

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE  
FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO INŽINIERSTVA  
Katedra biotechniky parkových a krajinných úprav

**Zhodnotenie introducentov východoázijskej dendroflóry z hľadiska  
adaptability v podmienkach Arboréta Mlyňany SAV**

Autoreferát dizertačnej práce  
na získanie vedecko-akademického titulu „philosophiae doctor“  
v študijnom odbore 6.1.17 Krajinná a záhradná architektúra

Ing. Peter Hořka

Nitra, 2009

Dizertačná práca bola vypracovaná v externej forme doktorandského štúdia na Katedre biotechniky parkových a krajinných úprav Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Doktorand: Ing. Peter Hořka  
Katedra biotechniky parkových a krajinných úprav  
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vedúci dizertačnej práce: prof. Ing. Pavel Hrubík, DrSc.  
Katedra biotechniky parkových a krajinných úprav  
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Oponenti: doc. Ing. Ľubica Feriancová, PhD.  
Katedra záhradnej a krajinskej architektúry  
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Prof. Ing. Pavol Vreřtiak, CSc.  
Kalinčiakova 3, 953 01 Zlaté Moravce  
doc. Ing. Ivan Lukáčik, CSc.  
Arborétum Borová Hora TU vo Zvolene

Autoreferát bol odoslaný dňa 24.8.2009

Stanovisko k dizertácii vypracovala Katedra biotechniky parkových a krajinných úprav, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, SPU v Nitre

Obhajoba doktorandskej dizertácie sa koná dňa 30.9.2009 o 11.00 h pred komisiou pre obhajobu dizertačných prác vedného odboru 6.1.17 Krajinná a záhradná architektúra na Fakulte záhradníctva a krajinného inžinierstva, SPU v Nitre.

Miesto konania: Botanická záhrada  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

Miestnosť: Knižnica Botanickej záhrady

S dizertačnou prácou sa možno oboznámiť na dekanáte Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva.

Predseda komisie pre obhajoby vo vednom odbore 6.1.17

prof. Ing. Ján Supuka, DrSc.  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

## **Abstrakt**

Dizertačná práca sumarizuje výsledky hodnotenia adaptability deviatich taxónov čínskej dendroflóry introdukovaných z Číny v roku 1960 do podmienok Arboréta Mlyňany SAV. Na základe fenologických pozorovaní v rokoch 1991-1998 a 2004-2007 a meteorologických údajov boli charakterizované obdobia v ročnom cykle spolu so základnými fenofázami. Faktory ako teplota, zrážky a slnečný svit boli vyhodnotené samostatne alebo pri vzájomnom pôsobení v rámci konkrétnej fenofázy alebo obdobia rastliny. Taktiež boli zistené referenčné, kritické, hodnoty mrazových teplôt a slnečného svitu pri nástupe pučania a opadu listov ako faktory ovplyvňujúce nástup a ukončenie vegetačného obdobia taxónu. Na základe získaných výsledkov boli načrtnuté pravdepodobné reakcie, adaptácie, týchto rastlín v jednotlivých obdobiach ročného cyklu na klimatickú zmenu ako výraz ich fenotypovej plasticity.

**Kľúčové slová:** FENOLÓGIA. ČÍNSKE TAXÓNY. ADAPTÁCIA. FENOTYPOVÁ PLASTICITA.

## **Abstract**

This PhD thesis summarizes results of adaptability evaluation of nine Chinese dendrotaxa introduced from China into the conditions of the Arboretum Mlyňany SAS in 1960. Phenological observations taken during 1991-1998 and 2004-2007 as well as the meteorological data collected were used to describe the annual cycle periods and the basic daily sunshine of evaluated dendrotaxa. Ecological factors including temperature, precipitation and photoperiod were evaluated independently or together during chosen phenophases or periods. The critical values of daily sunshine and frost thresholds were calculated for the leaf unfolding phenophase and the leaf fall phenophase as factors influencing the outset and the end of the growing season. On the basis of results obtained, possible responds and adaptations of evaluated dendrotaxa on climatic change in chosen periods of year cycle were outlined as the expression of their phenotypic plasticity.

**Key words:** PHENOLOGY. CHINESE TAXA. ADAPTATION. PHENOTYPIC PLASTICITY

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	5
<b>2 Cieľ práce</b> .....	5
<b>3 Materiál a metódy</b> .....	6
<b>3.1 Lokalizácia pokusu</b> .....	6
<b>3.2 Analyzované taxóny</b> .....	6
<b>3.3 Klimatologická charakteristika sledovaného obdobia</b> .....	8
<b>3.4 Fenológia sledovaných taxónov</b> .....	8
<b>3.5 Fenotypová plasticita sledovaných taxónov</b> .....	9
3.5.1 Vplyv teploty na nástup a priebeh fenofáz.....	9
3.5.2 Vplyv zrážok a vplyv slnečného svitu na nástup a priebeh fenofáz.....	10
<b>4 Výsledky</b> .....	10
<b>4.1 Javory (<i>Acer sp.</i>)</b> .....	10
4.1.1 Obdobie pučania.....	10
4.1.2 Obdobie kvitnutia.....	11
4.1.3 Obdobie dozrievania plodov.....	11
4.1.4 Obdobie prefarbovania listov.....	11
4.1.5 Obdobie opadu listov.....	12
<b>4.2 Bršleny (<i>Euonymus sp.</i>)</b> .....	12
4.2.1 Obdobie pučania.....	12
4.2.2 Obdobie kvitnutia.....	13
4.2.3 Obdobie dozrievania plodov.....	13
4.2.4 Obdobie prefarbovania listov.....	14
4.2.5 Obdobie opadu listov.....	14
<b>4.3 Magnólie (<i>Magnolia sp.</i>)</b> .....	15
4.3.1 Obdobie pučania.....	15
4.3.2 Obdobie kvitnutia.....	15
4.3.3 Obdobie dozrievania plodov.....	16
4.3.4 Obdobie prefarbovania listov.....	16
4.3.5 Obdobie opadu listov.....	17
<b>4.4 Tavoľníky (<i>Spiraea sp.</i>)</b> .....	17
4.4.1 Obdobie pučania.....	17
4.4.2 Obdobie kvitnutia.....	18
4.4.3 Obdobie dozrievania plodov.....	18
4.4.4 Obdobie prefarbovania listov.....	19
4.4.5 Obdobie opadu listov.....	19
<b>5 Záver</b> .....	20
<b>6 Návrh na využitie výsledkov</b> .....	22
<b>7 Literatúra</b> .....	23
<b>8 Zoznam publikovaných prác autora súvisiacich s riešenou problematikou</b> .....	24

# 1 Úvod

Možnosti využitia introdukovaných drevín vo výsadbách verejnej zelene alebo v súkromných záhradách sú veľmi široké a to najmä vďaka ich adaptácii na naše podmienky, ako pozitívnej reakcii v procese ich aklimatizácie. Výsledkom procesu adaptácie je genotypová alebo fenotypová zmena organizmu, ktorá sa môže prejaviť odlišným tvarom alebo spôsobom života.

Introdukované dreviny do Arboréta Mlyňany SAV majú často z dôvodu odlišného pôvodného rozšírenia rozdielnu fenológiu a taktiež možnosti ich naturalizácie v nových podmienkach sú rôzne. Návrhy pre praktické využitie mnohých introdukovaných taxónov v podmienkach Slovenska pri výsadbách do miest a krajiny (BENČAĎ, 1982) boli podporené pozitívnymi výsledkami hodnotenia odolnosti východoázijských druhov (BENČAĎ, 1967).

Dizertačná práca je pokusom zhodnotiť proces adaptácie vybraných taxónov východoázijskej dendroflóry v podmienkach Arboréta Mlyňany SAV a to takmer po 50 rokoch od ich introdukcie, pretože v tu boli vytvorené ideálne podmienky pre sledovanie a zhodnotenie procesu adaptácie cudzokrajných drevín.

Podkladom pre celkové zhodnotenie bola fenológia sledovaných drevín a jej medziročných odlišností ovplyvnených teplotou, fotoperiodizmom a zrážkami, kde sa prejavuje snaha rastlín maximalizovať ich reprodukčné úsilie, pri minimalizovaní rizika poškodenia. Preto je možné fenológiu využiť pri štúdiu stratégii rastlín vedúcich ku adaptabilite k miestnym klimatickým podmienkam. Do procesu adaptácie zasahuje v súčasnosti nastupujúca klimatická zmena. Vzhľadom na zložitosť procesov prebiehajúcich v pletivách drevín sa dá ťažko komplexne na základe čiastkových experimentov hodnotiť nastupujúca klimatická zmena a jej vplyv na ich rast a vývoj. Tieto poskytujú základnú informáciu, ako podklad pre syntézu ucelenejších informácií o raste introdukovaných drevín v špecifických podmienkach geograficky a súčasne mikroklimaticky členeného Slovenska v danom čase a priestore.

## 2 Cieľ práce

Cieľom dizertačnej práce bolo zhodnotenie adaptability vybraných introdukovaných taxónov drevín, u ktorých bol priebežne sledovaný nástup, trvanie a ukončenie jednotlivých fenologických fáz. Adaptabilita bola definovaná

reakciami rastlín na klimatické podnety v priebehu jednotlivých fenofáz, zachytené na Meteorologickom observatóriu v Arboréte Mlyňany SAV.

Ďalšou úlohou bolo zhodnotenie vplyvu meniacich sa klimatických podmienok na rast a fenológiu sledovaných introdukovaných taxónov drevín. Tu sa sledovala reakcia drevín na prípadné predlžovanie vegetačného obdobia, ich reakcia na náhle zmeny teplôt, na sezónny vlahový deficit a pod.

Špecifické vlastnosti taxónov a ich premenlivosť v čase boli cielene sledované pri rodoch, kde boli v pestovaní zastúpené aspoň dva taxóny. Výsledky sú využiteľné ako cenný doplnok k poznaniu biológie cudzokrajných drevín, konkrétnych taxónov, ktoré boli dovezené priamo do podmienok Arboréta Mlyňany SAV za účelom obohatenia pestovaného sortimentu drevín na Slovensku.

### **3 Materiál a metódy**

#### **3.1 Lokalizácia pokusu**

Vyhodnotenie sledovaných taxónov introdukovaných čínskych drevín v Arboréte Mlyňany SAV je príspevkom ku zhodnoteniu ich adaptability. Fenologický záhon, kde všetky sledované taxóny rastú, je umiestnený v severozápadnom okraji parku arboréta, chránený porastom ihličnatých drevín. Taxóny na Fenologickom záhone boli pôvodne vysadené v sponoch 1,5 m x 1,5 m resp. 2 (-3) m x 1,5 m. V súčasnosti, po výpadoch niektorých drevín, tvorí Fenologický záhon heterogénny porast rozdielneho veku a aj rozdielnych vzdialeností medzi vysadenými taxónmi.

#### **3.2 Analyzované taxóny**

Hlavným študijným rastlinným materiálom bolo deväť východoázijských taxónov drevín patriacich ku štyrom rodom: *Acer davidii* subsp. *davidii* FRANCH. (introdukcia 3/64), *Acer davidii* subsp. *grosseri* /PAX/ P. C. DE JONG (introdukcia 891/64), *Magnolia denudata* DESR. (introdukcia 1031/64), *Magnolia liliiflora* DESR. (introdukcia 1033/64), *Magnolia officinalis* var. *biloba* REHD. & WILS. (introdukcia 1034/64), *Euonymus alatus* /THUNB./ SIEB. (introdukcia 963/64), *Euonymus hamiltonianus* WALL. var. *hians* /KOEHNE/ BLAKEL (introdukcia 964/64), *Spiraea thunbergii* SIEB. (introdukcia 2435/64) a *Spiraea japonica* L. f. var. *acuminata* FRANCH. (introdukcia 1898/63).

V práci sa vychádzalo z výsledkov inventarizácie porastov Fenologického záhonu v roku 2003 (HOŤKA, 2004), pri ktorej sa zhodnotili sledované taxóny

podľa vybraných kvantitatívnych znakov. Hodnotila sa výška dreviny v metroch, obvod kmeňa vo výške 1,3 m ( $d_{1,3}$ ) v centimetroch a priemet koruny v metroch.

Tabuľka 1 Rastové parametre sledovaných taxónov rastúcich na Fenologickom záhone v roku 2003

<b>Taxón</b>	<b>Výška (m)</b>	<b>Obvod kmeňa <math>d_{1,3}</math> (cm)</b>	<b>Priemet koruny (m)</b>
<i>Acer davidii</i>	6-8	19	4-6
<i>Acer davidii</i>	6-8	22	4-6
<i>Acer grosseri</i>	7-8	20	1.
<i>Acer grosseri</i>	5-6	12	4-6
<i>Acer grosseri hersii</i>	2,8	13	2-3
<i>Acer grosseri hersii</i>	3,4	13	2-3
<i>Acer grosseri hersii</i>	2	-	1,2
<i>Acer grosseri hersii</i>	6-7	15	4-5
<i>Euonymus alatus</i>	2,1	-	1,8
<i>Euonymus hamiltonianus hians</i>	2,5	6	1,2
<i>Magnolia denudata</i>	10-12	27	6-8
<i>Magnolia denudata</i>	8-10	19	6-8
<i>Magnolia denudata</i>	7-8	15	2-3
<i>Magnolia liliiflora</i>	2,2	-	1
<i>Magnolia officinalis biloba</i>	10-12	42 ( $d_{1,2}$ )	6-8
<i>Spiraea japonica acuminata</i>	<1m	-	Porast cca 25 m <sup>2</sup>
<i>Spiraea thunbergii</i>	1,9	-	2-3
<i>Spiraea thunbergii</i>	1,8	-	3-4

V texte sa pre lepšiu orientáciu označovali názvy drevín skrátené, teda nie ako variety, ale ako druhy, napr. *Euonymus hians* (resp. *E. hians* ) a takisto sa vynechali mená autorov botanických názvov taxónov.

### 3.3 Klimatologická charakteristika sledovaného obdobia

Zhodnotenie zistených meteorologických údajov na Meteorologickom observatóriu Arboréta Mlyňany SAV, charakteristiky jednotlivých vegetačných období a zím, bolo súčasťou prípravných prác pre zhodnotenie fenológie vybraných taxónov drevín. V rámci vegetačných období sa hodnotili charakteristiky Veľkého vegetačného obdobia (VVO), Hlavného vegetačného obdobia (HVO) a Vegetačného leta (VL). Stanovilo sa obdobie trvania bezmrazového obdobia (BO) a takisto kritériá trvania, resp. tuhosti zimy a pod. (Nosek, 1972 in ŠIŠKA et ČIMO, 2006). Definoval sa počet ľadových dní, počet dní letných a počet dní tropických. Podľa absolútnych denných teplotných miním bol definovaný počet dní mrazových. Samozrejme, pre nástup a trvanie jednotlivých fenofáz boli zhodnotené hodnoty priemerných teplôt, maximálnych teplôt a minimálnych teplôt vzduchu v 2,0 m nad zemou za definované obdobia resp. fenofázy, ako prvotných údajov pre zhodnotenie vplyvu teploty.

Úhrn zrážok v mm sa zhodnotil na úrovni rozdelenia a množstva zrážok pre jednotlivé roky, mesiace a fenofázy. Zhodnotil sa počet dní so zrážkami 1,0 mm a viac, počet dní so zrážkami 5,0 mm a viac a počet dní so zrážkami 10,0 mm a viac. Podobne pre zhodnotenie adaptability sa pre sledované intervaly využili údaje zisteného slnečného svitu v hodinách (S).

### 3.4 Fenológia sledovaných taxónov

Fenologické pozorovania, uskutočnené v rokoch 1991-1998 (Tomašková) a v rokoch 2004-2007 (Hořka) slúžili pre hodnotenie ročných fenologických cyklov sledovaných taxónov, kde sa vychádzalo z metodiky Medzinárodných fenologických záhrad (IPG- Working Group of International Phenological Gardens) (CHMIELEWSKI et al., 2002), ktorá sa rozšírila o pomocné fenofázy (Začiatok pučania, Koniec pučania, Koniec kvitnutia, Začiatok dozrievania, Začiatok opadu listov), pričom sa pre identifikáciu sledovaných fenofáz použili skratky v slovenčine:

- a. Fenofáza Začiatok pučania (ZP), stav nasledujúci po zväčšení pupeňov, začiatok otvárania pupeňov, po objavenie sa prvých listov
- b. Fenofáza Pučanie (P), otvorenie pupeňov, objavenie sa prvých listov v ružici
- c. Fenofáza Koniec pučania (KP), po následný začiatok predlžovania nového výhonku
- d. Fenofáza Začiatok kvitnutia (ZKV), rozkvitnutých 10-15 % kvetov



- e. Fenofáza Plné kvitnutie (KV), rozkvitnutých 40-60 % kvetov
- f. Fenofáza Koniec kvitnutia (KKV), odkvitnutých 30-40 % kvetov
- g. Fenofáza Začiatok dozrievania (ZDOZ), zmena farby plodov
- h. Fenofáza Dozrievanie (DOZ), plody vyfarbené, predpoklad dozretých aspoň 60 % plodov, resp. semená so zrelým (vyfarbeným) osemením, pri magnóliách objavenie sa prvých semien
- i. Fenofáza Začiatok prefarbovania listov (ZPREF), vyfarbených 10-30 % listov
- j. Fenofáza Prefarbovanie listov (PREF), vyfarbených 50 -60 % listov
- k. Fenofáza Začiatok opadu listov (ZOP), opad 15-20 % listov
- l. Fenofáza Opad listov (OP), opad 60-70 % listov

### 3.5 Fenotypová plasticita sledovaných taxónov

#### 3.5.1 Vplyv teploty na nástup a priebeh fenofáz

Pre každý zistený termín vybranej fenofázy v jednotlivých sledovaných rokoch (1991-1998 a 2004-2007) sa zistili referenčné hodnoty počítané z priemerných denných teplôt ( $T_{\text{priem}}$ ), z maximálnych denných teplôt ( $T_{\text{max}}$ ) a minimálnych denných teplôt ( $T_{\text{min}}$ ). Tieto hodnoty sa ďalej využívali pri prepočtoch závislostí nástupu, priebehu a ukončenia fenofáz od daných teplôt ( $T_{\text{priem}}$ ,  $T_{\text{max}}$ ,  $T_{\text{min}}$ ) od začiatku roka ( $T_{\text{priemZR}}$ ,  $T_{\text{maxZR}}$ ,  $T_{\text{minZR}}$ ), alebo od začiatku konkrétneho mesiaca (napr.  $T_{\text{priemIII-}}$ ,  $T_{\text{maxVII-}}$ ,  $T_{\text{minIX-}}$ ).

Taktiež sa vypočítala suma efektívnych teplôt ( $\Sigma T_{\text{ef}}$ ) pre nástup a priebeh každej fenofázy u sledovaného taxónu. Efektívne teploty (v °C, ŠPÁNIK a MEČIAR, 1988). Sumy efektívnych teplôt potrebné pre nástup fenofáz Začiatok dozrievania plodov (ZDOZ), Začiatok prefarbovania listov (ZPREF) a Začiatok opadu listov (ZOP) sa počítali ako rozdiely sumy efektívnych teplôt ( $\Sigma T_{\text{ef}}$ ). Určili sa tiež hodnoty sumy efektívnej teploty ( $\Sigma T_{\text{ef}}$ ) v rámci jednotlivých období počas vegetačného obdobia.

Zistením najnižšej minimálnej dennej teploty v období rizika výskytu mrazu a to v období pučania a v období opadu listov ( $T^*$ ) sa zhodnotil vplyv mrazov. Obdobie ohrozenia mrazmi pre fenofázu Pučanie resp. fenofázu Začiatok pučania bolo dané ako obdobie piatich dní pred a po nástupe fenofázy Pučanie resp. fenofázy Začiatok pučania. Podobne perióda piatich dní pred a po nástupe fenofázy Opad listov resp. Začiatok opadu listov bola použitá pre zhodnotenie obdobia ohrozenia mrazmi pre fenofázu Opad listov resp. Začiatok opadu listov. Ak hodnota  $T^*$  je menšia ako 0 °C, hrozí riziko poškodenia mrazom. Hodnoty  $T^*$

pri nástupoch daných fenofáz poukazujú na najnižšie teploty, pri ktorých daný taxón vegetuje (KRAMER, 1996).

### 3.5.2 Vplyv zrážok a vplyv slnečného svitu na nástup a priebeh fenofáz

Podobne ako pri zhodnotení vplyvu efektívnych teplôt sa zistili sumy zrážok ( $\Sigma Z$ ) a sumy slnečného svitu v hodinách ( $\Sigma S$ ) pri nástupe konkrétnej fenofázy a hodnoty úhrnov zrážok (v mm) a hodnoty sumy slnečného svitu počas konkrétneho obdobia.

Pre zhodnotenie vplyvu fotoperiódou pre nástup fenofázy Začiatok pučania resp. fenofázy Pučanie sa sumarizovala dĺžka dňa od 1. Novembra po termín nástupu fenofázy Začiatok Pučania resp. fenofázy Pučanie. Pre zhodnotenie vplyvu fotoperiódou pre nástup fenofázy Začiatok opadu listov sa sumarizovala dĺžka dňa od 1. Mája po termín nástupu fenofázy Začiatok opadu listov resp. fenofázy Opad listov (KRAMER, 1996).

## 4 Výsledky

### 4.1 Javory (*Acer* sp.)

#### 4.1.1 Obdobie pučania

Začiatok vegetačného obdobia príbuzných taxónov *A. davidii* a *A. grosseri* bol v sledovanom období charakteristický takmer rovnakými časovými intervalmi nástupu fenofáz v období pučania a približne rovnakou priemernou dĺžkou trvania celého obdobia pučania, 24 dní pri *A. davidii* resp. 26 dní pri *A. grosseri*. Evidentné bolo riziko poškodenia neskorými jarnými mrazmi počas celého obdobia pučania. Podľa zistení je ich fenológia na jar limitovaná teplotami  $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  pri *A. davidii* a  $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  pri *A. grosseri*. Nástup fenofázy Začiatok pučania pri *A. davidii* a *A. grosseri* bol mierne závislý od maximálnych teplôt od marca až po nástup začiatku pučania taxónov. V priemere bolo potrebné pre nástup tejto fenofázy pri *A. davidii* 380,9 hodín slnečného svitu, pri *A. grosseri* 432,6 hodín slnečného svitu.

Pri zhodnotení vzájomného spolupôsobenia klimatologických faktorov na obdobie pučania a jednotlivých fenofáz v rámci tohto obdobia, bol zistený evidentný vplyv sumy slnečného svitu na nástup fenofázy Pučanie u oboch taxónov v zmysle predlžovania nástupu tejto fenofázy a vplyv rozdielov v sume

efektívnych teplôt a to najmä pre dĺžku trvania pučania resp. konca pučania. Vplyv sumy zrážok bol menší.

#### 4.1.2 Obdobie kvitnutia

Kvitnutie oboch taxónov prebehlo v sledovanom období v priemere v takmer rovnakej časovej škále, 11 dní pri *A. davidii*, 12 dní pri *A. grosseri*. Najmä pri *A. davidii* boli pre nástup kvitnutia dominantnými minimálne teploty pôsobiace od konca marca, kedy sa pri nízkych teplotách nástup kvitnutia odďaľoval. Opačný efekt mali vyššie hodnoty maximálnych denných teplôt od apríla, ktoré mali tendenciu skracovať obdobie k nástupu fenofázy.

Vysoká, respektíve veľmi vysoká korelačná závislosť bola zistená pri vplyve sumy efektívnych teplôt a sumy slnečného svitu na priebeh kvitnutia *A. davidii*, pri *A. grosseri* ovplyvňoval najviac obdobie kvitnutia vplyv sumy zrážok a najmä suma slnečného svitu.

#### 4.1.3 Obdobie dozrievania plodov

Obdobie dozrievania plodov malo pri *A. davidii* priemernú dĺžku 48 dní, pri *A. grosseri* 68 dní. Pre fenofázu Dozrievanie plodov boli pri *A. davidii* významné hodnoty minimálnych denných teplôt v mesiacoch júl a august, ich vyššie hodnoty dozrievanie plodov odďaľovali. Pri *A. grosseri* mali popri minimálnych teplotách v mesiacoch júl a august preukazný vplyv aj minimálne teploty tesne pred dozretím, v mesiaci október.

Pri hodnotení vplyvu všetkých sledovaných faktorov na proces dozrievania plodov vidieť pri *A. davidii* veľmi významný vplyv sumy efektívnych teplôt a vysoko významný vplyv sumy slnečného svitu na celý proces dozrievania plodov. Vplyv množstva spadnutých zrážok bol len mierny.

#### 4.1.4 Obdobie prefarbovania listov

Listy pri *A. davidii* v sledovanom období prefarbovali v priemere 36 dní, pri *A. grosseri* priemerne 33 dní. Z hľadiska vplyvu teplôt od júla bol pri *A. davidii* zistený vo fenofáze Začiatok prefarbovania listov vysoko preukazný vplyv vyšších hodnôt priemerných teplôt od augusta v zmysle urýchľovania nástupu tejto fenofázy. Tiež významný bol vplyv maximálnych denných teplôt v auguste a minimálnych teplôt v júli. Pre nástup fenofázy Prefarbovanie listov mali popri minimálnym teplotám od októbra na túto fenofázu významný vplyv aj priemerné

teploty od augusta. Pri *A. grosseri* mali najväčší vplyv na urýchlenie nástupu fenofázy Začiatok prefarbovania listov priemerné a maximálne denné teploty od júla, nástup fenofázy Prefarbovanie listov najevidentnejšie urýchlňovali priemerné teploty od júla a minimálne teploty od augusta.

Sumárne hodnotenie pôsobenia klimatických faktorov v tomto období poukazuje pri *A. davidii* na veľmi výrazný vplyv sumy efektívnych teplôt a sumy slnečného svitu, podobne ako pri *A. grosseri*, u ktorého bolo pôsobenie sumy efektívnych teplôt ešte výraznejšie.

#### 4.1.5 Obdobie opadu listov

V sledovanom období trval opad listov pri *A. davidii* 22 dní, pri *A. grosseri* 32 dní. Odlišnosti v opade listov, ukončenia vegetačného cyklu a vplyv najnižších hodnôt minimálnych teplôt na ich priebeh, pri sledovaných taxónoch javorov, neboli veľmi výrazné. Pre ukončenie vegetačného obdobia je vhodné pre *A. davidii* brať do úvahy teplotu 0,7 °C, pre *A. grosseri* hodnotu 0,4 °C. Čo sa týka limitov sumy slnečného svitu pre opad listov, koniec vegetačného obdobia, pri *A. davidii* bola stanovená suma 1240,5 hodín, pri *A. grosseri* 1219 hodín slnečného svitu. Pre nástup fenofázy Opad listov mali pri *A. davidii* najvýraznejší vplyv hodnoty minimálnych denných teplôt od augusta a výrazný vplyv minimálne teploty od októbra. V prípade *A. grosseri* mali pre skorší nástup fenofázy Opad listov najvýraznejší vplyv priemerné a maximálne teploty od októbra a takisto priemerné teploty od augusta.

Pri hodnotení spolupôsobenia klimatických faktorov na obdobie opadu listov bol zistený veľmi výrazný vplyv sumy slnečného svitu a sumy efektívnych teplôt pri *A. grosseri*. Pri *A. davidii* bol evidovaný veľmi výrazný vplyv sumy zrážok v tomto období.

## 4.2 Bršleny (*Euonymus* sp.)

### 4.2.1 Obdobie pučania

Pri *E. alatus* trvalo toto obdobie v priemere necelé dva týždne, 13 dní, pri *E. hians* v priemere takmer tri týždne, 19 dní. Taxón *E. alatus* unikál poškodeniu mrazmi vo fenofáze Začiatok pučania, priemerná hodnota za celé obdobie bola kladná (0,7 °C), ale vo fenofáze Pučanie bol vystavený záporným hodnotám teplôt. Riziko poškodenia mrazom bolo však evidentnejšie pri *E. hians*, pretože hodnoty záporných minimálnych teplôt boli zistené v každom sledovanom roku vo fenofáze

Začiatok pučania. Vo fenofáze Pučanie spravidla unikal tento taxón záporným teplotám. Teplota definujúca začiatok vegetácie je pri *E. alatus* približne 0,6 °C, pri *E. hians* -0,3 °C. Vplyv slnečného svitu na nástup vegetácie pri *E. alatus* a *E. hians* definujú priemerné hodnoty 489,3 hodín pri *E. alatus*, pri *E. hians* 435,7 hodín slnečného svitu.

Taxón *E. alatus* ovplyvnili v nástupe fenofázy Začiatok pučania najmä hodnoty priemerných denných teplôt od začiatku roka a maximálnymi teplotami v mesiaci apríl, ktorých vyššie hodnoty veľmi preukazne urýchl'ovali nástup tejto fenofázy. Nástup fenofázy Začiatok pučania bol pri *E. hians* mierne ovplyvnený minimálnymi teplotami na začiatku roka, ich vyššie hodnoty podporovali skorší nástup tejto fenofázy.

V období pučania suma efektívnych teplôt veľmi výrazne ovplyvnila *E. alatus* v urýchl'ení nástupu vegetácie, len mierne pôsobila pri *E. hians*. Suma zrážok v období pučania preukazne vplývala na oba sledované taxóny. Pri *E. alatus* vyššia suma zrážok nástup a priebeh pučania výrazne urýchl'ila, pri *E. hians*, naopak, spomalila. Veľmi výrazný vplyv sumy slnečného svitu bol pozorovaný pri oboch taxónoch.

#### 4.2.2 Obdobie kvitnutia

V období kvitnutia dochádzalo pri oboch taxónoch k postupnému vyrovnávaniu časového rozloženia nasledujúcich fenofáz. Pri oboch sledovaných taxónoch bola zistená rovnaká priemerná dĺžka obdobia kvitnutia, 20 dní. Pri *E. alatus* bol zistený vo fenofáze Začiatok kvitnutia výrazne preukazný vplyv maximálnych a priemerných teplôt teplôt v mesiaci máj, ich vyššie hodnoty predĺžili periódu pred nástupom tejto fenofázy. Pri *E. hians* vyššie hodnoty minimálnych teplôt v mesiacoch apríl a máj a taktiež v mesiaci marec nástup fenofázy Začiatok kvitnutia oddialili.

V období kvitnutia boli výrazne ovplyvnené oba sledované taxóny sumou efektívnych teplôt a sumou slnečného svitu. Sumy zrážok preukazne ovplyvnili priebeh kvitnutia pri *E. alatus*, mierne ovplyvnili kvitnutie *E. hians*.

#### 4.2.3 Obdobie dozrievania plodov

Nedostatočné množstvo fenologických dát sťažilo presnejšiu charakteristiku tohto obdobia. Zo získaných údajov sa dá odhadnúť, že obdobie dozrievania plodov *E. alatus* je približne mesiac dlhé, kým pri *E. hians* je toto obdobie omnoho dlhšie, asi 70 dní. Popri minimálnych teplotách v mesiaci august

a júl mali pri *E. alatus* pravdepodobne najvýraznejší vplyv na nástup fenofázy Dozrievanie plodov minimálne teploty v mesiaci august. Vyššie hodnoty preukazne skracovali periódu k nástupu spomínanej fenofázy. V prípade *E. hians* mali najvýraznejší vplyv na túto fenofázu minimálne teploty v mesiaci august a priemerné teploty v mesiaci júl. Pri tomto taxóne zohrali vo fenofáze Dozrievanie plodov dôležitú úlohu teploty v mesiacoch júl, august a september.

V období dozrievania plodov bol pri *E. alatus* preukazný veľmi výrazný vplyv sumy efektívnych teplôt a sumy slnečného svitu. Suma zrážok sa prejavila len mierne. V prípade *E. hians* mala, naopak, najväčší vplyv na fenofázu Dozrievanie plodov suma zrážok a len mierny vplyv mala suma slnečného svitu. Veľmi nepatrný vplyv na rýchlosť dozrievania plodov mali pri tomto taxóne sumy efektívnych teplôt.

#### 4.2.4 Obdobie prefarbovania listov

Kým pri *E. alatus* sa listy prefarbujú veľmi výrazne, pri *E. hians* spôsobuje presné vymedzenie nástupu a trvania tohto obdobia značné komplikácie, pretože listy zvyčajne pred opadom len vyblednú. Obdobie prefarbovania listov *E. alatus* trvalo v priemere 38 dní, pri *E. hians* v priemere 26 dní. Na nástup fenofázy Prefarbovanie listov pri tomto taxóne najviac vplývali maximálne a priemerné teploty v mesiaci júl, ich vyššie hodnoty nástup fenofázy preukazne urýchlili. V prípade *E. hians* skorší nástup fenofázy Prefarbovanie listov urýchlili vyššie teploty v auguste.

V období prefarbovania listov *E. alatus* pôsobili veľmi preukazne hodnoty sumy efektívnych teplôt, sumy zrážok aj sumy slnečného svitu. Pri *E. hians* bol pozorovaný mierny vplyv sumy efektívnych teplôt a sumy zrážok, vplyv sumy slnečného svitu na celkový priebeh obdobia prefarbovania listov bol veľmi malý.

#### 4.2.5 Obdobie opadu listov

Priemerná dĺžka obdobia opadu listov pri *E. alatus* bola 13 dní, pri *E. hians* bola 32 dní. Čo sa týka klimatických charakteristík definujúcich koniec vegetácie, získané dáta poukazujú na hodnoty minimálnych teplôt pre *E. alatus* 1,1 °C a pre *E. hians* -0,9 °C, čo sa týka hodnoty sumy slnečného svitu, v zistenom období charakterizujú obdobie opadu listov hodnoty 1288,9 hodín pri *E. alatus* a 1361,0 pri *E. hians*.

Na priebeh opadu listov vplývala suma efektívnych teplôt veľmi výrazne pri oboch sledovaných taxónoch, viac však pri *E. alatus*. Suma zrážok preukazne

ovplyvnila priebeh opadu listov pri *E. alatus* a iba málo pri *E. hians*. Veľmi výrazne ovplyvnila priebeh opadu listov oboch taxónov suma slnečného svitu.

### 4.3 Magnólie (*Magnolia* sp.)

#### 4.3.1 Obdobie pučania

V sledovanom období trvalo obdobie pučania pri *M. denudata* priemerne 33 dní, pri *M. liliiflora* priemerne 32 dní a pri *M. biloba* priemerne len 9 dní. Zistené hraničné hodnoty teploty definujúce začiatok vegetácie, náchylnosť k poškodeniu neskorými mrazmi a rozdiely v schopnosti rásť pri nízkych teplotách charakterizovali limity vegetácie pri *M. denudata* a *M. biloba* (hodnota teploty  $-1,1$  °C) a *M. liliiflora* ( $-1,4$  °C). Obdobie pučania definuje priemerná hodnota sumy slnečného svitu pri *M. denudata* 459,7 hodín, pri *M. liliiflora* 434,2 hodín a pri *M. biloba* 484,0 hodín slnečného svitu.

Skorosť nástupu fenofázy Začiatok pučania bol pri *M. denudata* ovplyvnený najmä priemernými a minimálnymi dennými teplotami od marca, pri *M. liliiflora* zohrali pre nástup tejto fenofázy významnú úlohu teploty v mesiaci apríl, menšiu ale významnú priemerné teploty v marci. V prípade *M. biloba* mali veľmi významný vplyv priemerné teploty v apríli, výrazné hodnoty minimálnych denných teplôt od začiatku roka nástup tejto fenofázy oddiaľovali.

Pri zhodnotení pôsobenia klimatických faktorov v období pučania sledovaných magnólií sa dá všeobecne konštatovať, že suma efektívnych teplôt mala najväčší vplyv pri *M. biloba*, suma zrážok najviac ovplyvnila priebeh fenofázy pri *M. denudata* a suma hodín slnečného svitu výrazne ovplyvnila toto obdobie pri *M. liliiflora*.

#### 4.3.2 Obdobie kvitnutia

Obdobie kvitnutia pri *M. denudata* trvalo v sledovanom období v priemere 14 dní, pri *M. liliiflora* 21 dní a pri *M. biloba* 17 dní. Pri *M. denudata* mali najvýraznejší vplyv na nástup fenofázy Začiatok kvitnutia priemerné teploty od apríla, taxón *M. liliiflora* bol najviac vo fenofáze Začiatok kvitnutia ovplyvnený priebehom teplôt v mesiaci máj, na mierne spomalenie nástupu tejto fenofázy mali vplyv minimálne teploty v marci. Priemerné a maximálne teploty v marci najviac ovplyvnili nástup fenofázy Začiatok kvitnutia *M. biloba*.

V priebehu obdobia kvitnutia bol pri sledovaných taxónoch magnólií bol zistený veľmi výrazný vplyv slnečného svitu, najmä pri *M. liliiflora* a *M. biloba* a taktiež výrazný vplyv sumy zrážok na priebeh kvitnutia *M. liliiflora*.

#### 4.3.3 Obdobie dozrievania plodov

Obdobie dozrievania plodov *M. denudata* trvalo v priemere 34 dní a pri *M. biloba* 51 dní, dozrievanie *M. liliiflora* bolo v sledovanom období nepravidelné. Vo fenofáze Začiatok dozrievania plodov sa pri *M. denudata* mierne prejavil vplyv minimálnych teplôt od septembra, nástup tejto fenofázy mierne urýchlili najmä dosiahnuté hodnoty priemerných a maximálnych teplôt od augusta. Zo získaných výsledkov je zrejmé, že tento taxón citlivo reagoval najmä na výkyvy teplôt krátko po utvorení plodov. Pri *M. biloba* sa pri nástupe fenofázy Začiatok dozrievania plodov veľmi výrazne prejavili maximálne teploty od júla, ktorých vyššie hodnoty urýchlili nástup tejto fenofázy. Významne sa na skoršom nástupe tejto fenofázy pri tomto taxóne podieľali aj hodnoty minimálnych denných teplôt od júla, od augusta a od septembra.

V priebehu dozrievania plodov bol evidentný výrazný vplyv sumy efektívnych teplôt a sumy slnečného svitu najmä pri *M. biloba*, ale takisto pri *M. denudata*.

#### 4.3.4 Obdobie prefarbovania listov

Pri *M. denudata* trvalo obdobie prefarbovania listov v priemere 25 dní, pri *M. liliiflora* 26 dní a pri *M. biloba* 15 dní. Na nástup fenofázy Prefarbovanie listov pri *M. denudata* mali výrazný vplyv minimálne denné teploty v mesiacoch august a september. V prípade *M. liliiflora*, na nástup fenofázy Prefarbovanie listov mali vplyv najmä minimálne teploty v mesiaci júl a približne rovnako priemerné denné teploty v júli a v auguste. Nástup tejto fenofázy bol pri *M. biloba* urýchlený vyššími hodnotami maximálnych teplôt v auguste, menej priemernými teplotami v auguste a minimálnymi teplotami v októbri.

V období prefarbovania listov sa najviac prejavil vplyv sumy efektívnych teplôt pri *M. denudata*, vplyv sumy zrážok na *M. biloba* a vplyv sumy slnečného svitu na *M. liliiflora*.



### 4.3.5 Obdobie opadu listov

Pri *M. denudata* prebehol opad listov v priemere za 32 dní, pri *M. liliiflora* za 30 dní. Veľmi krátko, v priemere za osem dní, opadávali listy pri *M. biloba*. Minimálne teploty, charakterizujúce limity opadu listov a tým ukončenie vegetácie ( $T^*$ ) preukazne špecifikovali odolnosť *M. biloba* proti poškodeniu nízkymi teplotami a urýchlenu opadu listov. Ukončenie vegetácie definujú minimálne teploty na úrovni  $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  pri *M. denudata*,  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  pri *M. liliiflora* a  $-2,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  pri *M. biloba*. Čo sa týka hodnoty sumy slnečného svitu charakterizujúcu ukončenie vegetácie, obdobie opadu listov, bola zistená hodnota hodnota 1283,7 hodín pri *M. denudata*, 1265,3 hodín pri *M. liliiflora* a 1343,9 hodín pri *M. biloba*. Pri nástupe fenofázy Začiatok opadu listov a fenofázy Opad listov sa najvýraznejšie uplatnili pri *M. denudata* maximálne a priemerné teploty v mesiaci august, výrazný bol vplyv aj minimálnych teplôt v tomto mesiaci. Fenofáza Začiatok opadu listov pri *M. liliiflora* bola veľmi výrazne ovplyvnená minimálnymi teplotami v októbri, kedy sa pri ich zvyšovaní nástup fenofázy oddialil. Podobne ako pri *M. denudata*, aj pri *M. liliiflora* mali podstaný vplyv na urýchlenu nástupu tejto fenofázy vyššie hodnoty maximálnych a minimálnych teplôt v mesiaci august. Fenofáza Opad listov bola pri tomto taxóne najviac ovplyvnený minimálnymi teplotami v mesiaci august a maximálnymi teplotami v októbri, ich zvyšujúce sa hodnoty odďaľovali nástup spomínanej fenofázy. Pri *M. biloba* bol nástup fenofázy Začiatok opadu listov najviac ovplyvnený hodnotami maximálnych teplôt v auguste a minimálnych teplôt v septembri, ich narastajúce hodnoty nástup tejto fenofázy urýchlili. Nízke hodnoty minimálnych teplôt v novembri výrazne urýchlili opad listov.

V priebehu opadu listov bol evidentný vysoko preukazný vplyv sumy slnečného svitu, sumy zrážok a sumy efektívnych teplôt pri *M. denudata*, ale taktiež sumy zrážok a sumy slnečného svitu pri *M. biloba* a *M. liliiflora*.

## 4.4 Tavoľníky (*Spiraea* sp.)

### 4.4.1 Obdobie pučania

Pučanie pri *S. thunbergii* trvalo za sledované obdobie priemerne 19 dní, taxón *S. japonica* bol charakteristický pozvoľným pučaním, priemerná dĺžka tohto obdobia pri tomto taxóne bola 33 dní. Celkovo je možné považovať teplotu  $-3,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ako limit pre obdobie pučania pre *S. thunbergii*, pre *S. japonica* predstavuje tento limit hodnota minimálnej teploty vzduchu  $-2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vplyv fotoperiody na nástup vegetačného obdobia skúmaných taxónov rodu *Spiraea* sp. definovali hodnoty

sumy slnečného svitu 389,4 hodín pri *S. thunbergii*, pri *S. japonica* to bolo 380,4 hodín slnečného svitu.

Na fenofázu Začiatok pučania pri *S. thunbergii* mali najväčší vplyv minimálne teploty v mesiaci marec. Ich vysoké hodnoty nástup fenofázy Začiatok pučania oddiaľovali. Pri *S. japonica* mali na nástup fenofázy Začiatok pučania významný vplyv priemerné a maximálne teploty v mesiaci marec. Vyššie hodnoty týchto teplôt nástup fenofázy paradoxne spomalili.

V období pučania sledovaných taxónov rodu *Spiraea* sp. bol pri *S. thunbergii* zistený najmä veľmi výrazný vplyv sumy slnečného svitu a sumy efektívnych teplôt. V prípade *S. japonica* bol v tomto období evidentný veľmi významný vplyv sumy zrážok a sumy slnečného svitu.

#### 4.4.2 Obdobie kvitnutia

Fenológia kvitnutia je vzhľadom na načasovanie u týchto taxónov rozdielna, ale dĺžka kvitnutia bola podobná, pri *S. thunbergii* v priemere 16 dní, pri *S. japonica* v priemere 17 dní. Nástup fenofázy Začiatok kvitnutia pri *S. thunbergii* ovplyvnili najmä teploty od začiatku roka, veľmi výrazne minimálne teploty a taktiež priemerné teploty. Ich vysoké hodnoty urýchlňovali nástup tejto fenofázy. V prípade *S. japonica* mali značný vplyv na nástup fenofázy Začiatok kvitnutia priemerné a maximálne teploty v mesiaci jún. Vyššie hodnoty týchto teplôt nástup kvitnutia oddialili.

V období kvitnutia sledovaných taxónov tavoločníkov bol zistený výrazne preukazný vplyv sumy efektívnych teplôt a sumy slnečného svitu pri *S. japonica*.

#### 4.4.3 Obdobie dozrievania plodov

Pri *S. thunbergii* dozreli plody zakrátko po ich tvorbe, v priemere za 18 dní, pri *S. japonica* dozrievali pozvoľne, v priemere 35 dní. Pre nástup fenofázy Začiatok dozrievania plodov pri *S. thunbergii* mal význam najmä vývoj minimálnych denných teplôt od začiatku roka, pre nástup fenofázy Dozrievanie plodov mali okrem teplôt v júni veľký vplyv teploty v marci a kolísanie minimálnych teplôt v apríli. V prípade *S. japonica* mali na nástup fenofázy Začiatok dozrievania plodov preukazný vplyv teploty v septembri, ich stúpajúce hodnoty urýchlňovali nástup tejto fenofázy. Vyššie minimálne teploty v septembri urýchlňovali skorší nástup dozrievania plodov

Dozrievanie plodov pri *S. thunbergii* bolo výrazne ovplyvnené veľmi výrazne najmä sumou slnečného svitu a výrazne sumou zrážok. Pri *S. japonica*

pôsobili vysoké hodnoty sumy efektívnej teploty na skorší nástup obdobia dozrievania plodov, naopak, vyššie úhrny zrážok preukazne spomaľovali proces dozrievania plodov tohto taxónu.

#### 4.4.4 Obdobie prefarbovania listov

Toto obdobie pri *S. thunbergii* trvalo v priemere 21 dní, pri *S. japonica* v priemere 17 dní. Na nástup fenofázy Začiatok prefarbovania listov mali pri *S. thunbergii* veľmi preukazný vplyv hodnoty maximálnych a minimálnych teplôt v mesiaci júl a hodnoty minimálnych teplôt v auguste. Vyššie hodnoty nástup tejto fenofázy urýchlili. V prípade *S. japonica*, nástup fenofázy Začiatok prefarbovania listov výrazne ovplyvnil priebeh teplôt od vrcholného leta v Arboréte Mlyňany SAV. Najpreukaznejší vplyv bol potvrdený pri vplyve maximálnych a priemerných denných teplôt v mesiaci september, ale takisto bol vysoko preukazný vplyv pôsobenia priemerných denných teplôt v mesiacoch júl, august a október. Ich vysoké hodnoty urýchlňovali pri tomto taxóne nástup tejto fenofázy, podobne ak vyššie hodnoty priemerných denných a maximálnych teplôt v mesiacoch júl, august a september. .

V období prefarbovania listov taxón *S. thunbergii* citlivejšie reagoval na podnety sumy efektívnych teplôt, sumy zrážok a aj sumy slnečného svitu. Pri *S. japonica* sa v období prefarbovania listov veľmi výrazne prejavil vplyv sumy efektívnych teplôt a sumy slnečného svitu.

#### 4.4.5 Obdobie opadu listov

V sledovanom období rokov listy *S. thunbergii* opadli priemerne za deväť dní, pri *S. japonica*, naopak, listy opadávali v priemere 34 dní. Limitujúca minimálna teplota ( $T^*$ ) vplývajúca na opad listov pri *S. thunbergii* mala hodnotu v priemere  $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pri *S. japonica* hodnotu  $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V rámci obdobia opadu listov sa hodnoty sumy slnečného svitu pohybovali v priemere v hodnotách 1345,4 hodín pri *S. thunbergii* a 1332,0 hodín pri *S. japonica*.

Nástup fenofázy Začiatok opadu listov pri *S. thunbergii* najvýraznejšie ovplyvnila hodnota maximálnych teplôt v mesiaci august, kedy ich vyššia hodnota predlžovala periódu k nástupu tejto fenofázy. V prípade *S. japonica* pôsobili na nástup tejto fenofázy teploty počas celého obdobia leta a jesene, najmä však v mesiaci august.

V priebehu obdobia opadu listov bol zistený veľmi výrazný vplyv sumy efektívnych teplôt pri oboch sledovaných taxónoch. Suma zrážok veľmi preukazne

ovplyvňovala procesy opadu listov pri *S. thunbergii* a len mierne pri *S. japonica*. Vplyv sumy slnečného svitu v tomto období bol dominantný pri *S. japonica* a len veľmi mierny pri *S. thunbergii*.

## 5 Záver

Práca hodnotí adaptabilitu, vplyv teploty, zrážok a slnečného svitu a ich spolupôsobenia na adaptačný proces introdukovaných východoázijských drevín, deviatich taxónov v rámci štyroch rodov (*Acer* sp., *Euonymus* sp., *Magnolia* sp. a *Spiraea* sp.), získaných v rámci zberovej expedície do Číny v roku 1960 (HOŤKA, FOGADOVÁ, 2008). V Arboréte Mlyňany SAV prešli tieto taxóny za 40 rokov aklimatizačným procesom a po prvý krát sa zhodnotili charakteristiky popisujúce ich adaptabilitu v nových podmienkach, ich ekologickú plasticitu (HOŤKA, 2004; HRUBÍK et al., 2007), na podklade reakcií týchto drevín na stres (NILSEN et ORCUTT, 1996) a v nadväznosti na ich fenológiu. Viaceré zo sledovaných taxónov sú perspektívne vhodné pre využitie najmä v sadovníctve, kde sa uplatnia predovšetkým ich nižšie systematické jednotky.

Pri predpovedi budúceho vývoja aklimatizácie sledovanej skupiny cudzokrajných drevín by sa mal brať ohľad na vzájomnej konfigurácii limitujúcich faktorov v rámci nastupujúcej klimateckej zmeny (ŠIŠKA, 1999).

V prípade introdukovaných taxónov *Acer* sp. sa dá očakávať ešte väčšie riziko poškodenia neskorými mrazmi v období pučania z dôvodu citlivej reakcie na zvyšujúce sa teploty v predjarí. Prípadný nedostatok zimnej zásoby vlhky nebude mať determinujúci vplyv na tieto taxóny. Na skorý nástup obdobia kvitnutia pri *Acer davidii* bude mať vplyv kolísanie teplôt v apríli. Dá sa očakávať skorší nástup obdobia kvitnutia a zároveň aj vyššie riziko poškodenia kvetných pukov resp. kvetov a tým zmarenie reprodukčnej aktivity a to hlavne v rokoch s bohatou zásobou pôdnej vlhky. Plynulé dozrievanie plodov oboch taxónov by malo ostať bezproblémové, podobne obdobie prefarbovania listov. Navyše, predpokladané vyššie teploty v júli by mali mať tendenciu urýchliť nástup prefarbovania listov a tým predĺžiť obdobie vyššej atraktivity oboch taxónov.

Taxón *E. hians* by mal naďalej odolávať riziku poškodenia neskorými mrazmi a to z dôvodu silne pozitívnej reakcie na vzostup najmä minimálnych teplôt od začiatku roka. Poškodenia mrazmi sa vyskytnú častejšie pri *E. alatus*, pretože hodnoty maximálnych teplôt od začiatku roka a v apríli budú intenzívnejšie narastať a tým skôr vstúpi tento taxón do vegetácie. V období kvitnutia by mali byť oba sledované taxóny výrazne limitované najmä sumou zrážok. Z dôvodu predpokladaných vyšších minimálnych teplôt v mesiaci august sa predpokladá

urýchlenie dosiahnutia fyziologickej zrelosti plodov *E. hians* aj *E. alatus*. Obdobie prefarbovania listov pri *E. alatus* by malo nastúpiť omnoho skôr, pretože ho vyvolávajú vyššie hodnoty maximálnych a priemerných teplôt v júli. Takisto sa dá očakávať aj oneskorenie nástupu opadu listov, najmä pri *E. alatus*, ktorý je teplomilnejší. Tuhé listy taxónu *E. hians* majú predpoklad opadávať neskôr v prípade väčšej okamžitej zásobenosti vlhcou, čo by však v budúcnosti malo byť v podmienkach Arboréta Mlyňany SAV ale aj celého južného Slovenska skôr výnimkou.

Obdobie klimatickej zmeny pomáha životnej stratégii taxónov *M. denudata* a *M. liliiflora* nastúpiť skôr vegetačné obdobie s cieľom maximalizovať tvorbu biomasy a úspešne realizovať svoj reprodukčný proces. Očakáva sa naďalej riziko ich poškodenia neskorými mrazmi, najmä krovito rastúceho taxónu *M. liliiflora*, ktorý navyše vstupuje do vegetácie najskôr spomedzi sledovaných taxónov rodu *Magnolia* sp. Je veľmi pravdepodobné, že absencia kvitnutia v posledných rokoch u tohto taxónu je zapríčinená výskytmi dní charakteristických náhlym poklesom teploty po obdobiach pomaly výrazne nastupujúcej jari. Iným významným faktorom, ktorý má vzhľadom na nastupujúcu klimatickú zmenu tendenciu stať sa limitujúcim pri *M. liliiflora*, je množstvo zrážok v období kvitnutia tohto taxónu. Zvyšujúce sa hodnoty minimálnych teplôt od augusta majú dnes tendenciu urýchliť dozrievanie plodov *M. denudata*, preto sa v budúcnosti predpokladá urýchlenie termínu nástupu dozrievania plodov. Vyššie hodnoty priemerných denných teplôt v októbri posúvajú takisto nástup dozrievania plodov *M. biloba*.

Pri *S. thunbergii* sa predpokladá, že v budúcnosti nastúpi vegetačné obdobie ešte skôr, čiže taxón predĺži svoje vegetačné obdobie. V prípade *S. japonica*, nástup vegetačného obdobia ovplyvní najmä vlhový režim v predjarí a na jar a taktiež fotoperiода, takže sa tu očakáva iba mierne urýchlenie vegetačného obdobia. Perspektívne stúpanie minimálnych teplôt v predjarí a na jar spolu s predlžujúcim sa dňom by mali urýchliť nástup fenofázy Začiatok kvitnutia pri *S. thunbergii*, čo však môže zvýšiť riziko poškodenia kvetov mrazmi. Pri *S. japonica* sa pravdepodobne čiastočne urýchli nástup kvitnutia a tým aj predĺženie obdobia kvitnutia. Zároveň menšia pravdepodobnosť výrazného kolísania minimálnych teplôt v apríli by mala v budúcnosti zabezpečiť skorší nástup dozrievania plodov pri *S. thunbergii*. Skorší nástup fenofázy Začiatok prefarbovania listov sa pravdepodobne stane realitou pri *S. thunbergii*, opak by nastal, keby sa očakávali v tomto období vyššie hodnoty sumy zrážok. Pri *S. japonica* nemusí byť urýchlenie nástupu prefarbovania listov pravidlom, pretože tento taxón znáša prechodný nedostatok vlhky. V prípade realizovaného scenára

klimatickej zmeny sa dá očakávať predovšetkým výrazný posun v termíne opadu listov pri oboch taxónoch.

Predkladané zhodnotenie adaptability sledovaných introdukovaných drevín zachytilo časť zložitého procesu, kedy introdukovaná rastlina reaguje na zmenené a stále meniace sa podmienky vonkajšieho prostredia, čoho výsledkom je prispôsobenie sa (BENČAŤ, 1982), teda genotypová a fenotypová odpoveď s cieľom zvýšenia odolnosti (ELIÁŠ, 1999).

## **6 Návrh na využitie výsledkov**

Vedecký prínos predkladanej práce spočíva predovšetkým v definovaní základných limitov teploty, zrážok a slnečného svitu, ovplyvňujúcich nástup a priebeh fenologických fáz sledovaných introdukovaných taxónov a tým aj jednotlivých období v ročnom cykle a medziročných rozdielov ako prvkov stresu (CHAPIN, 1991).

Ďalej to bol pokus o zhodnotenie adaptability introdukovaného rastlinného materiálu, teda súčasného stavu aklimatizačného procesu týchto drevín a predpovedanie ďalšieho vývoja správania sa sledovanej skupiny taxónov v podmienkach nastupujúcej klimatickej zmeny v zmenenných podmienkach (FITTER et al., 1995; SPARKS et CAREY, 1995; BRADLEY et al., 1999) ako podklad pre postupné zhodnotenie fenotypovej plasticity, teda schopnosti rýchlo využívať krátkodobo prístupné zdroje prostredia (STEWART et NILSEN, 1995).

Praktický význam práce je vo využití dosiahnutých výsledkov pri rajonizácii pestovania sledovanej skupiny introducentov a hlavne ich odrôd, v sadovníckej praxi, a to aj s ohľadom na vývoj klimatických podmienok, aby sa predišlo škodám z nedostatočnej znalosti ekologických nárokov introdukovaných drevín. Práca je takisto určitým modelom, ako pomerne jednoducho, za pomoci fenologických údajov a miestnych základných klimatologických charakteristík, definovať adaptabilitu drevín resp. postupné zmeny v rastlinách, ako reakcie na meniace sa podmienky prostredia.

## 7 Literatúra

- BENČAĎ, F.: Dendroflóra Arboréta Mlyňany. Prehľad a stručná analýza. Bratislava : Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, 1967. 122 pp.
- BENČAĎ, F.: Atlas rozšírenia cudzokrajných drevín na Slovensku a rajonizácia ich pestovania. Bratislava : Veda, Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied, 1982. 368 pp.
- BRADLEY, N., L., et al.: Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. In: Proceedings of the National Academy of Science, USA, vol. 96, 1999, p. 9701-9704.
- ELIÁŠ, P.: Ochrana biodiverzity. Terminologický slovník. Nitra : SPU, 1999. 74 pp. ISBN 80-7137-566-7
- FITTER, A., H. et al.: Relationships between first flowering date and temperature in the flora of a locality in central England. In: Functional Ecology, vol. 9, 1995, p. 55-60.
- HOŤKA, P.: Novointroducenty čínskej dendroflóry v Arboréte Mlyňany introdukované v rokoch 1960-1965. In: Krajinnno-architektonická tvorba a vegetačné prvky v sídlach a krajine. Nitra : SPU, 2004, p. 139-143.
- HOŤKA, P. - FOGADOVÁ, K.: Výsledky a zhodnotenie expedície do Číny realizovanej pracovníkmi Arboréta Mlyňany SAV v roku 1960. In: Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2008 : Autochtónne a alochtónne dreviny v zmenených podmienkach prostredia. Vieska nad Žitavou : Arborétum Mlyňany SAV, 2008, p. 44-56. ISBN 978-80-970028-9-3
- HRUBÍK, P. et al.: Klimatické podmienky Arboréta Mlyňany SAV vo vzťahu k introdukovaným drevinám. In: Acta horticulturae et regiotecturae, vol. 10, no. 2 (2007), p. 29-37.
- CHAPIN, F., S., III.: Effects of multiple environmental stress on nutrient availability and use. In: Mooney, H. W. et al. (eds.): Response of plants to multiple stresses. San Diego : Academic Press, 1991, p. 67-88.
- CHMIELEWSKI, M. F. et al.: Climate Changes and Trends in Phenology of Fruit Trees and Field Crops in Germany, 1961-2000. In: Arboreta Phaenologica, vol. 45, 2002, no. 45, p. 50-59.
- KRAMER, K.: Phenology and growth of European trees in relation to climate change. PhD. Thesis. Wageningen, 1996. 157 pp. ISBN 90-5485-464-2
- NILSEN, E., T. - ORCUTT, M., D.: The Physiology of Plants under Stress. Abiotic factors. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1996. 689 pp.
- SPARKS, T., H. - CAREY, P., D.: The responses of species to climate over two centuries: an analysis of the Marsham phenological record, 1736-1947. In: Journal of Ecology, vol. 83, 1995, p. 321-329.
- STEWART, C., N. - NILSEN, T., E.: Phenotypic plasticity and genetic heterogeneity of *Vaccinium macrocarpon* (*Ericaceae*), the American cranberry. I.

Reaction norms of central and marginal clones in a common garden. In: International Journal of Plant Sciences, vol. 156, 1995, no. 5, p. 687-697.

ŠIŠKA, B.: Dôsledky klimatickej zmeny na rastlinnú výrobu : Habilitačná práca. Nitra. 1999, 114 pp.

ŠIŠKA, B. - ČIMO, J.: Klimatická charakteristika rokov 2004 a 2005 v Nitre. Nitra : Vydavateľstvo SPU v Nitre, 2006. 50 pp. ISBN 80-8069-761-2

ŠPÁNIK, F. - MEČIAR, L.: Návody na cvičenia z agrometeorológie. 2. Vydanie. Bratislava : Príroda, 1988. 171 pp.

## **8 Zoznam publikovaných prác autora súvisiacich s riešenou problematikou**

HOŤKA, P.: Novointroducenty čínskej dendroflóry v Arboréte Mlyňany introdukované v rokoch 1960-1965. In: Krajinnno-architektonická tvorba a vegetačné prvky v sídlach a krajine. Nitra : SPU, 2004, p. 139-143.

HOŤKA, P.: Hodnotenie kostrových a doplnkových drevín Arboréta Mlyňany podľa fenologických pozorovaní. In: Autochtónna dendroflóra a jej uplatnenie v krajine. Zvolen : Borová Hora, 2005, p. 96-101.

HOŤKA, P. - LANÁKOVÁ, M. - KNETIGOVÁ, Z.: General knowledges of chinese woody plants introduction in Arboretum Mlynany SAS.[online] Publikované 2007. [citované 1.3.2009].Dostupné z <<http://www.bgci.org/files/Wuhan/PapersConserving/Hotka.pdf>>

HOŤKA, P. – KONÔPKOVÁ, J.: Phenological peculiarities of chosen spindle tree taxa in Arboretum Mlynany SAS. In : Proceedings of the III. International Young scientist conference: Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution. Dedicated to 100-th birth anniversary of the famous ukrainian lichenologist Maria Makarevych. Odessa, 15-18. May 2007. – Odessa : Pechatnydom, 2007. p. 24. ISBN 978-966-389-099-9

HOŤKA, P. - KONÔPKOVÁ, J. - BARTA, M.: Medzinárodné fenologické pozorovania v Arboréte Mlyňany SAV a ich význam pre sledovanie vývoja klímy. In Aklimatizácia a introdukcia drevín v podmienkach globálneho otepľovania. Arboretum Mlyňany SAV 11. 12.9.2007. Zborník referátov z vedeckej konferencie. - Vieska nad Žitavou : Arboretum Mlyňany SAV, 2007. ISBN 978-80-969760-1-0.

JAKÁBOVÁ, A. – HOŤKA, P. – KONÔPKOVÁ, J.: Medziročné odlišnosti vo fenológii introdukovaných druhov *Magnolia* sp. v Arboréte Mlyňany SAV [elektronický zdroj]. [Inter-seasonal dissimilarities in the phenology of the introduced *Magnolia* species in the Arboretum Mlynany SAS.] In : Aklimatizácia a introdukcia drevín v podmienkach globálneho otepľovania. Arboretum Mlyňany SAV 11.-12.2007. Zborník z vedeckej konferencie. – Vieska nad Žitavou : Arboretum Mlyňany SAV, 2007. p. 47-59. ISBN 978-80-969760-1-0

HOŤKA, P. - FOGADOVÁ, K.: Výsledky a zhodnotenie expedície do Číny realizovanej pracovníkmi Arboréta Mlyňany SAV v roku 1960. In: Dendrologické



dni v Arboréte Mlyňany SAV 2008 : Autochtónne a alochtónne dreviny v zmenených podmienkach prostredia. Vieska nad Žitavou : Arborétum Mlyňany SAV, 2008, p. 44-56. ISBN 978-80-970028-9-3

HOŤKA, P. - HRUBÍK, P.: Medziročné odlišnosti vo fenológii introdukovaných taxónov *Acer* sp. v Arboréte Mlyňany SAV. In: Dendrologické dni v Arboréte Mlyňany SAV 2008 : Autochtónne a alochtónne dreviny v zmenených podmienkach prostredia. Vieska nad Žitavou : Arborétum Mlyňany SAV, 2008, p. 57-66. ISBN 978-80-970028-9-3