

## VPLYV GEOGRAFICKEJ POLOHY NA NÁSTUP FENOLOGIC- KÝCH FÁZ LIPY MALOLISTEJ NA SLOVENSKU

*Marián Melo*

### **Summary:**

#### **Influence of the geographical locality on the coming of *Tilia cordata* phenological phases in Slovakia.**

In this contribution two phenological phases: first flowers and first leaves of the Linden *Tilia cordata* from the 75 phenological stations in the periods 1961-1985 are studied. These stations are situated in different localities of Slovakia in altitudes from 108 m. a.s.l to 850 m. a.s.l. Important influence on the coming phenological phases has altitude and longitude (continentality) too. Values of horizontal and vertical gradient are calculated. This period was not significantly influenced by climate change and in next years (from 1986) was changed phenological method of observation in Slovakia and consistency time period series was broken. The results show the correlation between the beginning of the coming phenological phases first leaves (first flowers) and on the coming of average daily air temperature 10°C and more (15°C and more) is low.

### **Abstrakt:**

V príspevku sú študované dve fenologické fázy: nástup prvých kvetov a nástup prvých listov lipy malolistej (*Tilia cordata*) za obdobie 1961-1985 na Slovensku. Toto obdobie bolo zvolené z dvoch dôvodov. Jednak ešte nebolo významnejšie ovplyvnené prebiehajúcou klimatickou zmenou a tiež kvôli tomu, že po roku 1985 sa výrazne zmenila metodika pozorovania fenologických javov na Slovensku, pričom sa tým narušila homogenita dovtedajších časových radov jednotlivých fenologických javov. Lipa malolistá rozkvitá na začiatku plného leta. Jej kvet má veľký význam pre včelárstvo, lebo poskytuje v tom čase hlavnú znášku. Na štúdium bolo vybraných 75 fenologických staníc z celého územia Slovenska, pričom tieto stanice pokrývajú oblasti s nadmorskou výškou od 108m do 850m. Zhodnotený je postup oboch sledovaných fenologických fáz na území Slovenska, a to jednak územne a jednak časovo. Na nástup fenologických fáz lipy malolistej má významný vplyv najmä geografická poloha. Preto študujeme v prípade Slovenska hlavne vplyv nadmorskej výšky a zemepisnej dĺžky. Vypočítané sú hodnoty vertikálneho a horizontálneho gradientu nástupu oboch fenologických fáz. V závere diskutujeme nad možnosťou vyjadrenia závislosti začiatku kvitnutia lipy malolistej od teploty vzduchu. Zameriavame sa na nástup priemernej dennej teploty vzduchu 10 °C a viac, resp. 15 °C a viac. V budúcnosti by sme chceli urobiť podobné zhodnotenie nástupu prvých kvetov a prvých listov lipy malolistej na Slovensku z najnovšieho obdobia a dosiahnuté výsledky vzájomne porovnať, pokiaľ to bude, vzhľadom na zmenenú metodiku, možné.

### **Úvod**

Na Slovensku sa fenologickou problematikou zaoberali viacerí autori, napr. Kurpelová (1963; 1969; 1979; 1980), Dunajský (1996), Braslavská (1996), Luknárová a Braslavská (1999), Škvareninová (2005), v ČR napr. Svitáková a kol. (2005). Fenologické pomery v jednotlivých regiónoch Slovenska za obdobie 1931-1960 boli publikované v prácach SHMÚ (Kol. 1966, Kol. 1968, Kol. 1972). Chod a tendencie fenologických fáz pšenice ozimnej a jačmeňa jarného na Slovensku a v Českej republike hodnotili Braslavská a Ne-

kovář (2002). Monitoringom fenologického výskumu v Severnej Amerike sa zaoberal Schwartz (1994).

Lipu malolistú spolu s niektorými ďalšími ovocnými a lesnými drevinami na Slovensku spracovala vo svojej publikácii Braslavská (1996), niektoré listnaté dreviny vrátane lipy malolistej Škvareninová (2005). Braslavská (1996) vyhodnotila údaje o prvých listoch a všeobecnom kvitnutí lipy malolistej zo 69 fenologických staníc v období 1961-1985 vo forme štatistických charakteristík nástupných termínov týchto fenologických fáz. Vyhod-

notenie bolo prezentované v tabuľkovej podobe. Škvareninová (2005) zhodnotila nasledovné fenologické fázy lipy malolistej v období 1995-1999: pučanie listov, zalistenie, žltnutie listov, opad listov, kvitnutie (50%), zrelosť plodov.

K podrobnejšiemu spracovaniu lipy malolistej sa vraciame v tomto príspevku, kde sa zameriavame hlavne na vplyv geografickej polohy na nástup fenologických fáz lipy malolistej na Slovensku. Vychádzame z údajov 75 fenologických staníc v období 1961-1985 a pozornosť zameriavame na prvé listy a prvé kvety. Táto fenologická fáza nastupuje o pár dní skôr ako, už spracované, všeobecné kvitnutie lipy malolistej. Výsledkom nášho spracovania je mapové vyjadrenie časového nástupu oboch sledovaných fenologických fáz. V druhej časti skúmame vzájomný vzťah medzi nástupom týchto fenologických fáz a nástupom teplotných charakteristík 10°C a viac, resp. 15°C a viac.

### **Lipa malolistá**

Lipa malolistá (*Tilia cordata*) zaberá svojím areálom skoro celú Európu, chýba iba na juhu. Na severe rastie krovite až k 63° severnej zemepisnej šírky. Lipa malolistá je tŕňomilná až polotŕňomilná drevina, v mladosti znáša silné zatienenie. Na vysoké teploty a sucho je citlivá, na oslnených expozíciách ich poškodzuje úpal kôry. Neskoré mrazy ju menej poškodzujú. Rastie na hlbokých (vzdušných) aj plytkých pôdach, suťoviskách s javormi, brestami a jaseňom, ale aj v lužnom lese s dubom letným. V lužných polohách však neznáša dlhotrvajúce záplavy a na stagnujúcu vodu je tiež veľmi citlivá.

U nás rastie od najnižších polôh a priemerne vystupuje do 870 (maximálne 1130) m nad morom. Častá je na rovinách a úpätiach svahov, jej zastúpenie sa zväčšuje smerom na východ. Odoláva aj mestskému prostrediu. Od lipy veľkolistej sa líši týmito znakmi: listy lipy malolistej sú menšie, srdcovitého tvaru. Na vrchnej strane sú tmavozelené, na spodnej sivozelené. V úžľabí nervov majú chumáčky hrdzavých chlpkov viditeľných voľným okom. Jasnožlté kvety má zostavené v súkvetiach po piatich až desiatich, niekedy až šestnástich kvetoch. Rozkvitajú neskôr ako kvety lipy veľkolistej. Pri nástupe fenologickej fázy prvé kvety celkom ojedinele rozkvitli jednotlivé kvietky na niektorých súkvetiach. Nie-

ktoré púčiky sa začínajú roztvárať, väčšina ich je však ešte uzavretá. Lipa malolistá je významná medonosná a liečivá rastlina a práve kvôli tomu ju vyhľadávajú najmä včelári.

### **Metodika pozorovania fenologických javov**

Poloha vybratá pre fenologické pozorovania má byť pre dané územie reprezentatívna. Jednotlivé druhy rastlín (drevín) sa sledujú každý rok. Pozorovanie sa koná u väčšieho počtu, najmenej u troch jedincov tej istej odrody aj druhu.

Nástup fenologickej fázy prvé kvety znamená dátum, kedy na vybranom pozorovacom mieste u niekoľkých (najmenej troch) jedincov toho istého druhu sa rozvilo na každom z nich niekoľko prvých, normálne vyvinutých kvetov. Nástup fenologickej fázy prvé listy znamená dátum, kedy na vybranom pozorovacom mieste u niekoľkých (najmenej troch) jedincov toho istého druhu sa rozvinulo na každom z nich niekoľko pupeňov v prvé lističky s normálne rozvinutou čepeľou, ktorá však nemá ešte normálnu veľkosť.

Najväčší zásah do fenologického pozorovania bol urobený v rokoch 1984 až 1985, kedy bola prehodnotená staničná sieť všeobecnej fenológie, boli vypracované a prebraté nové metodiky pre špeciálne pozorovanie poľných plodín, ovocných stromov, viniča a lesných drevín. Všeobecná fenológia stratila pôvodný charakter pozorovania, prestali sa pozorovať ovocné a lesné rastliny a aj metodika pozorovania sa podstatne zmenila tým, že sa zaviedlo pozorovanie 10, 50 a 100% nástupu jednotlivých fenologických fáz (Dunajský a kol., 2001).

V roku 1986 došlo k zmene metodiky fenologického pozorovania a uvedené fenologické fázy boli pozorované v troch stupňoch intenzity javu - 10%, 50% a 100%. Intenzita výskytu javu 10% viac-menej zodpovedala podľa pôvodnej metodiky prvému výskytu javu a intenzita 50% všeobecnému výskytu javu. Napriek tomu, že sa nemenili lokality a pozorované druhy, predsa došlo k určitému narušeniu homogenity pozorovania. Tento zásah do metodiky pozorovania päť rokov pred ukončením normálového obdobia 1961-1990 sťažoval vyhodnotenie napozorovaných údajov. Pozorovanie lesných drevín sa po zmene metodiky viazalo na semenné lesné porasty a zmenili sa aj lokality, na ktorých boli tieto lesné dreviny pozorované, čiže ho-

mogenita pozorování bola výrazne narušená. Preto sa v prípade lesných drevín odporúča hodnotiť len obdobie 1961-1985 (Braslavská 1996).

### Metódy spracovania údajov

V tejto práci sa využili údaje z fenologickej a meteorologickej staničnej siete Slovenského hydrometeorologického ústavu Bratislava. Spracované boli údaje zo 75 fenologických staníc za obdobie 1961-1985. Tieto stanice sú rovnomerne rozmiestnené po celom území Slovenska, a to v nadmorských výškach od 108 m do 850 m nad morom.

K jednotlivým fenologickým staniciam a jednotlivým rokom boli priradené príslušné meteorologické údaje. Získaný fenologický a klimatologický materiál bol potom štatisticky spracovaný. S ohľadom na priebeh nástupu fenologických fáz prvé kvety a prvé listy v závislosti od zemepisnej dĺžky a nadmorskej výšky, vypočítali sme ich fenologické gradienty. Nástup oboch sledovaných fenologických fáz lipy malolistej na Slovensku sme vyjadrili v mapovom spracovaní. Pokúsili sme sa aj o vyjadrenie závislosti (podľa lineárnej korelácie) medzi fenologickými charakteristikami (nástup prvých listov, nástup prvých kvetov lipy malolistej) a klimatickými charakteristikami (nástup priemernej dennej teploty vzduchu 10°C a viac, resp. 15°C a viac). Nástupy priemerných denných teplôt vzduchu 10°C a viac (resp. 15°C a viac) sme zistili podľa kľzavého priemeru 7 dní; počíta sa prostredný dátum toho sedem dňového intervalu, ktorý má ako prvý priemernú dennú teplotu vzduchu z týchto siedmich dní rovnú alebo väčšiu ako 10°C (resp. 15°C) v danom roku.

### Výsledky

Pre fenologické javy, ich nástup a priebeh, má dôležitý význam geografická poloha. Z geografickej polohy sa v prípade Slovenska uplatňuje najmä zemepisná dĺžka a vzhľadom na veľkú vertikálnu členitosť územia Slovenska aj jej nadmorská výška. Naopak, vzhľadom na relatívne malú vzdialenosť medzi najsevernejším a najjužnejším miestom v SR je vplyv zemepisnej šírky pomerne malý. Vplyv zemepisnej dĺžky na postup fenologických fáz vyjadrujú hodnoty horizontálnych gradientov postupu fenologických fáz na 1° zemepisnej dĺžky. Vychádzali sme z údajov pre západnú

oblasť s nadmorskou výškou do 300 m nad morom a východnú oblasť s nadmorskou výškou do 300 m nad morom. Hranica medzi nimi je odvodená z Končekovej mapy č. 42 „Klimatické oblasti“ (Atlas SSR, 1980). Vypočítali sme priemernú zemepisnú dĺžku pre obe oblasti (z jednotlivých staníc, ktoré ležia v týchto oblastiach). Priemerné nástupy prvých kvetov a prvých listov sme redukovali na rovnakú nadmorskú výšku podľa príslušného vertikálneho výškového gradientu. Tým sa vylúčil vplyv členitosti územia na fenologické údaje. Z rozdielu priemerných zemepisných dĺžok oboch oblastí a z rozdielu uvedených priemerných nástupov oboch oblastí sme odvodili nástup týchto fáz na 1° zemepisnej dĺžky. Hodnota horizontálneho gradientu nástupu prvých listov lipy malolistej je 1,38 dní na 1° zemepisnej dĺžky a prvých kvetov je 0,75 dní na 1° zemepisnej dĺžky (v smere od západu na východ). Predlžovanie zimy východným smerom zadržuje v skoršom jarnom období postup fenologických fáz. S postupným pribúdaním jarných a letných dní (pri rýchlejšom vzostupe teploty vzduchu charakteristickom pre kontinentálnu klímu východnej oblasti) znižuje sa teplotný náskok medzi Podunajskou a Východoslovenskou nížinou zo skoršieho jarného obdobia. V lete pri silnom prehriatí našich nížin fenologické fázy v nich nastupujú takmer súčasne.

Vplyv nadmorskej výšky sa prejavuje predovšetkým vo vertikálnej zmene klimatických prvkov, pričom najväčší význam z fenologického hľadiska má ubúdanie teploty vzduchu s výškou. Priemerný nástup fenologických fáz prvé listy a prvé kvety lipy malolistej za obdobie 1961-1985 v závislosti od nadmorskej výšky vidieť na obr. 1 a 2. Vertikálny výškový gradient prvých listov lipy malolistej na Slovensku v tomto období je 3,68 dní na 100 m a prvých kvetov je 4,10 dní na 100 m.

Prvé listy lipy malolistej v období 1961-1985 na Slovensku priemerne nastupujú najskôr na Podunajskej nížine a Borskej nížine, a to v Devínskej Novej Vsi 13.4., v Šali 14.4., v Bušinciach 17.4., v Kravanoch nad Dunajom 18.4. a v Kráľovej pri Senci 18.4. Postupne nastupujú prvé listy ďalej v Juhoslovenskej kotline, Východoslovenskej nížine, v kotlinách a vyšších polohách. Najneskorší priemerný nástup prvých listov je v Mútnom a v Pohorelej 19.5., Zázrivej 15.5.,

v Beuši-Filipove 14.5., v Kežmarku, Lechnici a v Starej Ľubovni 12.5. (obr. 3). Prvé kvety lipy malolistej v období 1961-1985 na Slovensku priemerne nastupujú najskôr na Podunajskej nížine, Borskej nížine a Východoslovenskej nížine, a to do 17. júna (obr. 4). Najskorší priemerný nástup prvých kvetov je u fenologickej stanice Devínska Nová Ves 7.6., Kráľová pri Senci 10.6., Kravany nad Dunajom 13.6., Šaľa 13.6., Adamovské Kochanovce 13.6. a Malá Tŕňa 14.6. S rastom nadmorskej výšky sa nástup prvých kvetov postupne oneskoruje. Ako posledné nastupujú prvé kvety lipy malolistej na fenologických staniach Mutné 24.7., Tatranská Lomnica 16.7., Poprad-letisko 16.7., Zázrivá 13.7. a Tvrdošín 12.7. Absolútne najskorší nástupný termín prvých kvetov lipy malolistej na Slovensku v r. 1961-1985 bol dosiahnutý 23.5. 1981 v Šali a najneskorší bol dosiahnutý 16.8.1978 v Mútnom. Najmenší rozdiel medzi najskorším a najneskorším nástupom prvých kvetov v období 1961-1985 je dosiahnutý v Červenici 19 dní a najväčší rozdiel je v Bobrovníku 54 dní.

Okrem určenia priemerných nástupov fenologických fáz sa v súčasnosti hľadajú závislosti medzi fenologickými fázami a ostatnými prírodnými činiteľmi (najmä meteorologickými). Tieto závislosti môžu pomôcť pri prognóze nástupu fenologickej fázy. V tomto príspevku sme určili vzťah medzi nástupným termínom fenologických fáz prvé listy, resp. prvé kvety lipy malolistej a meteorologickými prvkom – nástup priemernej dennej teploty vzduchu 10°C a viac, resp. 15°C a viac, za obdobie 1961-1985.

Priemerný nástup priemernej dennej teploty vzduchu 10°C a viac je u Podunajskej nížiny, Borskej nížiny a Ipeľskej kotliny pred 1.4. Na Východoslovenskej nížine nastupuje táto teplota do 6.4. S nadmorskou výškou sa nástup tejto teploty vzduchu oneskoruje o 5,02 dní/100 m. Vo vyšších polohách nastupuje táto teplota po 26.4.

Priemerný nástup priemernej dennej teploty vzduchu 15°C a viac je u východnej časti Podunajskej nížiny a u Východoslovenskej nížiny pred 5.5. Vertikálny výškový gradient nástupu tejto teploty je 4,80 dní/100 m. Vo vyšších polohách nastupuje táto teplota po 30.5.

Konštatujeme, že závislosť prvých kvetov lipy malolistej od nástupu priemernej dennej tep-

loty vzduchu 10°C a viac (podobne aj 15°C z viac) za obdobie 1961-1985 je u väčšiny staníc mierna až nízka. Výnimku tvorí napr. Banský Studenec, kde je závislosť medzi nástupom prvých kvetov lipy malolistej od nástupu priemernej dennej teploty vzduchu 10°C a viac v období 1961-1985 významná (koeficient korelácie  $R=0,60$ ) (obr. 5), podobne aj napr. Brusno-Hronov, kde je závislosť medzi nástupom prvých kvetov lipy malolistej od nástupu priemernej dennej teploty vzduchu 15°C a viac v období 1961-1985 tiež významná (koeficient korelácie  $R=0,61$ ) (obr. 6). To, že okrem teplotných pomerov vplyvajú na nástup fenologickej fázy aj svetelné pomery, môže svedčiť to, že napr. kvet lipy malolistej nastupuje na Podunajskej nížine priemerne pred 17. júnom pri priemernej dennej teplote vzduchu 18-19°C. V Popradskej kotline nastupuje v druhej dekáde júla pri teplote 15-16°C. Vo vyšších polohách nastupuje kvet lipy malolistej teda pri nižších teplotách ako v nižších polohách. Nižšia teplota je tu kompenzovaná väčšou dĺžkou dňa, ktorý je v čase nástupu prvých kvetov vo vyšších polohách, než je dĺžka dňa v čase nástupu prvých kvetov v nižších polohách.

### Záver a diskusia

Významnú úlohu pri nástupe fenologických fáz na Slovensku má pri geografickej polohe najmä nadmorská výška, ako to potvrdzujú aj výsledky získané pri štúdiu nástupu prvých listov a prvých kvetov lipy malolistej v období 1961-1985. S rastom tejto nadmorskej výšky dochádza aj k významnému časovému posunu nástupu týchto fenologických fáz do neskoršieho obdobia.

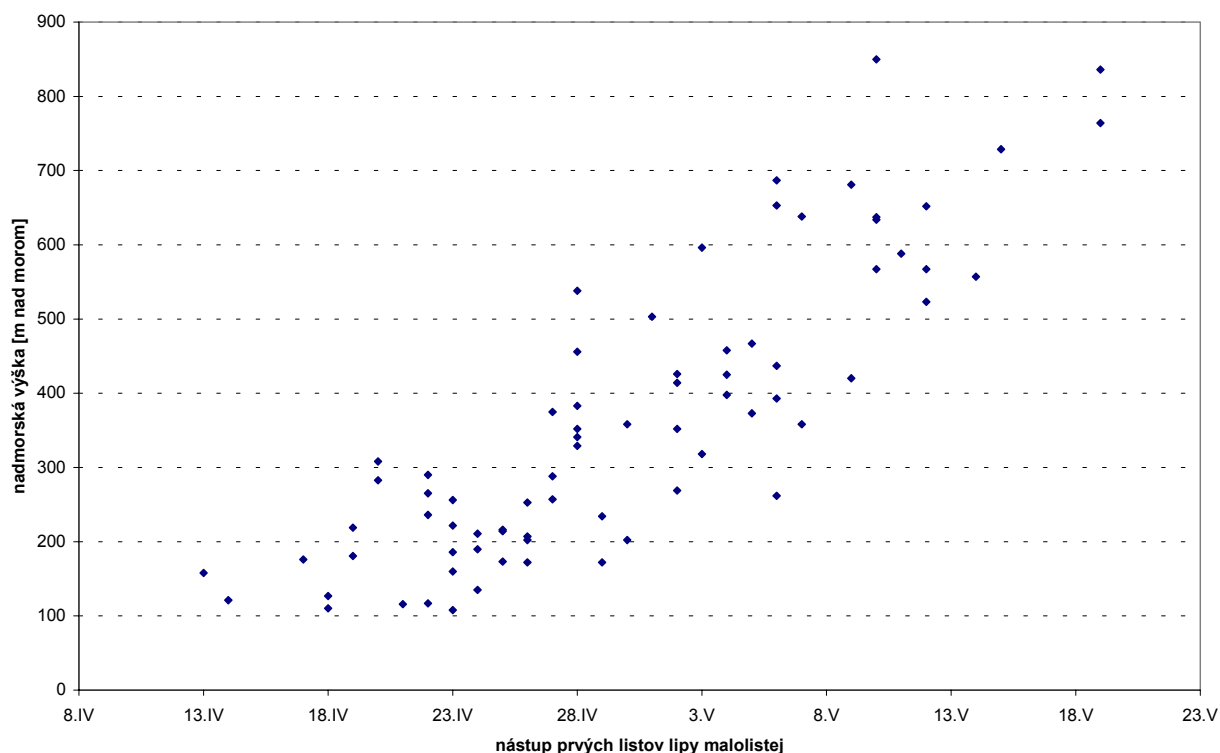
Výsledky tiež potvrdzujú oceánskejší charakter Podunajskej nížiny v porovnaní s kontinentálnejšou Východoslovenskou nížinou. V jarnom období sa to prejavuje skorším nástupom fenologických fáz v západnej časti Slovenska (ako to môžeme vidieť aj pri nástupe prvých listov lipy malolistej), kým v letnom období (v čase nástupu prvých kvetov lipy malolistej) je tento nástup na oboch nížinách už približne rovnaký.

S geografickou polohou súvisí rozmiestnenie teploty vzduchu a atmosférických zrážok v krajine. Teplotné pomery významnou mierou ovplyvňujú nástup fenologických javov. Nami zvolené kritérium nástupu priemerných denných teplôt vzduchu 10°C a viac, resp.

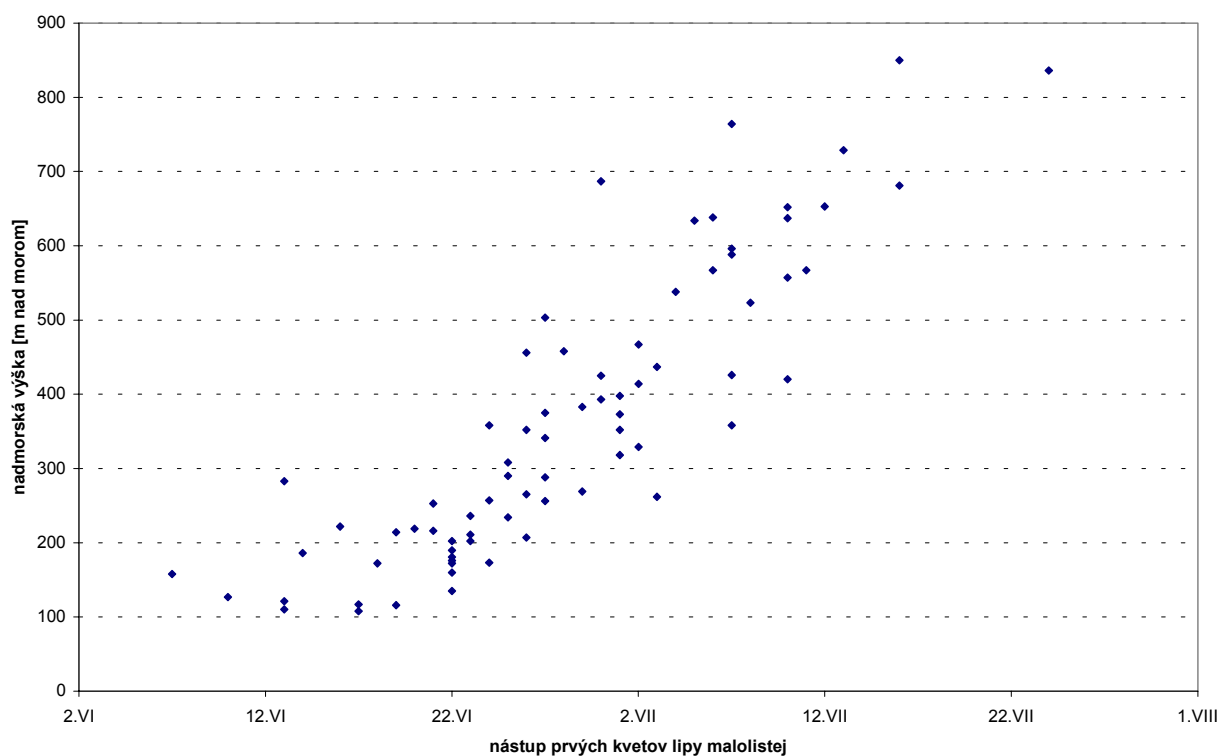
15°C a viac, nepreukázalo významnejší vzťah k nástupu prvých listov, resp. prvých kvetov lipy malolistej v období 1961-1985 na Slovensku. Preto bude treba nájsť iné vyjadrenie teplotnej charakteristiky, ktoré by tento vzťah lepšie vyjadrilo. Braslavská a kol. (1996) použili na vyjadrenie teploty vzduchu sumu kumulovanej kladnej priemernej mesačnej teploty vzduchu v danom roku, pričom počítali od marca do hlavného mesiaca kvitnutia daného druhu. Koeficient korelácie medzi takto vyjadrenou teplotou vzduchu a začiatkom kvitnutia hodnotených druhov rastlín je významný (koeficient korelácie sa pohybuje v rozmedzí od -0,49 do -0,79). Možno bude vhodné použiť aj nejakú komplexnejšiu cha-

rakteristiku, kde by boli zahrnuté aj niektoré iné meteorologické prvky, ktoré majú vplyv na fenologické javy, ako napr. vlhkosť pôdy, zrážky, a pod., prípadne treba uvažovať aj nad niektorými nemeteorologickými faktormi.

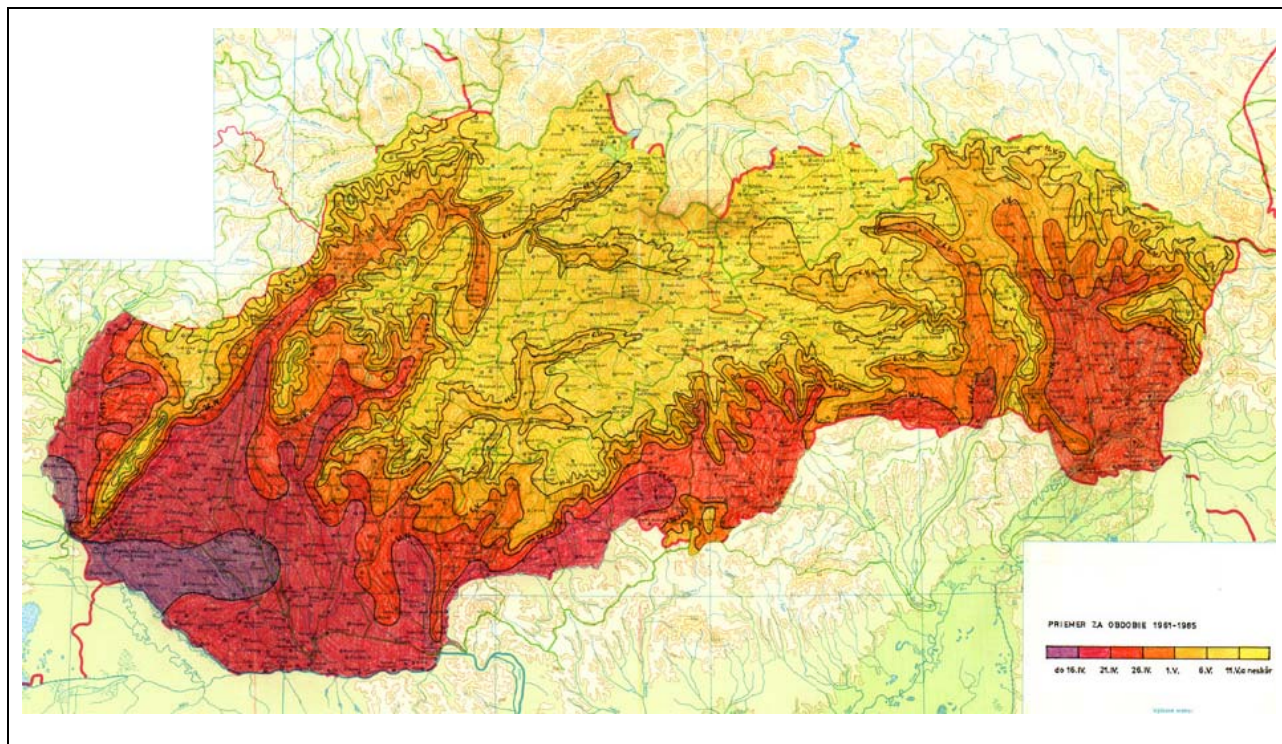
Prognózovaný rast teploty vzduchu v 21. storočí na Slovensku pravdepodobne ovplyvní aj nástup prvých listov a prvých kvetov lipy malolistej na Slovensku. V budúcnosti by sme chceli urobiť podobné zhodnotenie nástupu prvých kvetov a prvých listov lipy malolistej na Slovensku z najnovšieho obdobia a dosiahnuté výsledky vzájomne porovnať, pokiaľ to bude, vzhľadom na zmenenú metódu, možné.



Obr. 1 Priemerný nástup prvých listov lipy malolistej na Slovensku za obdobie 1961-1985 v závislosti od nadmorskej výšky.

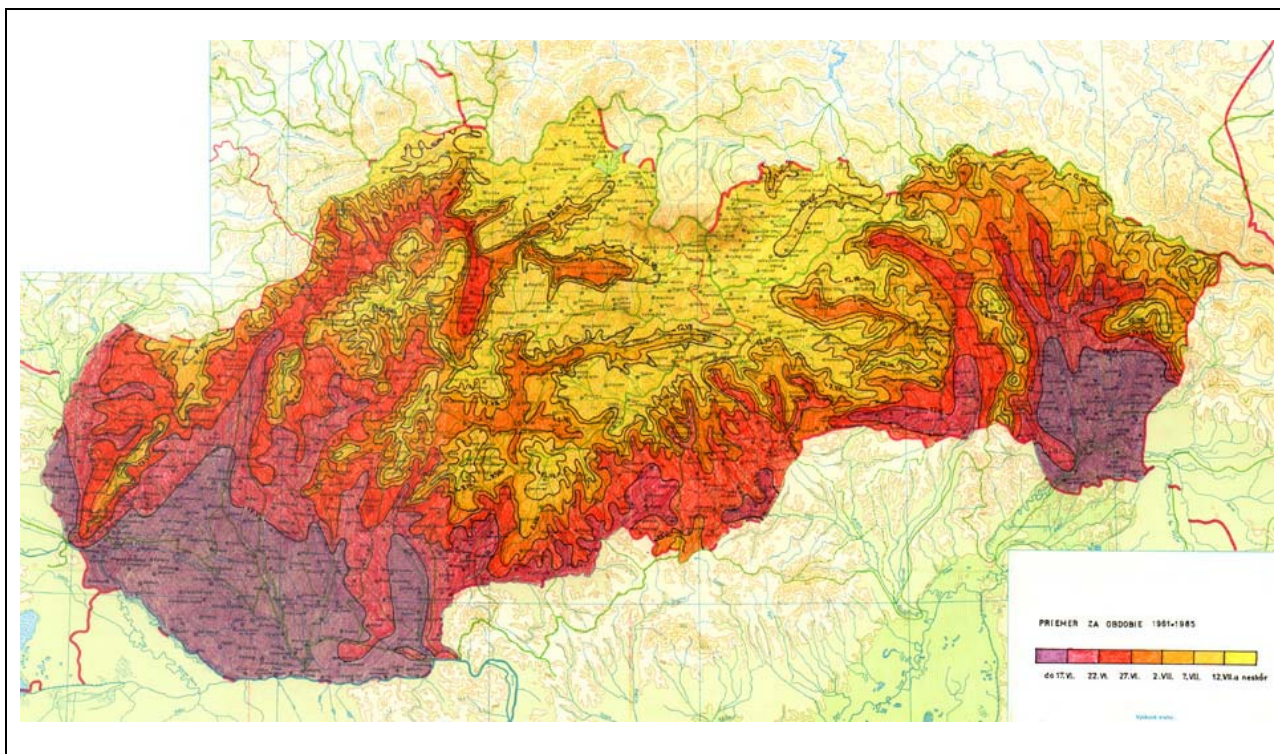


Obr. 2 Priemerný nástup prvých kvetov lípy malolistej na Slovensku za obdobie 1961-1985 v závislosti od nadmorskej výšky.

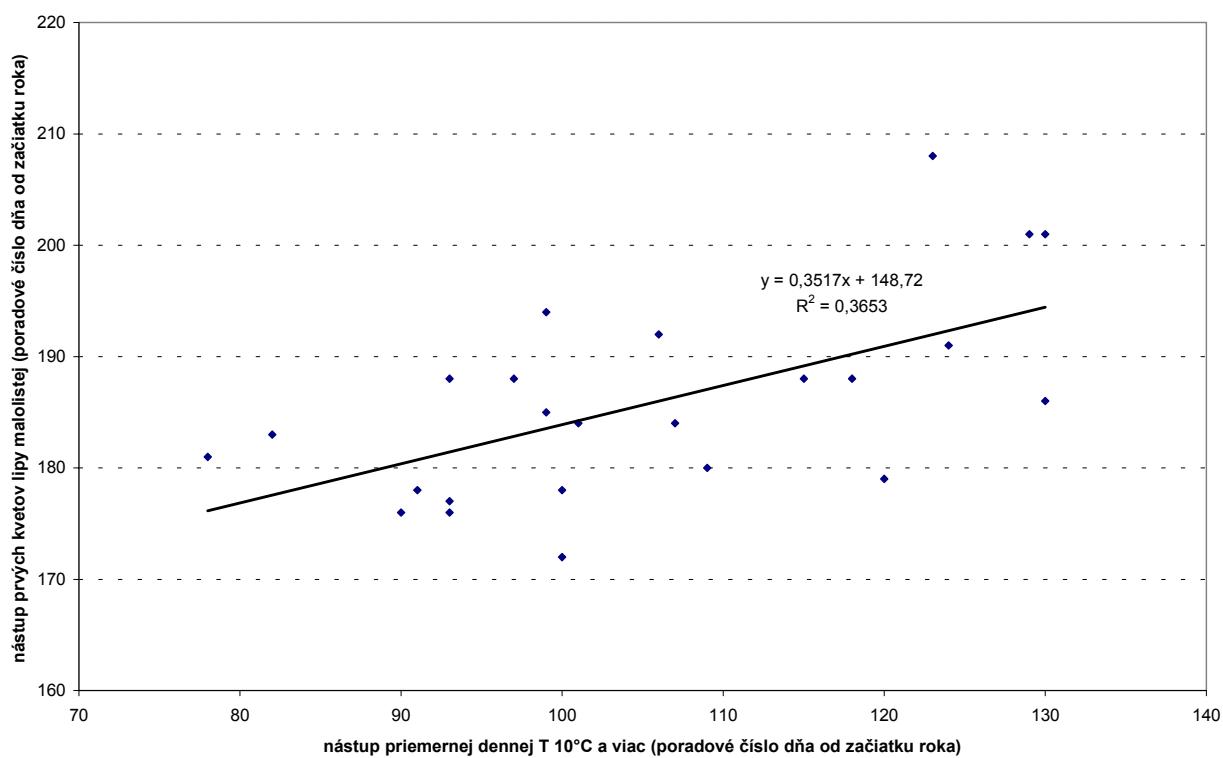


Obr. 3 Nástup prvých listov lípy malolistej (*Tilia cordata*) na Slovensku v r. 1961-1985

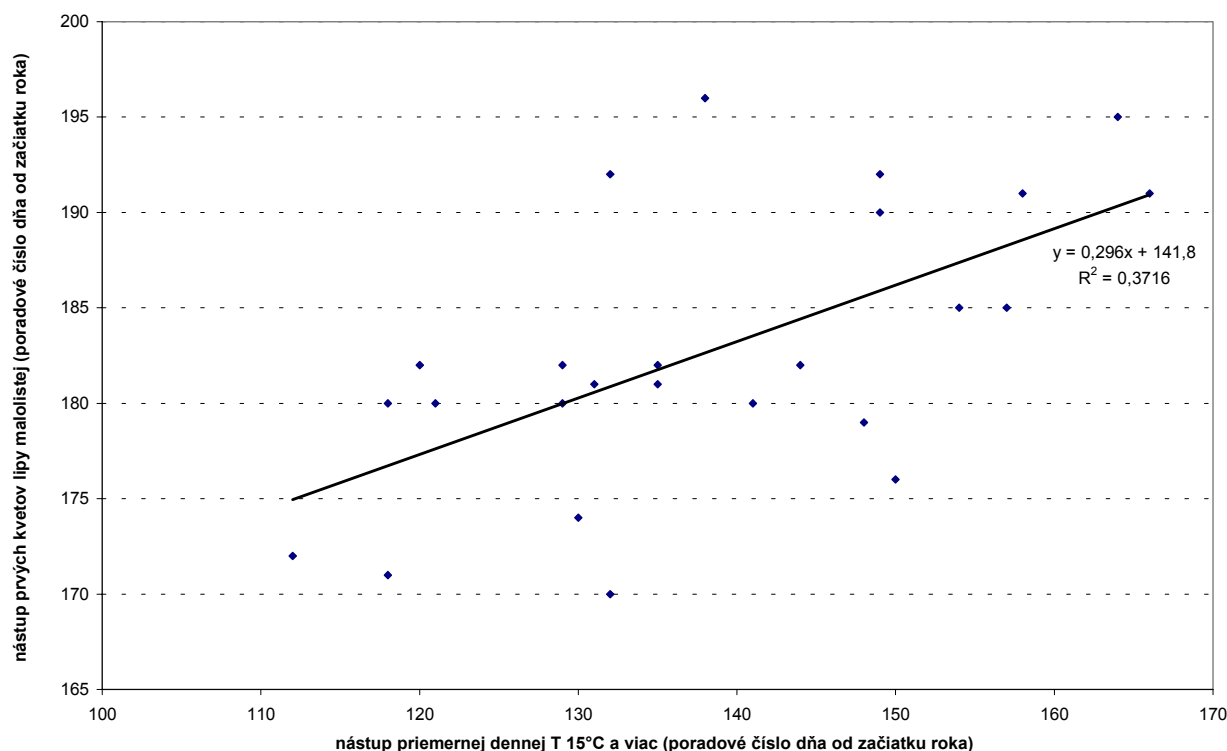




Obr. 4 Nástup prvých kvetov lipy malolistej (*Tilia cordata*) na Slovensku v r. 1961-1985



Obr. 5. Závislosť nástupu prvých kvetov lipy malolistej od nástupu priemernej dennej teploty vzduchu 10°C a viac za obdobie 1961-1985 na stanici Banský Studenec.



Obr. 6. Závislosť nástupu prvých kvetov lipy malolistej od nástupu priemernej dennej teploty vzduchu 15°C a viac za obdobie 1961-1985 na stanici Brusno-Hronov.

### PodĎakovanie.

Výsledky projektu VEGA, č. 1/1042/04 (Grantová agentúra SR), ako aj údaje SHMÚ Bratislava boli využité v tomto príspevku. Autor ďakuje za poskytnutie podkladov. Ďakujem tiež pracovníkom SHMÚ Bratislava za pomoc pri príprave fenologických a meteorologických údajov a tiež ďakujem kolegovi dr. M.Kremlerovi za pomoc pri prenose fenologických máp do elektronickej podoby.

### Literatúra

- Atlas SSR (1980). SAV, Bratislava.
- Braslavská, O. (1996): Zhodnotenie nástupu vybraných fenologických fáz niektorých ovocných a lesných drevín na Slovensku (obdobie 1961-1985, resp. 1990). Zborník prác SHMÚ, Bratislava, Zv. 38, 137-229.
- Braslavská, O., Nekovář, J. (2002): Course and Tendencies of Winter Wheat and Spring Barley Phenological Phases in the Slovak and Czech Republics. Meteorologický časopis, 5, 2, 13-20.
- Braslavská, O., Borsányi, P., Ševčovičová, Z. (1996): Analýza nástupu fenologických fáz rastlín v Sučanoch v závislosti od zmien teploty vzduchu. Národný klimatický program SR, 4, MŽP SR, SHMÚ, Bratislava, 75-90.
- Dunajský, E. (1996): Zhodnotenie nástupu fenologických fáz vybraných poľnohospodárskych plodín na Slovensku (obdobie 1961-1990). Zborník prác SHMÚ, Bratislava, Zv. 38, 9-135.
- Dunajský, E., Handžák, Š., Dunajská, J. (2001): Fenologické pomery Moldavy nad Bodvou. Bulletin Slovenskej bioklimatologickej spoločnosti pri SAV v Bratislave, Štúdia XVIII, roč. XV, 46p.
- Kol. (1966): Klimatické a fenologické pomery VSK. HMÚ, Praha.
- Kol. (1968): Klimatické a fenologické pomery ZSK. HMÚ, Praha.



- Kol. (1972): Klimatické a fenologické pomery SSK. HMÚ, Bratislava.
- Kurpelová, M. (1963): Fenologická charakteristika vysoko položených kotlín Slovenska. Geografický časopis, XV, č.4.
- Kurpelová, M. (1969): Fenologickogeografická regionalizácia územia Slovenska so zreteľom na dĺžkovo-horizontálne zmeny fenologických javov. Geografický časopis, XXI, č. 1.
- Kurpelová, M. (1979): Vzťahy fenologických javov a meteorologických charakteristík v matematicko-štatistickom spracovaní. Meteorologické zprávy, 32, č.5.
- Kurpelová, M. (1980): Analýza vzťahov fenologických javov ako základ fenologických prognóz. Zborník prác HMÚ v Bratislave, zv. 16.
- Luknárová, V., Braslavská, O. (1999): Flowering variability of the most important spring producers of Allergenic pollen in Slovakia. Meteorological Journal, 2, 21-28.
- Pagan, J., Randuška, D. (1987): Atlas drevín 1. Obzor, Bratislava.
- Schwartz, M. D. (1994): Monitoring global change with phenology: the case of the spring green wave. Int.J.Biometeorol., 38, Springer-Verlag, 18-22.
- Svitáková, Z., Kott, I., Nekovář, J. (2005): Fenologická data za posledných 150 let. Zborník z XV. Československej bioklimatologickej konferencie Křtiny 12.-14.9.2005. CD-ROM, ISBN 80-86690-31-08.
- Škvareninová, J. (2005): Zhodnotenie fenologických fáz niektorých listnatých drevín. Zborník z XV. Československej bioklimatologickej konferencie Křtiny 12.-14.9.2005. CD-ROM, ISBN 80-86690-31-08.

**Kontaktná adresa: RNDr. Marián Melo, PhD.**, Oddelenie meteorológie a klimatológie, KAFZM FMFI UK, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava, e-mail: [melo@fmph.uniba.sk](mailto:melo@fmph.uniba.sk)