

ZHODNOTENIE FENOLOGICKÝCH FÁZ JELŠE LEPKAVEJ (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) V ZVOLENSKEJ KOTLINE V ZÁVISLOSTI OD EFEKTÍVNYCH TEPLÔT VZDUCHU V ROKOCH 1987 – 2006

Jana Škvareninová, Zora Snopková

Abstract

The paper presents results of long-term phenological observations of wood species of the Common Alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). The observations refer to period of (1987 – 2006), and were held in Arboretum Borova Hora, Technical University of Zvolen, in Zvolen Basin. The Common Alder belong to wooden plants that, by its natural extension, occur in the whole area of Slovakia. Observation of its phenological displays can therefore serve as suitable whole-area bioindicator of environmental changes. Based on 20-years period data, we evaluated following vegetative and generative phenological phases: leaf bud swelling, leaf unfolding, defoliation leaves, flowering, ripeness of fruits.

Flowering lasts from the middle of February to the beginning of April with average formation the 76th day of year (16th March). Phenological phase of leaf bud swelling starts in early March and ends in early April with average formation the 93rd day of year (2nd April). The leaf unfolding has its average day formation the 114th day of year (24th April). The defoliation leaves sheet occurs on average in 296th day of year (23rd October) and the ripeness of fruits occurs on average in 334th day of year (30th November). The highest variability index belongs to phenological phase of flowering. The decisive divergence (s_x) of the start of flowering equals 13.95 and its variation coefficient (v_x %) equals 18%. This effect probably relates to mostly irregular spring start, as well as to frequent spring frosts due to the Zvolen basin inverse position. The phenological phase of leaf unfolding bears the lowest measure variability. Its decisive divergence (s_x) equals 4.74 and variation coefficient (v_x %) equals 4.16%. The same value of measure variability is valid for phase of ripeness of fruits ($s_x = 7.03$ and v_x % = 2.10). The start and duration of phenological phases differed lot during the observation period. The air temperature was determining for the start of phenological phase. We used the totals of effective temperatures as arbitrary bio-climatological criterion for phenological phase dependencies on meteorological elements. The above mentioned totals were determined as subtotals of average daily air temperatures higher than 0° C (TS0), 5° C (TS5), 8° C (TS8), 10° C (TS10). Average temperature total of TS0 = 102.1 °C is decisive for the beginning of flowering, the value of TS0 = 191.2 °C is decisive for the leaf bud swelling, and the value of TS0 = 367.9 °C is decisive for the leaf unfolding. The average day of defoliation leaves has its temperature totals of TS0 = 3216 °C and the temperature totals of the ripeness of fruits equals on average 3377 °C. For all following phenological phases, the effective temperature TS0 has the most balanced development and the lowest variation coefficient.

Keywords: phenological phases, Common Alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), temperature totals

Úvod

Fenologické pozorovania umožňujú skúmať zákonitosti vývoja rastlín a indikovať zmeny vonkajších podmienok prostredia. Poskytujú informácie o vývojových a rastových fázach jednotlivých druhov v danej oblasti a tiež o miestnych meteorologicky určených rozdieloch v dátumoch udávajúcich začiatky dôležitých fenologických javov (LARCHER 1988). Fenológia má praktické uplatnenie v poľnohospodárstve a lesníctve. V poľnohospodárstve je možné podľa nástupu fenofáz určiť termín aplikácie rôznych postrekov. Pri odrodách najmä teplomilných ovocných druhov drevín sa podľa nástupu a dĺžky fenologických fáz

určujú zóny ich pestovania (ŠIŠKA – MEZEYOVÁ 2006). Pre lesníctvo má fenológia význam z viacerých dôvodov. Z dlhodobých fenologických pozorovaní je možné stanoviť najvhodnejšie oblasti pre pestovanie určitých druhov drevín. Analýzou priebehu jednotlivých fenofáz sa dá predpokladať vývoj biotických a abiotických zložiek prostredia, stanoviť prognózu ďalšieho rozšírenia a vitality drevín v zmenených klimatických podmienkach (CHMIELEWSKI 1996, ŠPÁNIK *et al* 1999, BAGAŘ – NEKOVÁŘ 2006). Fenologické pozorovania sa dajú využiť aj pri zakladaní lesných porastov a selekčných prácach pri výbere skoro a neskoro pučiacich drevín.

Na Slovensku sa fenologické pozorovania lesných drevín robia od roku 1984 podľa jednotnej metodiky SHMÚ v Bratislave. Arborétum Borová hora sa v roku 1987 začlenilo do siete fenologických staníc pre pozorovanie vybraných lesných drevín pôvodne rastúcich na tomto území.

Materiál a metodika

Fenologické pozorovania sme vykonávali na jedincoch jelše lepkavej, ktoré rastú prirodzene na alúviu Hrona v juhozápadnom výbežku Zvolenskej kotliny v nadmorskej výške 290 metrov. Oblasť je charakterizovaná priemernou ročnou teplotou 8,1° C a priemerným úhrnom zrážok 714 mm. Podľa biogeocenologickej klasifikácie Zlatníka patria porasty na tomto území do skupiny lesných typov *Saliceto – Alnetum* – vrbové jelšiny ako ukážka prirodzených spoločenstiev (PAGAN *et al.* 1985). Fenologické pomery Arboréta Borová hora rámcovo charakterizuje práca ŠKVARENINOVEJ (2003).

Pre pozorovanie bolo vybratých 5 pôvodne rastúcich jedincov tohto druhu. Postupovali sme podľa metodickéj príručky SHMÚ v Bratislave z roku 1984. V roku 1996 došlo k jeho prepracovaniu a zmene fenofáz, čím sa narušila homogenita pozorovaní. Nakoľko popis jednotlivých fenofáz sa zjednodušil a čiastočne pozmenil, pri spracovaní 20 ročného obdobia sme vyhodnotili tie fenofázy z obidvoch metodických postupov, ktoré sa zhodujú a sú na strome zreteľne rozlíšené a pozorované. Nástup jednotlivých fenofáz bol označený dňom, kedy aspoň 50% stromov dosiahlo danú fenofázu. Pre spracovanie sme k jednotlivým kalendárnym dňom nástupu priradili poradové číslo kalendárneho dňa od začiatku roka. Pozorovali sme nasledovné vegetatívne aj generatívne fenofázy:

- *Začiatok pučania* (v strede púčika sa objavili zelené konce mladých lístkov a obalové šupiny zostávajú v strednej a spodnej časti púčika),

- *Všeobecné zalíšovanie* (list dosiahol normálny tvar, ale nemá úplnú veľkosť a sfarbenie),
- *Opadávanie listov* (lístie samovoľne opadáva aj za bezvetria),
- *Všeobecné kvitnutie* (na stromoch sa úplne rozvinuli vyvinuté kvety),
- *Zrelosť plodov* (zrelé plody sa objavili aspoň na polovici jedincov danej skupinky).

Okrem fenologických pozorovaní sme vyhodnotili meteorologické údaje prislúchajúce danej lokalite. Nástup hraničných teplôt aktivuje fyziologické procesy v drevinách. Vypočítali sme teplotné sumy z priemerných denných teplôt vzduchu od začiatku kalendárneho roka, ktoré boli vyššie ako 0 °C (TS0), 5 °C (TS5), 8 °C (TS8), a 10 °C (TS10). Zisťovali sme, ktoré z nich majú najvýraznejší vplyv na nástup jarných fenofáz.

Výsledky a diskusia

Začiatok a dĺžka trvania fenologických fáz závisí predovšetkým od teploty vzduchu, ale na jej priebeh pôsobí súbor viacerých faktorov, akými sú napríklad teplota pôdy a vlastnosti dreviny. Priebeh jednotlivých fenofáz a dĺžku ich trvania podáva taulka 1.

Kvitnutie je prvou jarnou fenofázou jelše lepkavej. V sledovanom období nastupuje od polovice februára do začiatku apríla. Priemerný nástup pripadá na 17. marec. Pri tejto fenofáze bolo najväčšie rozpätie medzi najskorším a najneskorším nástupom počas 20 rokov, čo je spôsobené výraznými teplotnými zmenami vzduchu v jarných mesiacoch jednotlivých rokov. Fenofáza trvala 4 až 12 dní. Je pozoruhodné, že za posledné 4 roky sme zaznamenali neskorší nástup s rýchlym priebehom kvitnutia, ktorý nepresiahol 5 dní.

Začiatok pučania listových púčikov nastáva od polovice marca až do polovice apríla s variačným rozpätím 28 dní. Priemerný nástup pripadol na 3. apríl. Najskorší nástup bol 21. marca 1994, najneskorší 17. apríla 1987. Dĺžka fenofázy sa

pohybovala od 6 do 15 dní, pričom najkratšie časové obdobie (6 dní) bolo v roku 2005.

Fáza všeobecného zalisťovania nastupuje od polovice apríla a trvá do začiatku mája. Rozpätie za sledované obdobie dosiahlo 21 dní, priemerný deň nástupu bol 24. apríl. Najskorší nástup viazaný na 11. apríl 1989 súvisel s dlhšie trvajúcim teplým obdobím koncom zimy. Neskorý nástup zalisťovania v rokoch 1997 a 1998 bol ovplyvnený nízkymi teplotami v predchádzajúcom období. Vytvorenie listovej plochy však prebehlo pomerne rýchlo (8 dní), čo súvisí s náhlým vzostupom denných teplôt vzduchu. Po-

dobný priebeh sme zaznamenali aj v rokoch 2005 a 2006.

Priebeh jarných fenologických fáz jelše lepkavej v dôsledku zmien teplotných pomerov spracovali viacerí autori (LUKNÁROVÁ – BRASLAVSKÁ 1999, KAMENSKÝ – BRASLAVSKÁ 1999). Uvádzajú za desaťročné obdobie priemerný nástup kvitnutia v oblasti Zvolena 16. marec, pre územie Slovenska 17. marec. Porovnanie s našimi výsledkami je totožné. Časový termín priemerného nástupu zalisťovania, ktorý podľa KAMENSKÉHO a BRASLAVSKEJ (1999) pripadá na 27. apríl pre územie Slovenska sa oneskoruje za našim priemerným nástupom o 3 dni.

Tabuľka 1: Časový priebeh 50% nástupu a dĺžka trvania fenofáz jelše lepkavej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) v rokoch 1987 - 2006

Rok	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Fenofáza	Poradové číslo dňa v roku									
všeobecné kvitnutie	99 9	101 11	63 7	61 12	81 7	69 10	79 8	58 5	62 6	94 8
začiatok pučania	107 9	98 10	81 11	98 11	92 11	91 13	96 15	80 10	81 14	95 9
všeobecné zalisťovanie	118 8	110 10	101 10	113 11	116 17	113 16	115 10	105 19	111 8	114 14
opadávanie listov	301 29	304 19	293 25	288 46	273 41	299 55	285 30	304 34	315 33	296 24
zrelosť plodov	325 25	330 38	347 34	328 36	348 37	323 34	340 35	340 40	347 25	337 42

Tabuľka 1 - pokračovanie

Rok	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Fenofáza	Poradové číslo dňa v roku									
všeobecné kvitnutie	62 8	51 7	69 7	75 6	71 10	75 9	77 5	77 5	93 4	91 4
začiatok pučania	85 20	93 13	90 9	95 12	92 10	87 10	102 13	92 8	101 6	105 10
všeobecné zalíšovanie	122 8	120 8	112 11	114 10	116 11	113 15	117 11	116 10	119 8	116 8
opadávanie listov	298 32	292 38	296 33	300 31	298 29	291 36	294 39	300 21	297 32	297 25
zrelosť plodov	330 32	334 36	336 40	331 35	330 30	334 39	328 28	332 31	331 39	329 43

Čas nástupu jarných fenofáz závisí predovšetkým od prekročenia určitých teplotných hraníc (LARCHER 1988). Spoľahlivou charakteristikou, ktorá vyjadruje túto závislosť je suma priemerných denných teplôt vzduchu za určitú časovú periódu. Viacerí autori z oblasti lesníckeho aj poľnohospodárskeho výskumu (ŠIŠKA – ŠPÁNIK 1999, STŘEDA – ROŽNOVSKÝ 2006, BEDNÁŘOVÁ – MERKLOVÁ 2006) používajú teplotnú sumu ako hodnotiace kritérium pre začatie jarných fenofáz. Treba však pripomenúť, že začiatok každej fenologickej fázy závisí aj od ďalších faktorov, akými sú vlhkosť vzduchu, intenzita svetla a pôdne pomery. Vplyv teploty vzduchu na vývoj fenologických fáz jeľše sme vyjadrili sumou priemerných denných teplôt vzduchu vyšších ako 0° C (TS0), 5° C (TS5), 8° C (TS8), 10° C (TS10). Z našich vypočítaných teplotných súm je zrejmé, že ich začiatok výrazne podmieňuje teplotná hranica 0° C. Pri nej dosa-

hujú teplotné sumy najnižšiu mieru variability a teda aj vyrovnanejší priebeh hodnôt. Priemerné sumy efektívnych teplôt dní s priemernou dennou teplotou vzduchu vyššou ako 0° C (TS0), 5° C (TS5), 8° C (TS8), 10° C (TS10), pre 50 % nástup fenologických fáz za roky 1987 – 2006 sú uvedené v tabuľke 2. Pre začiatok kvitnutia je rozhodujúca priemerná teplotná suma TS0 = 102,8° C. Nízke až takmer nulové hodnoty teplotných súm TS8 a TS10 indikujú, že pre nástup tejto fenofázy postačujú priemerné denné teploty vzduchu v intervale 0 - 5° C. Začiatok pučania listových púčikov začína pri teplotnej sume TS0 = 191,1° C a je už podmienený aj nástupom vyšších priemerných denných teplôt vzduchu nad 5° C (TS5 = 35,6° C). Začiatok fázy zalíšovania je podmienený všetkými stanovenými teplotnými sumami, ale najvyrovnanejší priebeh a najspoľahlivejšiu hodnotu poskytuje teplotná suma TS0 = 369,7° C.

Niektorí autori (LARCHER 1988, ŠIŠKA – ŠPÁNIK 1999) udávajú hraničnú hodnotu nástupu vegetačného obdobia teplotu 5 °C, kedy sa otvárajú púčiky a začína kvitnutie u väčšiny drevín a končí sa obdobie prezimovania plodín. Jelša lepkavá patrí k drevinám, ktoré začínajú svoju fenologickú aktivitu v skorom jarnom období, pri teplotnej hranici 0 °C.

Jarné fenologické fázy dosahujú aj pomerne vysoké hodnoty variačných koeficientov, ktoré sa pohybujú v rozpätí od 4,25 do 18,53 % (tabuľka 3). Príčinou vysokej variability sú teplotné výkyvy koncom zimného a začiatkom jarného obdobia v jednotlivých rokoch.

Tabuľka 2 Priemerné sumy efektívnych teplôt dní s priemernou dennou teplotou vzduchu vyššou ako 0 °C (TS0), 5 °C (TS5), 8 °C (TS8), 10 °C (TS10), pre 50 % nástup fenologických fáz za roky 1987 – 2006

Fenologická fáza	Sumy efektívnych teplôt nad 0, 5, 8, 10 °C			
	TS0	TS5	TS8	TS10
	(°C)			
všeobecné kvitnutie	102,81	12,23	2,34	0,42
začiatok pučania	191,09	35,56	7,83	1,54
všeobecné zalisťovanie	369,73	114,76	41,24	15,72
opadávanie listov	3214	2057	1457	1098
zrelosť plodov	3373	2107	1475	1105

Prvou jesennou fenofázou jelše je opadávanie listov, ktoré prebieha od konca septembra až do prvej polovice novembra. Priemerný deň nástupu opadávania listov pripadol za sledované obdobie na 23. október. Najskorší zaznamenaný čas opadu bol 30. september 1991 a najneskorší 11. november 1995. Dĺžka fenofázy sa pohybovala od 19 do 55 dní. Tieto pomerne veľké výkyvy spôsobuje pravdepodobne zvýšená vlhkosť v lete, náhle teplotné zmeny, pokles teplôt pod bod mrazu v jesennom období. Často sa vyskytnú aj situácie, kedy pri náhlom silnom prúdení vzduchu listy odpadávajú v priebehu jedného až dvoch dní.

Zrelosť plodov jelše sa prejavuje padaním zreých semien zo šišíek. Dĺžka a čas dozrievania môžu byť ovplyvňované priebehom teplôt, dĺžkou slnečného žiarenia počas letných a jesenných mesiacov a tiež zásobou živín. Podľa našich dlhoročných pozorovaní zrelosť plodov nastáva priemerne od druhej polovice novembra do polovice decembra. Priemerný termín pripadá na koniec novembra (30. 11.) V roku 1992 sme zaznamenali najskorší nástup (19. 11.) a v roku 1991 najneskorší termín zrelosti (14. 12.). Variačné rozpätie začiatku zrelosti predstavuje 25 dní. Dĺžka tejto fenofázy sa pohybuje od 25 do 43 dní.

Tabuľka 3: Štatistické charakteristiky fenofáz (\bar{x} – aritmetický priemer (vyjadrený ako dátum), s_x – smerodajná odchýlka, $s_x\%$ - variačný koeficient)

Fenologické fázy	Štatistické charakteristiky		
	\bar{x}	s_x	$s_x\%$
všeobecné kvitnutie	17.3.	13,84	18,53
začiatok pučania	3.4.	7,16	7,74
všeobecné zalistovanie	24.4.	4,84	4,25
opadávanie listov	23.10.	8,37	2,83
zrelosť plodov	30.11.	7,11	2,13

Jesenné fenofázy majú v porovnaní s jarnými fenologickými fázami menšiu mieru variability medzi jednotlivými rokmi pozorovaní ($s_x\%$ v intervale 2,13 až 2,83 %). Predpokladáme, že jelša lepkavá sa v podmienkach Zvolenskej kotliny na alúviu Hrona nachádza v klimatickom, edafickom a hydrickom optime, ktoré do veľkej miery ovplyvňuje hladina podzemnej vody v rieke Hron. Preto meteorologické podmienky letného a jesenného obdobia len v menšom rozsahu podmieňujú nástup a trvanie jesenných fenologických fáz. Priemerné sumy teplôt nemajú výrazný vplyv na začiatok jesenných fenofáz.

Záver

Fenologické údaje jelše lepkavej za 20 ročné časové obdobie charakterizujú oblasť Zvolenskej kotliny a vzťahy s klimatickými faktormi. Z nich je dominantná teplota vzduchu, ktorá výrazne ovplyvnila priebeh a dĺžku jarných fenofáz. Jarné fenologické fázy začínajú kvitnutím s priemerným nástupom 17. marca a dĺžkou trvania fenofázy 4 – 12 dní. Začiatok pučania listových púčikov nastupuje priemerne 3. apríla, dĺžka fenofázy sa pohybovala od 6 do 15 dní. Fáza všeobec-

ného zalistovania dosiahla priemerný deň nástupu 24. apríla. Vytvorenie listovej plochy trvalo od 8 do 19 dní. Závislosť jarných fenofáz od teplotných pomerov vzduchu sme vyjadrili sumou priemerných denných teplôt vzduchu vyšších ako 0° C (TS0), 5° C (TS5), 8° C (TS8), 10° C (TS10). Z našich vypočítaných teplotných súm je zrejmé, že skoré jarné fenofázy výrazne ovplyvňuje teplotná hranica 0° C. Pri nej dosahujú teplotné sumy najnižšiu mieru variability a teda aj vyrovnanjší priebeh hodnôt. Pre začiatok kvitnutia je rozhodujúca priemerná teplotná suma TS0 = 102,8° C, pučanie listových púčikov začína pri teplotnej sume TS0 = 191,1° C, začiatok fázy zalistovania je podmienený všetkými stanovenými teplotnými sumami, ale najvyrovnanjší priebeh a najspoľahlivejšiu hodnotu poskytuje teplotná suma TS0 = 369,7° C. Jarné fenologické fázy dosahujú aj pomerne vysoké hodnoty variačných koeficientov (4,25 % až 18,53 %) v dôsledku teplotných výkyvov koncom zimného a začiatkom jarného obdobia v jednotlivých rokoch. Jesenné fenofázy začínajú opadávaním listov v priemere 23. októbra za sledované obdobie, zrelosť plodov priemerne nastáva 30. novembra. V porovnaní s jarnými fe-

nologickými fázami majú menšiu mieru variability medzi jednotlivými rokmi pozorovaní. Priemerné sumy teplôt nemajú výrazný vplyv na nástup jesenných fenofáz,

nakoľko hladina podzemnej vody zabezpečuje vyrovnaný hydrický režim aj v suchších periódach počas roka.

Pod'akovanie:

Autori ďakujú projektu VEGA MŠ SR: 1/4393/07, 1/3283/06, 1/2382/05 za podporu tejto publikácie.

Literatúra

- BAGAR, R. – NEKOVÁŘ, J.: Tendence vývoje vegetace v přírodních lesních oblastech Moravy. In.: Rožnovský, J., Litschmann, T., Vyskot, I. (eds.): Fenologická odezva proměnlivosti podnebí. Zborník vedeckých abstraktov, Brno 22.3. 2006, 23 s.
- BEDNÁŘOVÁ, E. – MERKLOVÁ, L.: Zhodnocení fenologických fází keřového patra na okraji smrkového porostu v oblasti Dražanská vrchovina. In.: Rožnovský, J. – Litschmann, T. – Vyskot, I. (eds.): Fenologická odezva proměnlivosti podnebí. ČHMÚ, Brno, 2006, s. 8, CD Rom 9 s.
- CHMIELEWSKI, F. M., 1966.: The International Phenological Gardens across Europe. Present state and perspectives. Phenology and Seasonality, 1, p. 19-23.
- KAMENSKÝ, L. – BRASLAVSKÁ, O.: Fenologické charakteristiky listnatých drevín na Slovensku v období 1986 – 1995. Meteorologický časopis, 2, 4, 1999, s. 49-55.
- LARCHER, W.: Fyziologická ekologie rostlin. Academia Praha, 1988, 368 s.
- LUKNÁROVÁ, V. – BRASLAVSKÁ, O.: Flowering variability of the most important spring producers of allergenic pollen in Slovakia. Meteorologický časopis, 2, 2, 1999, s. 21-28.
- PAGAN, J. A KOL.: Arborétum Borová hora 1965 – 1985. VŠLD Zvolen 1985, 236 s.
- STŘEDA, T. – ROŽNOVSKÝ, J.: Vliv teplotních sum na nástup fenofáze „Počátek kvetení“ u meruňky (*Prunus armeniaca* L.) In.: Rožnovský, J. – Litschmann, T. – Vyskot, I. (eds.): Fenologická odezva proměnlivosti podnebí. ČHMÚ, Brno, 2006, s. 28, CD Rom 6 s.
- ŠKVARENINOVÁ, J.: Analýza fenologických pozorovaní vybraných lesných drevín v Zvolenskej pahorkatine. Acta facultatis Forestalis Zvolen, XLV, 2003, s. 29-40.
- ŠIŠKA, B. – MEZEYOVÁ, I.: Fenologický monitoring ovocných drevín na SPU a v podmienkach SR. In.: Rožnovský, J., Litschmann, T., Vyskot, I. (eds.): Fenologická odezva proměnlivosti podnebí. Zborník vedeckých abstraktov, Brno 22.3. 2006, 23 s.

Adresy autorov:

Ing. Jana Škvareninová, PhD.
Technická univerzita vo Zvolene
T.G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovenská republika
e-mail: janask@vsld.tuzvo.sk

Mgr. Zora Snopková, PhD.
Slovenský hydrometeorologický ústav
Zelená 5
975 90 Banská Bystrica
Slovenská republika
e-mail: Zora.Snopkova@shmu.sk