

## Lapuočių medžių radialiojo prieaugio ryšiai su hibridinių vilkdalgių fenofazėmis ir jų prognozavimo galimybių įvertinimas

Jonas Karpavičius<sup>1</sup>, Judita Varkulevičienė<sup>2</sup>

Vytauto Didžiojo universitetas, Gamtos mokslų fakultetas<sup>1</sup>, Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sodas<sup>2</sup>

Šio darbo tyrimo objektai – VDU Kauno botanikos sode augančių 1993–2009 m. hibridinių vilkdalgių (*Iris hybrida* hort.) trys lietuviškos veislės, besiskiriančios vegetacijos ir žydėjimo ankstyvumu: ankstyva veislė – 'Nida', vidutinio vėlyvumo – 'Šiaurinė' ir vėlyvoji veislė – 'Fėja', ir medžių – paprastojo ąžuolo (*Quercus robur* L.), paprastojo uosio (*Fraxinus excelsior* L.) bei paprastojo kaštono (*Aesculus hippocastanum* L.) pamatinis radialusis prieaugis. Tiriant nustatyta, kad atskirų vilkdalgių veislių fenofazių pradžia susijusi su žiemos, pavasario ir visų hidrologinių metų vidutinėmis temperatūromis ir kritulių kiekiu. Daugiausia vyrauja neigiami koreliaciniai koeficientai su temperatūromis ir krituliais Kuo žemesnės minėtų laikotarpių temperatūros ir mažiau kritulių, tuo tirtų vilkdalgių vegetacija prasideda vėliau, ypač vegetacijos pradžia su žiemos ( $r > -0.51$ ;  $t = 2,0$ ) ir pavasario temperatūromis ( $r > -0.70$ ;  $t = 3,1$ ), t. y. buvusios pasiruošimo vegetacijai sąlygos turi didesnę poveikį, nei tolimesnės vegetacijos metu.

Labai panašiai į tas pačias klimato sąlygas reaguoja medžių radialusis prieaugis ir priklausomybė nuo skirtingų periodų klimato veiksnių, glaudžiai susijusi su augaviečių sąlygomis. Taip pat nustatyta, kad tarp medžių radialiojo prieaugio ir skirtingų vilkdalgių veislių fenofazių pradžia yra glaudus ryšys, taip pat pradžia glaudžiai susijusi su augaviečių sąlygomis, ir medžių užimama padėtimi medynuose.

Įvertinus vilkdalgių vegetacijos ir žydėjimo fenofazių bei lapuočių medžių radialiojo prieaugio priklausomybę nuo klimato veiksnių ir augaviečių litologinės sudėties bei vandens slūgsojimo gylio, galima tiksliau įvertinti klimato veiksmus daugiausia lemiančius būsimą prieaugio dydį, kartu ir prognozuoti būsimą kitų metų radialiojo prieaugio plotį ir vilkdalgių fenofazių pradžią, taip pat patikslinti gamtinės aplinkos prognozavimo patikimumą.

*Vilkdalgiai, fenofazės, radialusis prieaugis, priklausomybė, prognozavimas.*

### Įvadas

Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sode augančių vilkdalgių ekspozicija užima 11,76 arų plotą, o kolekcija – 10,50 arų plotą, jose auga 152 taksonai. Tai daugiamečiai žoliniai šakniastiebiniai augalai, todėl galima atlikti jų vystymosi ilgamečius stebėjimus toje pačioje vietoje, įgalinančius patikimai įvertinti įvairių veiksnių poveikį įvairiuose jų vystymosi tarpsniuose.

Tyrimams buvo parinktos trys lietuviškos veislės, besiskiriančios vegetacijos ir žydėjimo ankstyvumu. Hibridinių vilkdalgių kero vegetacija paprastai prasideda balandžio mėn. pradžioje, o žydėti augalai pradeda gegužės antroje pusėje ir žydi iki birželio mėn. pabaigos.

Šioje grupėje ankstyva veislė – 'Nida' pradeda žydėti gegužės mėn. 21–23 d. 'Šiaurinė' yra vidutinio vėlyvumo, o vėlyviausiai, birželio mėn. 01–03 d, pražysta 'Fėjos' augalai.

Ypač daug informacijos apie gamtinės aplinkos sąlygas sukaupta medžių rievėse, todėl praėjusio šimtmečio antroje pusėje labai intensyviai buvo pradėti medžių radialiojo prieaugio ir jo priklausomybės nuo įvairių veiksnių tyrimai. Nustatyti dabar augančių medžių radialiojo prieaugio dinamikos savitumai ir jų priklausomybė nuo įvairių veiksnių leidžia atkurti buvusias klimato sąlygas ir prognozuoti būsimas. Sudarytos prognozės tokias galimybes patvirtino, dažniausiai numatant prieaugio pokyčių tendencijas (Yadav ir kt., 1991; Bitvinskas, 1989; Stravinskienė, 2002).

Ilgamečių fenologinių stebėjimų duomenys gerai atspindi klimato svyravimus ir leidžia prognozuoti klimato kitimo tendencijas. Tokio pobūdžio tyrimai pradėti Estijoje (Ahas, 1999), Skandinavijoje ir kai kuriose Europos šalyse (Defila, Clot, 2001; Emberlin et al., 2003) bei Lietuvoje (Nacevičius, 1975; Baronienė, Romanovskaja, 2005).

Sinchroniškumas tarp medžių radialiojo prieaugio dinamikos ir žolinės bei sumedėjusios augmenijos fenofazių, dar tik pradeda tyrinėti (Karpavičius ir kt., 2007; Karpavičius, Žeimavičius, 2008; Karpavičius, Varkulevičienė, 2008). Kadangi fenologinis ir dendroindikacinis metodai daugiausia panaudojami analogiškiems tikslams, todėl šių metodų sujungimas leistų praplėsti buvusių klimato sąlygų atkūrimo ir jų prognozavimo žinias.

*Tyrimo objektas* – VDU Kauno botanikos sode augančių 1993–2009 m. hibridinių vilkdalgių (*Iris hybrida* hort.) lietuviškos veislės ir paprastojo ąžuolo (*Quercus robur* L.), paprastojo uosio (*Fraxinus excelsior* L.) bei paprastojo kaštono (*Aesculus hippocastanum* L.) pamatinis radialusis prieaugis.

*Šio darbo tikslas* – hibridinių vilkdalgių veislių vegetacijos ir žydėjimo pradžios fenofazių priklausomybės nuo klimatinės veiksnių analizė, jų sinchroniškumo su medžių radialiuoju prieaugiu nustatymas ir panaudojimo prognozuoti galimybių įvertinimas.

### Tyrimo metodika ir objektai

Hibridiniai vilkdalgiai pasodinti atvirame žemės plote eilėmis, 40–50 cm atstumu. Saulėtoje vietoje, gerai įdirbtose, vidutinio derlingumo ir gerai vandenį praleidžiančioje dirvoje. Tai lengvo priemolio dirvos sluoksnis siekiantis iki 40 cm, jo pH 6–7, o gruntinis vanduo – iki 1 m.

Augalų kero vegetacijos ir žydėjimo pradžios fenofazių priklausomybė nuo klimatinės rodiklių bei radialiojo prieaugio ryšio su jomis nustatyta skaičiuojant koreliacinius koeficientus, o jų patikimumo įvertinimas atliktas pagal biometrinę tyrimo metodiką (Songailienė, Ženauskas, 1985).

Norint patikimai palyginti duomenis, fenofazių pradžia buvo perskaičiuota į dienų skaičių nuo kiekvienų metų sausio 1 d.

Tyrimams buvo pasirinktos tos medžių rūšys, kurių dendropavyzdžiai (gręžinėliai) paimti ne vėliau kaip 2007 ir 2008 metais, kad turimos medžių rievų ir fenofazių sekos persidengtų kiek galima ilgesnį laiko tarpą, nes tai turi esminės įtakos rezultatų patikimumui. Vėliausiai dendrochronologiniams tyrimams pavyzdžiai rinkti iš paprastojo ąžuolo, paprastojo uosio ir paprastojo kaštono.

Trys tyrimo bareliai parinkti Dubravos eksperimentinės – mokomosios miškų urėdijos Šilėnų girininkijos ir Kauno marių regioninio parko, buvusiuose Šilėnų g-jos, miškuose. Tyrimo bareliai parinkti pagal principą, kad būtų atstovaujama kuo įvairesnių augaviečių sąlygoms.

Tirtame džiūsišančiame vidutinio amžiaus ąžuolyne (tyrimo barelis – S8A) po plonos miško paklotės, plono humusinio ir apie 0,3 – 0,5 m giliau esančio smėlio sluoksniu prasideda molis, jis 90 cm gylyje pereina į glėjinį molį. Po pavasarinio polaidžio ar po gausesnių lietu, žemesnėse medyno vietose telkšo vanduo. Šiame medyne dalis ąžuolų 2003 – 2004 m. masiškai išdžiūvo todėl dendro pavyzdžiai (gręžinėliai) buvo paimti ir iš išlikusių nenudžiūvusių ąžuolų.

Ąžuolai, augantys 9 tyrimo barelyje (S9A), įveisti kuriant Kauno marių žaliuosius plotus. Jų augavietėje po plonos ir skurdžios miško paklotės prasideda juosvas priesmėlis, 27 cm gylyje pereinantis į priemolį su smėliu, o nuo 46 cm gylio prasideda molis. Lietingais laikotarpiais ir pavasarį medyne taip pat dažnai telkšo vanduo.

Šilėnų girininkijos 37 kvartale buvo parinktas tyrimo barelis S11A. Medynas, kuriame parinktas šis barelis, yra dviardis. Pirmame arde auga pušys, o antrame – eglės ir ąžuolai. Jo dirvožemyje po skurdžia miško paklote (3 cm) aptinkamas humusingas 15 cm horizontas, pereinantis į tamsiai rusvą smėlį. Nuo 30 cm prasideda gelsvas, gilyn drėgnėjantis smėlis. Paviršinis vanduo – giliau kaip 1,5 m. Dendropavyzdžiai imti pagal ąžuolų užimamą padėtį medyje: 1) iš pačių storiausių ir aukščiausių bei plačiomis lajomis (S11AS); 2) iš ąžuolų, užimančių vidutinę padėtį pagal anksčiau minėtus rodiklius (S11AN), ir 3) iš atsilikusio augimo ąžuolų (S11AM). Visi anksčiau paminėti tyrimo bareliai parinkti medynuose, kuriuose ąžuolai yra nesenai perėję į vidutinio amžiaus ąžuolų klasę, t. y. pradėję augti po 1950 metų.

Dar trys tyrimo bareliai parinkti senajame Kauno ąžuolyne, kur jie pradėjo augti 1766 metais. Pirmajame tyrimo barelyje (K41) medžiai auga ~ 50–100 m atstumu nuo Vydūno alėjos, greta esančio tvenkinio. Dirvožemyje, po 20 cm humusinio horizonto prasideda pilkšvas su rudais intarpais, drėgnas horizontas, nors 1 m gylyje vandens nerasta. Antrasis tyrimo barelis parinktas centrinėje ąžuolyno dalyje, link Zoologijos sodo. Dirvožemis analogiškas, kaip ir pirmuoju atveju, tik humusingas horizontas storesnis (30 cm). Trečiame tyrimo barelyje ąžuolai auga prie Dainų slėnio ir tarp viršutinių suolų eilių. Dirvožemis yra smarkiai trypiamas ir labiausiai skiriasi nuo pirmųjų dviejų. Čia po 10 cm humusingo sluoksnio prasideda smėlis, nuo 20 cm pereinantis į molį. Iš viso tyrimams panaudota 95 ąžuolų radialiojo prieaugio duomenys.

Duomenims palyginti platesniu aspektu, uosių ir kaštonų dendropavyzdžiai paimti ir Kauno botanikos sode. Be

to, čia dviejose vietose taip pat buvo atlikti ir dirvožemio litologiniai bei vandens slūgsojimo gylio tyrimai, naudojant dirvožemio grąžtą. Pirmojoje tyrimo vietoje, netoli Ž. E. Žilibero 2 pastato, po 20 – 40 cm humusingo sluoksnio rasta molio su drėgnais nestorais smėlio intarpais, o vandens buvo 110 cm gylyje. Šiame plote auga dalis tirtų kaštonų (K1) bei uosių (U2). Antrojoje vietoje, ~ 50 m už Ž. E. Žilibero 6 pastato, humusingasis sluoksnis plonesnis. Giliau – molis, nuo 60 cm pereinantis į priemolį su smėliu, o nuo 160 cm prasideda glėjiškas molingas horizontas. Gręžiant iki 180 cm, gruntinio vandens nerasta. Šiame plote kaip tik ir auga kita dalis tirtų kaštonų (K2) ir uosių (U4). Pakartotinai gręžiant 2008 m. vėlų rudenį, nė vienoje vietoje vandens nerasta, tik antroje vietoje dirvožemio horizontai buvo drėgnesni nei pirmoje, t. y. priešingai nei 2000 m. pavasarį.

Visose tyrimo vietose, kur analogiškomis sąlygomis augančių medžių buvo pakankamas skaičius, ne mažiau kaip 10 medžių kamienų buvo pragręžta amžiaus (Preslerio) grąžtu ir paimti dendropavyzdžiai (gręžinėliai). Dėl nepakankamo medžių skaičiaus tik po 8 gręžinėlius paimta iš kaštonų pirmoje jų augimo vietoje (K1) ir uosių – antroje plote (U4). Gręžinėliai daugiausia imti iš vidutinių ir normalių selekcinčių kategorijų medžių, nes, kaip nustatyta (Karpavičius, 1986), šių kategorijų medžiai geriausiai atspindi klimato sąlygų poveikio ypatumus.

Ąžuolų ir uosių rievų pločiai, atskirai vėlyvosios ir ankstyvosios medienų, o kaštonų – tik metinės medienos išmatuoti 0,05 mm tikslumu, naudojant stereomikroskopą MBS 9. Po to iš individualių medžių pametinius rievų matavimo duomenų apskaičiavus vidurkį, sudarytos kiekvieno tyrimo objekto radialiojo prieaugio rievų serijos, ir šie duomenys naudoti tolesnio tyrimo metu.

Duomenų priklausomybėms nuo klimato veiksnių nustatyti panaudotos Kauno meteorologinės stoties daugiamėčių stebėjimų hidrologinių metų sekos, nuo praėjusių metų rugsėjo mėn. 01 d. iki einamųjų metų rugpjūčio mėn. 31 d. Naudotos praėjusio rudens (IX – XI mėn.), žiemos (XII – II mėn.), pavasario (III – V mėn.), ankstyvojo pavasario (III – IV mėn.), pavasario pabaigos – vasaros pradžios (V – VI mėn.) bei hidrologinių metų (M) vidutinių temperatūrų ir kritulių sumos sekos.

Tolesnė duomenų analizė atlikta naudojant Excel programų paketą, o gautų koreliacinių koeficientų patikimumas įvertintas pagal G. Zajcevo (1973) aprašytą metodiką.

## Rezultatai ir jų aptarimas

Kaip matome iš 1 lentelės duomenų, daugiausia kinta 'Nidos' (N) vegetacijos (20 d;  $\sigma = 6,43 \pm 1,13$ ) ir 'Fėjos' (F) žydėjimo pradžios (26 d;  $\sigma = 7,32 \pm 1,29$ ) pametinis dienų skaičius. 'Šiaurinė' (Š) vilkdalgių abiejų fenofazių pamatinė kaita skiriasi mažiau, ką ir rodo jų variacijos koeficientai, tam tikrais atvejais tesiekiantys 21,5%.

Kaip pamatysime vėliau, tai turi poveikį fenofazių sinchroniškumui su medžių radialiuoju prieaugiu ir dalinai – su klimato sąlygomis (2 lentelė).

**1 lentelė.** Vidutinis dienų skaičius iki atskirų fenofazių pradžios, jų kvadratinis nuokrypis ( $\sigma$ ) bei maksimali (Max) ir minimali (Min.) fenofazių pradžia dienomis

**Table 1.** Average number of days before the start of each phenophase, their square deviation ( $\sigma$ ), maximum (Max) and minimum (Min) dates of phenophase start

| Fenofazė<br>Phenophase                 | N At            | N Žp            | Š At            | Š Žp            | F At            | F Žp            |
|----------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Vidurkis / Average                     | 102,5           | 152,2           | 105,3           | 156,6           | 111,6           | 164,0           |
| Max                                    | 114             | 160             | 115             | 164             | 118             | 177             |
| Min.                                   | 94              | 142             | 99              | 148             | 100             | 151             |
| $\sigma$                               | 6,43 $\pm$ 1,13 | 5,56 $\pm$ 0,99 | 5,46 $\pm$ 0,97 | 5,69 $\pm$ 1,01 | 4,64 $\pm$ 0,81 | 7,32 $\pm$ 1,29 |
| Variacijos koef.<br>Coef. of Variation | 41,4            | 30,9            | 29,8            | 32,4            | 21,5            | 53,6            |

Pastaba: N – 'Nida'; Š – 'Šiaurinė'; F – 'Fėja'; At – vegetacijos pradžia; Žp – žydėjimo pradžia.

Note: N – 'Nida'; Š – 'Šiaurinė'; F – 'Fėja'; At – start of vegetation; Žp – start of blossom.

**2 lentelė.** Koreliaciniai koeficientai tarp vilkdalgių fenofazių pradžios ir klimato veiksnių

**Table 2.** Coefficients of correlation between the irises phenophase start and climatic factors

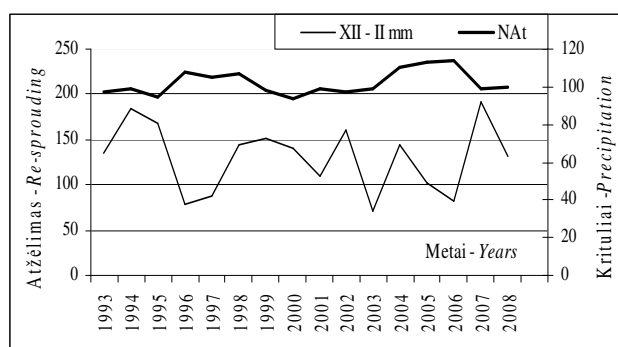
| Fenofazės<br>Phenophase | Veiksny<br>Factor | Klimatiniai laikotarpiai / Climatic seasons |              |              |              |           |              |
|-------------------------|-------------------|---------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|
|                         |                   | IX–XI mėn.                                  | XII–II mėn.  | III–V mėn.   | III–IV mėn.  | V–VI mėn. | M            |
| N At                    | t                 | 0,19                                        | <u>-0,41</u> | <b>-0,70</b> | <b>-0,70</b> | -0,25     | <u>-0,42</u> |
|                         | k                 | -0,20                                       | <u>-0,51</u> | -0,09        | -0,28        | 0,17      | -0,22        |
| N Žp                    | t                 | 0,36                                        | -0,18        | -0,30        | -0,23        | -0,10     | -0,21        |
|                         | k                 | -0,22                                       | -0,39        | -0,01        | -0,06        | 0,06      | -0,23        |
| Š At                    | t                 | -0,11                                       | <u>-0,41</u> | -0,31        | -0,22        | -0,06     | <u>-0,50</u> |
|                         | k                 | -0,33                                       | -0,26        | 0,15         | 0,03         | 0,12      | <u>-0,49</u> |
| Š Žp                    | t                 | 0,28                                        | -0,27        | -0,29        | -0,16        | -0,10     | -0,31        |
|                         | k                 | -0,29                                       | -0,31        | 0,03         | -0,02        | 0,00      | -0,29        |
| F At                    | t                 | -0,08                                       | <u>-0,50</u> | -0,36        | -0,27        | -0,38     | <b>-0,68</b> |
|                         | k                 | -0,11                                       | -0,25        | 0,10         | -0,02        | -0,19     | -0,15        |
| F Žp                    | t                 | 0,13                                        | <u>-0,42</u> | -0,39        | -0,25        | -0,30     | <u>-0,51</u> |
|                         | k                 | -0,12                                       | -0,38        | -0,05        | -0,11        | 0,02      | -0,23        |

Pastaba: t – temperatūra; k – krituliai; M – hidrologiniai metai; Paryškinta - patikimi koreliacijos koeficientai, pabraukta – koeficientai, kurių Stjudento kriterijus  $t \geq 1,53$ .

Note: t – temperature; k – precipitation; M – hydrological year; Bold - reliable coefficient of correlation, underlined – coefficient when criterion of Stjudent  $t \geq 1,53$ .

Pieš aptardami vilkdalgių fenofazių priklausomybę nuo klimato veiksnių, pažymėsime, kad, vertinant koreliacinių koeficientų patikimumą pagal G. Zajcevo (1973) metodiką, kai  $P = 95\%$ , patikimi koeficientai yra tada, kai kriterijus  $t = 2,1$ , o koreliaciniai koeficientai  $r = \pm 0,535$ .

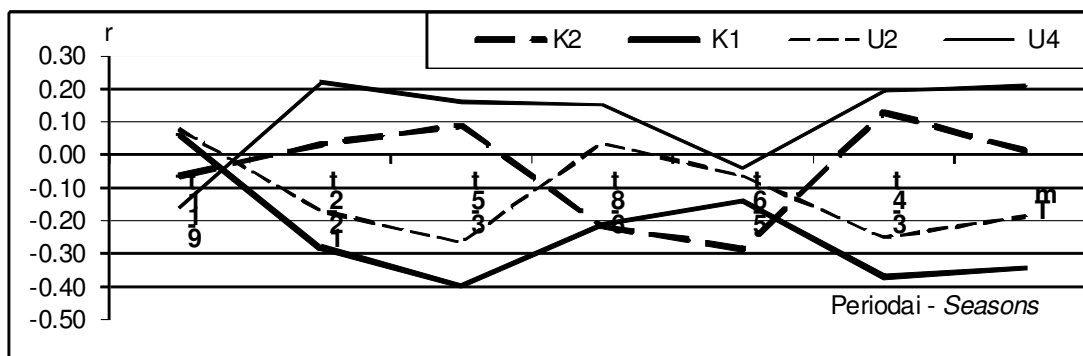
2 lentelėje pateikti duomenys rodo, kad vyrauja nepatikimi ar mažai patikimi koreliaciniai koeficientai, todėl vilkdalgių fenofazių pradžios priklausomybę nuo klimatinės veiksnių apžvelgsime vadovaudamiesi patikimais ir jiems artima koeficientais. Šie koreliaciniai koeficientai rodo, kad skirtingų vilkdalgių veislių fenofazių pradžia labiausiai yra susijusi su žiemos, pavasario ir visų hidrologinių metų vidutinėmis temperatūromis ir kritulių kiekiu. Daugiausia vyrauja neigiami koreliaciniai koeficientai tiek su temperatūromis, tiek su krituliais. Vadinasi kuo žemesnės minėtų laikotarpių temperatūros ir mažiau kritulių, tuo tirtųjų vilkdalgių vegetacija prasideda vėliau. Ypač ankstyvosios veislės 'Nida' atžėlimo pradžia su žiemos ir pavasario temperatūromis, t. y. buvusios pasiruošimo vegetacijai sąlygos turi didesnę poveikį, nei tolimesnės vegetacijos metu. Pvz., kuo mažiau iškrenta kritulių žiemą, tuo giliau įšąla dirvožemiai, tuo vėliau išeina išalą, tuo vėliau susidaro tinkamos sąlygos vegetacijai ir prasideda vilkdalgių atžėlimas (1 pav.).



**1 pav.** Žiemos mėnesių kritulių ir vilkdalgio 'Nida' atžėlimo pradžios dinamika

**Fig. 1.** Dynamics of winter precipitation and start of irises Nida vegetation

Labai panašiai į tas pačias klimato sąlygas reaguoja medžių radialusis prieaugis (Karpavičius, 2001; Karpavičius, Žeimavičius, 2009). Kaip matome iš 2 pav. duomenų, tiek kaštonų, tiek uosių priklausomybė nuo skirtingų periodų klimato veiksnių smarkiai skiriasi, ypač nuo temperatūrų ir tai susiję su augaviečių sąlygomis. Priklausomai nuo šių sąlygų temperatūrų poveikis kaštonams yra priešingas, išskyrus vienodą (neigiamą) vasaros temperatūrų poveikį.



2 pav. Uosių ir kaštonų metinio radialiojo prieaugio koreliaciniai ryšiai su tam tikrų laikotarpių klimatinėmis sąlygomis (K2 – kaštonai; K1 – kaštonai; U2 – uosiai; U4 – uosiai)

Fig. 2. Correlation of *Fraxinus* and *Aesculus* annual radial increment with climatic conditions of separate periods (K2 – *Aesculus*; K1 – *Aesculus*; U2 – *Fraxinus*; U4 – *Fraxinus*)

Labiausiai neigiamą poveikį kaštonams iš pirmosios (K1) vietos turi pavasario mėnesių (III–V ir III–IV) temperatūros ( $r = -0,40$ ). Labai analogiškai reaguoja į temperatūrų poveikį ir uosiai iš pirmosios (U2) bei antrosios augimo vietos (U4), todėl aptarsime skirtingų medžių rūšių radia-

liojo prieaugio ir vilkdalgių fenofazių pradžios tarpusavio sinchroniškumą (3 lentelė).

Skaiciuoti koeficientai parodė, kad sinchroniškiausia vilkdalgių žydėjimo pradžia tik su panašiausiose sąlygose augančių uosių (U2) ankstyvuojų ir su vėlyvuojų prieaugiu.

3 lentelė. Koreliaciniai koeficientai tarp skirtingų medžių rūšių radialiojo prieaugio ir skirtingų vilkdalgių veislių fenofazių pradžios  
Table 3. Coefficients of correlation between radial increment of individual tree species and start of individual irise varieties phenophase

| Tyrimo bareliai<br>Experimental plots |      | S11ASa       | S11ASv       | S11ANa       | S11ANv       | S11AMa       | S11AMv       |
|---------------------------------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Fenofazės<br>Phenophases              | N At | <b>-0,55</b> | <b>-0,64</b> | <b>-0,58</b> | <b>-0,56</b> | -0,30        | -0,17        |
|                                       | N Žp | <b>-0,65</b> | <b>-0,71</b> | <b>-0,66</b> | <b>-0,62</b> | -0,10        | -0,17        |
|                                       | Š At | -0,10        | -0,15        | 0,04         | 0,06         | 0,04         | -0,03        |
|                                       | Š Žp | <b>-0,62</b> | <b>-0,72</b> | <b>-0,60</b> | <b>-0,54</b> | -0,16        | -0,21        |
|                                       | F At | -0,08        | -0,27        | -0,11        | -0,15        | -0,25        | -0,17        |
|                                       | F Žp | <u>-0,51</u> | <b>-0,67</b> | <b>-0,68</b> | <b>-0,59</b> | -0,20        | -0,24        |
| Tyrimo bareliai<br>Experimental plots |      | KA1a         | KA1v         | KA2a         | KA2v         | KA3a         | KA3v         |
| Fenofazės<br>Phenophases              | N At | -0,21        | -0,21        | <u>-0,45</u> | -0,35        | <b>-0,56</b> | <u>-0,42</u> |
|                                       | N Žp | 0,14         | 0,13         | -0,39        | 0,18         | -0,30        | -0,05        |
|                                       | Š At | -0,06        | -0,15        | 0,02         | -0,02        | 0,06         | -0,28        |
|                                       | Š Žp | 0,04         | 0,10         | -0,39        | 0,11         | -0,33        | -0,10        |
|                                       | F At | -0,15        | -0,37        | -0,08        | -0,29        | -0,12        | <u>-0,40</u> |
|                                       | F Žp | -0,05        | -0,07        | -0,50        | -0,07        | -0,37        | -0,25        |
| Tyrimo bareliai<br>Experimental plots |      | U2a          | U2v          | U4a          | U4v          | K1           | K2           |
| Fenofazės<br>Phenophases              | N At | 0,28         | 0,23         | 0,00         | -0,07        | 0,30         | -0,26        |
|                                       | N Žp | <b>0,67</b>  | <b>0,55</b>  | -0,17        | -0,33        | 0,01         | -0,29        |
|                                       | Š At | 0,19         | -0,18        | 0,11         | -0,19        | -0,16        | 0,06         |
|                                       | Š Žp | <b>0,68</b>  | <b>0,53</b>  | -0,09        | -0,25        | 0,02         | -0,29        |
|                                       | F At | 0,01         | 0,01         | 0,23         | 0,10         | -0,19        | 0,09         |
|                                       | F Žp | <b>0,57</b>  | <b>0,53</b>  | 0,02         | -0,14        | 0,06         | -0,21        |

Pastaba: N – 'Nida'; Š – 'Šiaurinė'; F – 'Fėja'; At – vegetacijos pradžia; Žp – žydėjimo pradžia; Paryškinta – patikimi koreliacijos koeficientai, pabraukta – koeficientai kurių Stjudento kriterijus  $t \geq 1,53$

Note: N – 'Nida'; Š – 'Šiaurinė'; F – 'Fėja'; At – start of vegetation; Žp – start of blossom; Bold - reliable coefficient of correlation, underlined – coefficient at Stjudent criterion  $t \geq 1,53$

Pagrindinė priežastis gali būti ta, kad uosiai yra vieni iš vėliausiai sprogstančių medžių rūšių, todėl jų vegetacijos ypatumai labiausiai sutampa su vilkdalgių žydėjimo pradžia. Su vilkdalgių atžėlimo pradžia sinchroniškumas daug mažesnis, o jį apibūdinantys koreliaciniai koeficientai nepatikimi ( $t < 2,0$ ). Uosių iš antrosios vietos (U4) radialiojo prieaugio sinchroniškumas su vilkdalgių fenofazėmis mažas, o su uosių vėlyvojo prieaugio mediena netgi asinchroniška. Mažo sinchroniškumo ir daugiausia asinchroniška

vilkdalgių fenofazių kaita ir su kaštonų iš antrosios vietos (K2) metiniu radialiuoju prieaugiu. Tokį sinchroniškumą tarp uosių bei kaštonų radialiojo prieaugio ir vilkdalgių fenofazių galima paaiškinti vilkdalgių ir medžių augaviečių sąlygų panašumais ir skirtumais. Netgi ąžuolai, augantys skirtingomis hidrologinio režimo ir litologinėmis sąlygomis, į klimato veiksnių poveikį reaguoja skirtingai ir atvirkščiai (Kairaitis, Karpavičius, 1996).

Kadangi vilkdalgiai auga panašiausiomis sąlygomis, kaip uosiai ir kaštonai pirmoje vietoje (U2 ir K2), todėl klimatinės sąlygos turi panašų poveikį ir medžių prieaugiui, ir vilkdalgių fenofazių pradžiai. Mažesnis sinchroniškumas su kaštonų metiniu prieaugiu nei su uosių gali būti paaiškinamas biologinėmis šių medžių savybėmis. Tokia priklausomybė nuo biologinių medžių savybių buvo nustatyta tiriant tuose patčiuose medynuose augančių pušų, turinčių gilią šaknų sistemą, ir eglių, kurių šaknų sistema paviršinė, radialiojo prieaugio reakcijos į klimato sąlygų poveikį ypatumus (Karpavičius ir kt., 1996).

Vilkdalgių fenofazių sinchroniškumas skiriasi net su tos pačios medžių rūšies (ąžuolų) radialiuoju prieaugiu, ir į klimato sąlygų pasikeitimus dažnai reaguoja asinchroniškai. Tai rodo, kad kuo vėliau prasideda vilkdalgių vegetacija, tuo siauresnės rievės suformuoja medžiai. Vilkdalgių fenofazių ir medžių radialiojo prieaugio asinchroniškumas ir jo patikimumas glaudžiai susiję su tiriamųjų medžių amžiumi. Jauni ąžuolai (S11A) su fenofazėmis reaguoja žymiai asinchroniškiau nei seni (KA). Be to, asinchroniškumas priklauso ir nuo ąžuolų išsivystymo klasės. Dėl dides-

nės konkurencijos ąžuolų (S11AM) atsilikusio augimo su vilkdalgių fenofazėmis asinchroniškumas mažesnis nei vyraujančių klasių (S11AS ir S11AN). Tas pats pasakytina apie Kauno ąžuolyne augančių ąžuolų prieaugio asinchroniškumą, kuris mažiausias su pirmoje vietoje augančių ąžuolų prieaugiu (Ką1). Tai susiję su augaviečių skirtumais dėl buvusių hidroterminių sąlygų prieš vilkdalgiams atžaliant ir žydint bei su medžių augimu, ir prasidėjus vegetacijai, skirtingu poveikiu. Labai svarbus dirvožemio hidrologinis režimas augimo pradžioje. Vėliau tos sąlygos labiau kinta, t. y. dažniau susidaro drėgmės ir šilumos trūkumas, ar kurio vieno iš jų perteklius, ką ir patvirtina didelis prieaugio ir žydėjimo pradžios asinchroniškumas.

Be tarpusavio atitikimo tarp lapuočių medžių radialiojo prieaugio ir skirtingų vilkdalgių veislių fenofazių pradžios, reakcijos į klimato sąlygų poveikį nustatymo, buvo atliktas ir šių rodiklių prognozavimo galimybių įvertinimas, t. y. ar galima pagal praėjusių 1 metų radialiojo prieaugio dydį spręsti apie būsimą kitų metų fenofazių pradžią, ir atvirkščiai, – pagal 1 metų fenofazių pradžią spręsti apie būsimą medžių radialųjį prieaugį (4 lentelė).

**4 lentelė.** Koreliaciniai koeficientai tarp praėjusių 1 m metinio radialiojo prieaugio ir einamųjų metų vilkdalgių fenofazių pradžios ir praėjusių 1 m vilkdalgių fenofazių pradžios su einamųjų metų metiniu radialiuoju prieaugiu

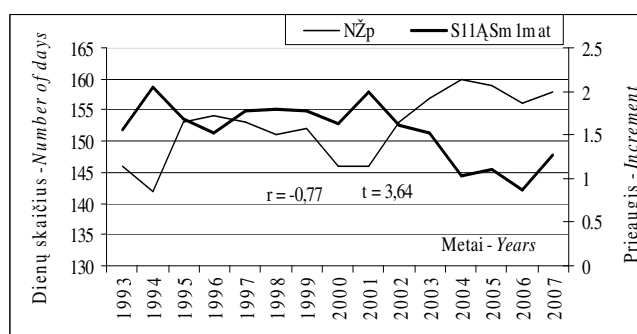
**Table 4.** Coefficients of correlation between annual increment 1 year ago and the start of irises phenophases of current year, and the beginning of irises phenophases 1 year ago to annual (m) radial increment of current year

| Veiksny<br>Factor                                                    | Fenofazės<br>Phenophases | Tyrimo bareliai / Experimental plots |       |              |              |              |              |              |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                                                      |                          | U2m                                  | K1m   | K2m          | S8Am         | SI9Am        | S11ASm       | KA3m         |
| Radialusis prieaugis prieš 1 m.<br>Radial increment 1 year ago.      | NAt                      | <u>0,40</u>                          | 0,39  | -0,08        | <b>-0,63</b> | <b>-0,66</b> | <u>-0,51</u> | <b>-0,53</b> |
|                                                                      | NŽp                      | <b>0,59</b>                          | 0,27  | -0,34        | -0,31        | -0,39        | <b>-0,77</b> | -0,38        |
|                                                                      | ŠAt                      | 0,26                                 | 0,03  | -0,04        | 0,27         | 0,05         | <u>-0,45</u> | -0,25        |
|                                                                      | ŠŽp                      | <u>0,45</u>                          | 0,17  | -0,29        | -0,29        | -0,39        | <b>-0,74</b> | <u>-0,47</u> |
|                                                                      | FAt                      | -0,10                                | 0,08  | -0,04        | -0,18        | -0,23        | -0,21        | -0,38        |
|                                                                      | FŽp                      | 0,20                                 | 0,27  | -0,30        | <u>-0,48</u> | <b>-0,58</b> | <b>-0,55</b> | <b>-0,54</b> |
| Fenofazių pradžia prieš 1 m.<br>Beginning of phenophases 1 year ago. |                          | U2m                                  | K1m   | K2m          | S8Am         | SI9Am        | S11ASm       | KA3m         |
|                                                                      | NAt                      | <u>0,42</u>                          | 0,19  | <b>-0,67</b> | <u>0,47</u>  | 0,27         | <b>-0,51</b> | -0,07        |
|                                                                      | NŽp                      | <b>0,60</b>                          | -0,08 | <u>-0,48</u> | <u>0,40</u>  | 0,39         | <b>-0,54</b> | 0,16         |
|                                                                      | ŠAt                      | 0,19                                 | 0,29  | -0,34        | 0,35         | 0,02         | -0,05        | -0,05        |
|                                                                      | ŠŽp                      | <b>0,63</b>                          | -0,06 | -0,35        | <u>0,43</u>  | 0,38         | <u>-0,47</u> | 0,21         |
|                                                                      | FAt                      | 0,24                                 | 0,42  | 0,00         | 0,23         | -0,05        | 0,03         | -0,10        |
|                                                                      | FŽp                      | <b>0,61</b>                          | 0,16  | -0,30        | 0,21         | 0,19         | <u>-0,49</u> | 0,03         |

Pastaba: N – 'Nida'; Š – 'Šiaurinė'; F – 'Fėja'; At – vegetacijos pradžia; Žp – žydėjimo pradžia; Paryškinta – patikimi koreliacijos koeficientai, pabraukta – koeficientai kurių Stjudento kriterijus  $t \geq 1,53$

Note: N – 'Nida'; Š – 'Šiaurinė'; F – 'Fėja'; At – start of vegetation; Žp – start of blossom; Bold - reliable coefficient of correlation, underlined – coefficient at Student criterion  $t \geq 1,53$

Atlikta koreliacinė analizė tokią galimybę patvirtino, kad tiek pagal praėjusių 1 metų rėvių pločių dinamiką galima spręsti apie būsimą kitų metų vilkdalgių fenofazių pradžią, taip pat pagal praėjusių 1 metų fenofazių pradžią galima numatyti būsimą radialiojo prieaugio dydį, ypač pagal 1 metų rėvių pločių dinamiką (3 pav.). Kuo praėjusiais metais susiformavo siauresnė rievė, tuo didesnė tikimybė, kad einamaisiais metais vėliau prasidės vilkdalgių vegetacija, nes ji yra susijusi ne tik su tų metų klimatinėmis sąlygomis, bet ir su buvusiomis, t. y. kaip pasirošė naujam augimo sezonui. Tai patvirtina ir anksčiau aptarta vilkdalgių priklausomybė nuo klimato sąlygų.



**3 pav.** Šilėnų girininkijoje augančių praėjusių metų ąžuolų metinės medienos (S11ASm 1 m. at) radialiojo prieaugio ir einamųjų metų vilkdalgių veislės 'Nida' žydėjimo pradžios (NŽp) dinamika

**Fig. 3.** Dynamics of oaks annual increment (1 m. S11ASm at) in Šilėnai Forestry 1 year ago and start of irises 'Nida' blossom in the current year (NŽp)

Išaiškėjus reakcijos medžių radialiojo prieaugio ir vilkdalgių fenofazių pradžios į klimato sąlygų pasikeitimus sinchroniškumas ir asinchroniškumas taip pat rodo, kad norint pritaikyti tokią prognozavimo galimybę, reikia įvertinti daugelį radialiojo prieaugio ir fenofazių tarpusavio ryšių. Pirmiausiai šie ryšiai susiję su medžių biologinėmis savybėmis ir augaviečių sąlygomis. Žemiausias sinchroniškumas nustatytas tarp kaštonu praėjusių 1 metų metinio radialiojo prieaugio ir kitų metų fenofazių pradžios, o vieno džiausiai reaguoja panašiomis sąlygomis augančių medžių praėjusių 1 metų prieaugis ir būsima fenofazių pradžia. Tai rodo uosių (U2m) radialiojo prieaugio reakcijos į klimato sąlygų pasikeitimus ir aptartų vilkdalgių fenofazių atitiktis.

Tarp praėjusių 1 metų ąžuolų metinio radialiojo prieaugio ir būsimo kitų metų vilkdalgių fenofazių pradžios daugiausiai dominuoja asinchroniška dinamika kaita, ypač su vilkdalgių žydėjimo pradžia, o labiausiai su 'Fėjos' atžėlimo pradžia. Su šios veislės atžėlimo pradžia nesinchroniškas ir kitų medžių rūšių prieaugis. Viena iš priežasčių – mažas šios veislės fenofazės atžėlimo diapazonas, nes atžėlimas prasideda vėliausiai, kai dar yra pakankamai drėgmės, ir mažiau pasireiškia neigiamas temperatūrų poveikis.

Sinchroniškumas tarp būsimo einamųjų metų prieaugio ir praėjusių 1 metų vilkdalgių fenofazių yra mažesnis ir nevienodas: asinchroniškas su kaštonais iš antros tyrimų vietos (K2m) ir su ąžuolais, augančiais tyrimo barelyje S11AŠm. Tuo tarpu su ąžuolais iš tyrimo barelių S8AŠm ir S19AŠm augimo eiga yra sinchroniška. Tai irgi galima paaiškinti tirtų ąžuolų augaviečių skirtumais, nors būtų tikslinga turėti vandens lygio kaitos duomenis bent iš kelių skirtingų vietų.

Atlikti sinchroniškumo tyrimai būsimo medžių prieaugio ir būsimo fenofazių pradžios prognozavimo galimybes patvirtino. Tyrimai, apimantys platesnį augalijos fenofazių diapazoną ir daugiau medžių rūšių radialiųjų prieaugį yra perspektyvūs būsimo klimatinėms sąlygoms bei jų poveikiui medžių radialiajam prieaugiui, ir augmenijos fenofazių eigai prognozuoti.

## Išvados

1. Medžių radialusis prieaugis ir vilkdalgių fenofazių pradžia glaudžiai susiję su medžių augavietės sąlygomis, jų hidrologiniu režimu ir medžių užimama padėtimi medyne. Vyraujančių medžių radialiojo prieaugio reakcijos į klimato sąlygų pasikeitimus asinchroniškumas su vilkdalgių atžėlimo ir žydėjimo pradžios fenofazėmis yra didesnis nei su atsilikusio augimo medžių radialiuoju prieaugiu.

2. Nustatyta, kad skirtingų vilkdalgių veislių fenofazių pradžia labiausiai susijusi su žiemos, pavasario ir visų hidrologinių metų vidutinėmis temperatūromis ir kritulių kiekiu. Kuo žemesnės minėtų laikotarpių temperatūros ir mažiau kritulių, tuo tirtų vilkdalgių vegetacija prasideda vėliau. Atžėlimo pradžia su žiemos ir pavasario temperatūromis, t. y. buvusios pasiruošimo vegetacijai sąlygos, turi didesnę poveikį nei tolesnės vegetacijos metu. Kuo mažiau iškrenta kritulių žiemą, tuo giliau įšala dirvožemiai, vėliau

išeina įšalas, vėliau susidaro tinkamos sąlygos vegetacijai, tuo vėliau prasideda ir vilkdalgių atžėlimas.

3. Skirtingų vilkdalgių veislių žydėjimo fenofazės pradžia su medžių radialiojo prieaugio dinamika turi didesnę sinchroniškumo lygį, todėl yra patikimesnis būsimo radialiojo prieaugio prognozavimo rodiklis.

4. Medžių radialiojo prieaugio sinchroniškumo su vilkdalgių atžėlimo ir žydėjimo fenofazių kaita tyrimai parodė, kad galima tiksliau įvertinti klimato veiksnius, labiausiai lemiančius būsimo prieaugio dydį ir kartu patikslinti prognozavimo patikimumą, todėl rekomenduotini tolesni tyrimai, apimantys daugiau medžių rūšių ir įvairesnės daugiametės augalijos fenofazių kaitos duomenų.

## Literatūra

1. AHAS, R. 1999. Long-term phyto-, ornito- and ichthyophenological time series analysis in Estonia. *International Journal of Biometeorology*, nr. 42(3), p. 119–123.
2. BARONIENĖ, V.; ROMANOVSKAJA, D. 2005. Klimato šiltėjimo įtaka augalų sezoniniam vystymuisi Lietuvoje 1961–2003 metais. *Vagos: mokslo darbai*, nr. 66(19), p. 24–32.
3. BITVINSKAS, T. 1989. Prognosis of tree growth by cycles of solar activity. *Methods of Dendrochronology*. London; Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 332–338.
4. DEFILA, C.; CLOT, B. 2001. Phytphenological trends in Switzerland. *International Journal of Biometeorology*, nr. 45(4), p. 203–207.
5. EMBERLIN, J.; DETANDT, M.; GEHRIG, R. 2003. Responses in the start of *Betula* (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe. *International Journal of Biometeorology*, nr. 47(2), p. 113–115.
6. KAIRAITIS, J.; KARPAVIČIUS, J. 1996. Radial growth peculiarities of oak (*Quercus robur* L) in Lithuania. *Ekologija*, nr. 4, p. 12–19.
7. KARPAVIČIUS, J.; KAIRAITIS, J.; YADAV, R.R. 1996. Influence of Temperature and Moisture on the Radial Growth of Scots Pine and Norway Spruce in Kaunas, Lithuania. *The Korean Journal of Ecology*, 19(4), p. 285–294.
8. KARPAVIČIUS, J. 2001. Specifics of tree growth in Lithuania and its dependence on various factors. *Palaeobotanist*, vol. 50, p. 95–99.
9. KARPAVIČIUS, J. 2004. Possibilities for the forecast of tree radial growth and agricultural crop productivity. *Ekologija*, nr.1, p.12–15.
10. KARPAVIČIUS, J.; VITAS, A.; VARKULEVICIENE, J.; STANKEVICIENE, A. 2007. Possibilities of Bioecological Methods for the Forecast of Tree Radial Growth. *Vagos: mokslo darbai*, nr. 75(28), p. 48–53.
11. KARPAVIČIUS, J.; VARKULIAVIČIENĖ, J. 2008. Hibridinio vilkdalgio (*Iris hybrida hort.*) fenofazių ryšiai su medžių radialiuoju prieaugiu. Iš *Žmogaus ir gamtos sauga*. Akademija, D. 2, p.129–132.
12. KARPAVIČIUS, J.; ŽEIMAVIČIUS, K. 2008. Augalų pavasarinų fenofazių ryšiai su medžių radialiuoju prieaugiu. *Miškininkystė*, nr.1 (63), p. 29–38.
13. KARPAVIČIUS, J.; ŽEIMAVIČIUS, K. 2009. Abiotinių ir biotinių veiksnių įtaka paprastojo kaštono (*Aesculus hippocastanum* L) būklei. Iš *Žmogaus ir gamtos sauga*. Akademija, D. 3, p. 121–124.
14. NACEVIČIUS, S. 1975. *Taikomoji fenologija*. Vilnius, 185 p.
15. STRAVINSKIENĖ, V. 2002. *Klimato veiksnių ir antropogeninių aplinkos pokyčių dendrochronologinė indikacija*. Kaunas: Lututė, 175 p.
16. ŽENAUSKAS, K.; SONGAILIENĖ, A. 1985. *Tyrimo duomenų biometrinis vertinimas*. Vilnius: Mokslas, 167 p.
17. YADAV, R.R.; NAKUTIS, E.; KARPAVIČIUS, J. 1991. Growth variability of Scotch pine in Kaunas region of Lithuania and an approach towards its long term predictability. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung*. Berlin, vol. 31, iss. 2, p. 71–77.
18. ЗАЙЦЕВ, Г. 1973. *Методика биометрических расчетов*. Москва: Наука, 256 с.
19. КАРПАВИЧЮС, Й. 1986. Связь изменчивости радиального прироста сосны обыкновенной с морфологическими признаками. *Дендрохронология и дендроклиматология*. Новосибирск. Наука, с.86–90.

## Relations between Radial Increment of Deciduous Trees and Hybrid Irises Phenophases and Their Predictability Rating

### Summary

The objects of this research – three Lithuanian varieties of hybrid irises (*Iris hybrida* hort.) grown in VMU Kaunas Botanical Garden in 1993–2009 and yearly radial increment of plain oak (*Quercus robur* L.), plain ash (*Fraxinus excelsior* L.), and plain chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.). The chosen irises varieties differ in growth and flowering time: early variety – 'Nida', medium late –

'Šiaurinė' and the late variety – 'Fėja'. The study established that beginning of different irises varieties phenophases is related to the average temperatures and precipitation levels in winter, spring and during the entire hydrological year. Negative correlation coefficients for both the temperatures and the precipitation predominate. The lower temperature and precipitation level, the later vegetation of the tested irise varieties starts. Correlation of beginning of vegetation with winter temperature ( $r > -0.51$ ,  $t = 2.0$ ) and spring temperature ( $r > -0.70$ ,  $t = 3.1$ ) is particularly important, i.e. the former pre-vegetation conditions have a greater impact than those of the following vegetation period. Tree radial increment shows very similar reaction to the same climatic conditions, and the dependence on climatic factors of the individual periods is closely related to habitat conditions. The research established the existence of strong relations between radial increment of trees and beginning of individual irises varieties phenophases, where habitat conditions and trees' position in stands also play an important role.

Evaluation of dependence of irises vegetation and flowering phenophases and deciduous trees radial increment on climatic factors, habitat litological composition and water occurrence depth enables to give a more accurate assessment of climatic factors which largely determine the future increment, and, at the same time, to predict the width of the next year radial increment and beginning of irises phenophases, as well as to clarify the natural environment forecasting reliability.

*Iris, phenophases, radial increment, dependence, forecasting.*

Йонас Карпавичюс, Юдита Варкулявичене

### Связи между радиальным приростом лиственных деревьев и фенофазами гибридных ирисов и оценка возможностей их прогнозирования

#### Резюме

Объект исследования данной работы – растущие в Каунасском ботаническом саду Университета Витаутаса Великого с 1993 по 2009 гг. три сорта литовских гибридных ирисов (*Iris hybrida* hort.), отличающихся активностью вегетации и цветения (ранний сорт 'Nida', среднепоздний 'Šiaurinė' и поздний 'Fėja'), и погодовой прирост деревьев: дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.), ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.), каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.). В ходе исследований установлено, что начало фенофаз отдельных сортов ирисов связано с количеством осадков и средней температурой в зимний, весенний периоды и всего гидрологического года. В большинстве случаев преобладают отрицательные коэффициенты корреляции, связанные с температурой и осадками. Чем ниже температура и чем меньше количество осадков за упомянутые периоды, тем позже начинается вегетация исследуемых сортов ирисов. Особенно начало вегетации связано с зимними ( $r > -0.51$ ;  $t = 2.0$ ) и весенними температурами ( $r > -0.70$ ;  $t = 3.1$ ), т.е. предшествующие вегетации подготовительные условия имеют большее влияние, чем во время дальнейшей вегетации.

Подобным же образом на климатические условия реагирует радиальный прирост деревьев и их зависимость от отдельных факторов климатических периодов, тесно связанных с условиями места произрастания. Также установлено, что существует тесная связь между радиальным приростом деревьев и началом фенофаз отдельных сортов ирисов, зависящая от условий места произрастания и места, занимаемого деревом в древостое.

Оценив вегетацию и фенофазы цветения ирисов, а также зависимость радиального прироста лиственных деревьев от климатических факторов, литологического состава места произрастания и от глубины водных залежей, можно точнее оценить условия, определяющие будущий прирост, и в то же время прогнозировать величину радиального прироста и начало фенофаз ирисов, кроме того, уточнить достоверность прогнозирования природной среды.

*Ирисы, фенофазы, радиальный прирост, зависимость, прогнозирование.*

Gauta 2009 m. lapkričio mėn., atiduota spaudai 2009 m. gruodžio mėn.

---

**Jonas KARPAVIČIUS.** Vytauto Didžiojo universitetas, Gamtos mokslų fakultetas, Aplinkos tyrimų centras. Agrarinių mokslų daktaras. Adresas: Ž. E. Žilibero 2, LT-46324 Kaunas, Lietuva, Tel.: 8-37 390955; el-paštas: [j.karpavicius@gmf.vdu.lt](mailto:j.karpavicius@gmf.vdu.lt).

**Judita VARKULEVIČIENĖ.** Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sodas, biomedicinos mokslų daktarė. Adresas: Ž. E. Žilibero g. 6, LT-46324 Kaunas. Tel. (8 37) 39 00 33, el. paštas: [j.varkuleviciene@bs.vdu.lt](mailto:j.varkuleviciene@bs.vdu.lt)

**Jonas KARPAVIČIUS.** Doctor of Agricultural Sciences, Environmental Research Centre. Faculty of Nature Sciences,

Vytautas Magnus University Address: Ž. E. Žilibero 2, LT-46324 Kaunas, Lithuania, phone: 8-37 390955; el-mail: [j.karpavicius@gmf.vdu.lt](mailto:j.karpavicius@gmf.vdu.lt),

**Judita VARKULEVIČIENĖ.** Doctor of biomedical sciences, Kaunas Botanical Garden of Vytautas Magnus University. Address: Ž. E. Žilibero 6, LT – 46324 Kaunas. Phone +370 3739 0033, e-mail: [j.varkuleviciene@bs.vdu.lt](mailto:j.varkuleviciene@bs.vdu.lt)