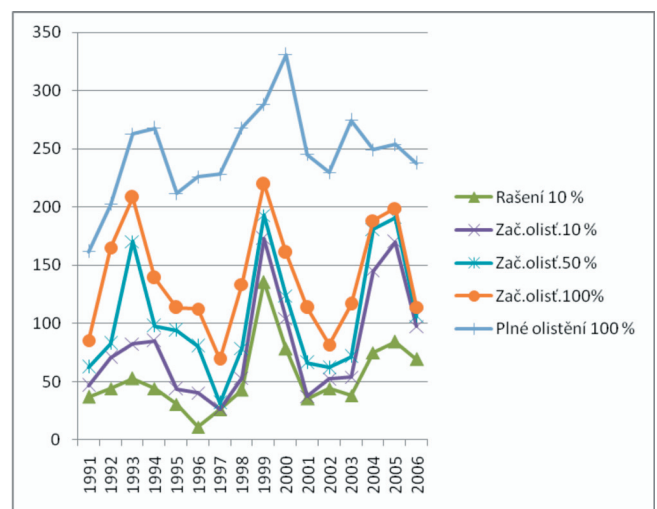
Počátek a průběh jarních fenofází je dominantně určený charakterem ukončení zimy a nástupem jarního oteplení. Charakter počasí v jarním období může mít velmi proměnlivý ráz, kdy se teplé období střídá s velmi chladným obdobím a dochází k pozdnímu rašení (KURPELOVÁ 1980, LARCHER 1988, DITMAR, ELLING 2006). S těmito závěry koresponduje i předkládaná studie s odkazem na graf č. 3.



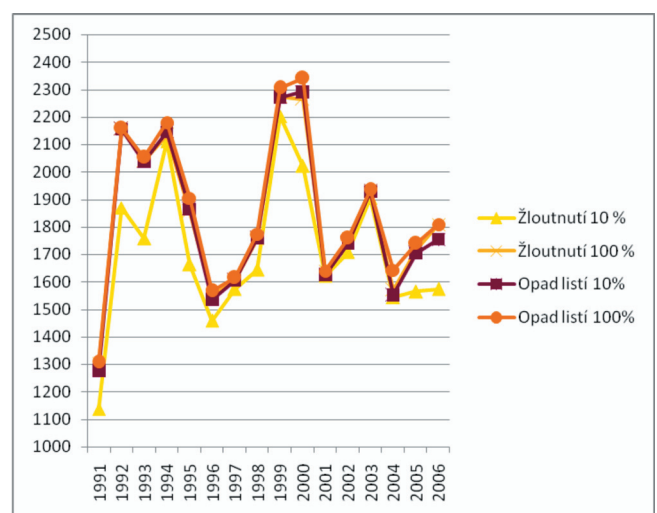
Graf č. 1 Průběh jarních fenologických fází u buku lesního za období 1991 až 2006



Graf č. 2 Průběh podzimních fenologických fází u buku lesního za období 1991 až 2006



Graf č. 3 Sumy efektivních teplot nad 5 °C u jarních fenologických fází buku lesního za období 1991 až 2006



Graf č. 4 Sumy efektivních teplot nad 5 °C u podzimních fenologických fází buku lesního za období 1991 až 2006

Podzimní fenologické fáze jsou ve znamení ukončování fotosyntetické činnosti listové plochy. Rozpětí počátku a trvání těchto fází je velmi široké. Žloutnutí listů je proces trvající větší počet dnů, což uvádí ve své práci i CHALUPA (1969). V lokalitě námi sledované došlo k nejčasnějšímu žloutnutí listů 10% (počátek podzimního žloutnutí) 253 den (1137,4 °C) a nejpozději 297 den (2200 °C). Rozpětí pro tuto fázi bylo 44 dnů. V průměru na sledované ploše byl nástup fáze počátek podzimního žloutnutí listů 271 den (1709,8 °C). Fenologická fáze žloutnutí listů 100% měla za sledované období nejmenší rozpětí ze všech sledovaných fenofází, pouze 19 dnů. Nejdříve nastala tato fáze 290 den od počátku roku (1298,4 °C) a nejpozději 309 den (suma efektivních teplot 2274,0 °C) a v průměru 297 den (1833,6 °C). Fenofáze opad listů 10% byla v průměru 293 den (1827,7 °C), rovněž s malým rozpětím (22 dnů). Nejčasnější počátek této fáze byl 281 den (1276,0 °C) a nejpozdější 303 den (2291,4 °C). Opad listů 100% nastal v průměru 311 den od počátku roku (průměrná suma teplot byla 1858,4 °C). Toto zjištění koresponduje i s údaji dalších autorů. CHALUPA (1969) uvádí, že v letech, kdy minimální teploty neklesají hlouběji pod bod mrazu a je dostatečná půdní vlhkost, opadáva značná část listů i v první listopadové dekádě. V některých letech zůstává na stromech menší část listů až do prosince. V lokalitě, námi sledované byl nejpozdější opad listů u buku zaznamenán 28. listopadu, čemuž odpovídá 332 den se sumou teplot 2340,5 °C. Nejdříve došlo ke 100% opadu listů 305 den (1308,1 °C). Nástup podzimních fenofází řada autorů spojuje s předcházejícím rychlým poklesem teplot a obdobím s výskytem četnějších srážek (HASPELOVÁ-HORVÁTOVIČOVÁ 1981, PRIWITZER, MINĐÁŠ 1998). Tyto závěry byly potvrzeny i v námi sledované lokalitě.

K prvnímu tloušťkovému přírůstu kmene u buku lesního docházelo od 130 dne kalendářního roku, tomuto datu odpovídalo období mezi počátkem olistování ze 100% a fází zcela rozvinutá listová plocha. Přírůstové maximum bylo zaznamenáno až 208 den. Druhá etapa přírůstu u buku nastala počátkem srpna. Konec dřevního přírůstu byl po 260 dnu, v období které koresponduje s fenologickou fází žloutnutí listů z 10%.

Ze získaných výsledků je patrné, že v posledních letech dochází k narůstání efektivních teplot vzduchu, zvláště v podzimním období. Tento jev může mít za následek prodloužení vegetačního období a narušování tak fyziologických funkcí sledovaných dřevin. Z lesnického hlediska je značně důležitá délka období, po kterou mohou lesní dřeviny vytvářet nové asimiláty. Avšak výrazné prodloužení vegetační doby následkem oteplování může vyvolat zkrácení období odpočinkového a zimního klidu. Předčasné žloutnutí (ukončení asimilace) a případné narušení endogenní dormance lesních dřevin vlivem nevyhovujících klimatických podmínek by mohlo způsobovat snížení vitality dřevin. Klimatické změny znamenají zhoršení růstových podmínek na které jsou adaptovány po řadu století.

## Závěr

V oblasti Dražanská vrchovina byly v letech 1991 až 2006 sledovány a vyhodnoceny jarní i podzimní fenologické charakteristiky u buku lesního (*Fagus sylvatica* L.). Počátek a trvání fenologických fází se v jednotlivých letech velmi odlišoval. U fáze rašení bylo rozpětí až 36 dnů, což potvrzuje, závislost jarních fenologických fází na teplotách vzduchu a půdy. Za rozhodující charakteristiku při hodnocení počátku rašení lze považovat sumu efektivních teplot vzduchu, která této fázi předchází. Nejnižší hodnota pro nástup této fáze byla 10,9 °C, nejvyšší 135,6 °C. Stejně velké rozpětí během šestnáctiletého sledování bylo zjištěno u fáze plné olistění 100% (plně rozvinutá listová plocha). Sumy efektivních teplot pro tuto fázi se pohybovaly od 161,6 do 330,8 °C. Podzimní fenologická fáze žloutnutí listů z 10% měla vůbec nejširší rozpětí a její počátek se pohyboval od 253 do 297 kalendářního dne, s rozpětím sumy efektivních teplot 1137,4 °C. Další podzimní fenologické fáze se jeví jako více vyrovnané. Rozpětí pro 100% opad listů bylo 27 dnů s teplotními sumami, které se pohybovaly od 13032,4 do 2340,5 °C. Počátek a trvání podzimních fenologických fází je ovlivněn nejen teplotami vzduchu před nástupem této fáze, ale i srážkovými poměry sledované lokality. Sledování růstových fází pomocí měření tloušťkového přírůstu dřevní hmoty, v návaznosti na probíhající fenologické fáze může přispět k objasnění ekofyziologických vlastností dřevin a možnosti jejich adaptability k eventuálním měnícím se klimatickým podmínkám. Suma efektivních teplot při nástupu podzimních fenofází do konce vegetačního období má v posledních letech zvyšující se charakter, což vyplývá z postupného oteplování a tím prodloužení vegetační doby. Tato skutečnost může ovlivnit fyziologické funkce dřevin. Dlouhodobé narušování fyziologických funkcí a prodloužení vegetačního období po nástupu fenofáze žloutnutí listů může být příčinou chřadnutí lesů.

## Poděkování

Tato publikace je součástí výzkumného záměru MSM 6215648902 LDF MZLU v Brně „Les a dřevo – podpora funkčně integrovaného lesního hospodářství a využívání dřeva jako obnovitelné suroviny.“ a projektu č. 526/03H036 Grantové agentury ČR.

## Seznam použité literatury

- [1] BAGAR, R., KLIMÁNEK, M., KLIMÁNKOVÁ, D., 2001: Fenologie je klíčem k poznání přírody, Ochrana přírody, 56, 3, 85. – 89. str.
- [2] BEDNÁŘOVÁ E., KUČERA J., 2002: Fenologická pozorování u smrkových porostů (*Picea abies* [L.] Karst.) rozdílného stáří v letech 1991-2000. Ekológia, Bratislava, Vol. 21 / Suppl. 1 / 2002, s. 98-106.
- [3] DITTMAR, CH., ELLING, W., 2006: Phenological phases of common beech (*Fagus sylvatica* L.) and their dependence on region and altitude in Southern Germany. Eur J Forest Res, 125:181-188.

[4] HASPELOVÁ - HORVÁTOVIČOVÁ, A. 1995: Asimilačné farbivá v zdravej a chorej rastline. Bratislava, Veda, 308 s.

[5] HAVLÍČEK, V., 1986: Agrometeorologie , SNZ Praha, 260 str.

[6] HOFMAN, J., 1957: Několik výsledků fenologických pozorování a problematika lesnické fenologie. In: Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR, sv. 12, VÚLH, Zbraslav-Strnady, s. 67-109.

[7] CHALUPA, V., 1969: Počátek, trvání a ukončení vegetační činnosti u lesních dřevin, In: Práce VÚLHM, sv. 37, Zbraslav-Strnady, 41. – 68. str.

[8] KOLEKTIV AUTORŮ, 1992: Ekologické důsledky obnovy smrkových porostů holosečným způsobem. Kontrolovatelná etapa výzkumného úkolu ÚEL MZLU v Brně, 120 s.

[9] KRAMER, K., 1996: Phenology and growth of European trees in relation to climate change. Proefschrift Wageningen. Wageningen, 210 s.

[10] KURPELOVÁ, M., 1980: Fenologické javy a ich vzťah ku kolísaniu klímy. Meteorologické zprávy, 33: 142-147.

[11] LARCHER, W., 1988: Fyziologická ekologie rostlin. Vydání 1, Academia, Praha, 368 s.

[12] LUKNÁROVÁ, V., 2000: Fenologické pozorování smreka obyčejného a zmeny klímy. Enviromagazín, 5,5, s. 14-15.

[13] METODICKÝ PŘEDPIS č.10, 1987, Návod pro činnost meteorologických stanic – Lesní rostliny, ČHMÚ, Praha, 111 str.

[14] PRIWITZER, T., MINĎÁŠ, J., 1998: Výsledky fenologických pozorování lesných dřevín v rokov 1993-1997 na lokalite Poľana-Hukavský gruň. Vedecké práce VÚLH, Zvolen, 42, s. 17-32.