

Vilkdalgių fenofazių prognozavimas, remiantis medžių radialiojo prieaugio ypatumais

Jonas Karpavičius¹, Judita Varkulevičienė*²

¹Vytauto Didžiojo universiteto Gamtos mokslų fakultetas

²Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sodas

Ž. E. Žilibero g. 6, LT-46324 Kaunas. El. paštas j.varkuleviciene@bs.vdu.lt

(Gauta 2015 m. sausio mėn.; atiduota spaudai 2015 m. balandžio mėn.; prieiga internete nuo 2015 m. gegužės 04 d.)

Anotacija

VDU Kauno botanikos sode 1993–2010 m. tirtos 3 vilkdalgio (*Iris* L.) genties augalų rūšys (*Iris pumila* L., *Iris hybrida* hort., *Iris spuria* L.), kurios skiriasi vegetacijos ir žydėjimo ankstyvumu. Ankstyva rūšis – *Iris pumila*; vidutinio vėlyvumo – *Iris hybrida* hort., vėlyvoji rūšis – *Iris spuria* ir medžių – *Aesculus hippocastanum* L. bei *Fraxinus excelsior* L., pamatinis radialusis prieaugis. Tiriant nustatyta, kad atskirų vilkdalgių rūšių 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 žemesnė minėtų laikotarpių temperatūra ir mažiau kritulių, tuo tirtųjų vilkdalgių vegetacija prasideda vėliau, ypač vegetacijos pradžia su žiemos ($r > -0.50$; $t = 1,9$) ir pavasario temperatūromis ($r > -0.69$; $t = 2,9$). Didesnį poveikį turi sąlygos vegetacijos pradžia nei tolimesnės sąlygos vegetacijos metu.

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 veiksnius, daugiausiai lemiančius būsimą prieaugio dydį, ir kartu prognozuoti būsimą kitų metų radialiojo prieaugio plotį ir vilkdalgių fenofazių pradžią, taip pat patikslinti gamtinės aplinkos prognozavimo patikimumą.

Reikšminiai žodžiai: vilkdalgiai, fenofazės, radialusis prieaugis, priklausomybė, prognozavimas.

Abstract

The objects of this research work are three plant species of the genus *Iris* L. (*Iris pumila* L., *Iris hybrida* hort., *Iris spuria* L.) growing in VMU Kaunas Botanical Garden during 1993 – 2010 which differ in earliness of vegetation and flowering. Early type – *Iris pumila*; medium late – *Iris hybrida* hort., late type – *Iris spuria* and trees – *Fraxinus excelsior* L., *Aesculus hippocastanum* L. annual radial growth. Research results show that different varieties of irises start phenophases associated with winter, spring and all the hydrological year average temperatures and precipitation levels. The most predominant are negative correlation coefficients with temperature and precipitation. The lower the levels of temperatures and precipitation during the periods mentioned above the later vegetation of researched irises is, especially in the beginning of winter vegetation ($r > -0,50$, $t = 1,9$) and spring temperature ($r > -0,69$ $t = 2,9$), i.e. former pre-vegetation conditions have a greater impact than the growth during the follow-up.

The assessment of vegetation and flowering of irises' phenophases and deciduous trees radial gain dependence on climatic factors, habitat lithological composition and the depth of water occurrence enables to estimate climatic factors more precisely that largely determine the future size and growth at the same time predicting the forthcoming radial increment width and the beginning of irises' phenophases as well as specify reliability of natural environment prediction.

Key words: *Iris*, phenophases, radial growth, dependence, prediction.

Įvadas

Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sode vilkdalgių ekspozicija užima 12 arų plotą, o kolekcija 11 arų plotą, čia auga 100 taksonų. Tai daugiamečiai žoliniai šakniastiebiniai augalai, todėl galima vykdyti jų vystymosi ilgamečius stebėjimus toje pačioje vietoje, tai leidžia patikimai įvertinti įvairių veiksnių poveikį įvairiose jų vystymosi fazėse.

Tyrimams buvo parinktos trys vilkdalgio (*Iris* L.) genties augalų rūšys, kurios skiriasi vegetacijos ir žydėjimo ankstyvumu. *Iris* L. augalų kero vegetacija paprastai prasideda balandžio mėn. pradžioje, o žydėti augalai pradeda gegužės antroje pusėje, žydi iki birželio mėn. pabaigos.

Šioje grupėje ankstyva rūšis – *Iris pumila* pradeda žydėti gegužės mėn. 10–20 d. *Iris hybrida* – yra vidutinio vėlyvumo (gegužės mėn. 20–30 d.), o vėlyviausiai, birželio mėn. 20–30 d, pražysta *Iris spuria* rūšies augalai.

Ypač daug informacijos apie gamtines aplinkos sąlygas yra sukaupta medžių rievėse, todėl praėjusio šimtmečio antroje pusėje labai intensyviai buvo pradėti medžių radialiojo prieaugio ir jo priklausomybės nuo įvairių veiksnių tyrimai. Nustatytieji 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, 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), taip pat Lietuvoje (Nacevičius, 1975; Baronienė, Romanovskaja, 2005).

Kaip medžių radialiojo prieaugio dydis ir jo dinamika susijusi su žolinės ir sumedėjusios augmenijos fenologinėmis fazėmis, dar tik pradedama 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 1993–2010 m. vilkdalgių (*Iris L.*) genties rūšių (*Iris pumila L.*, *Iris hybrida hort.*, *Iris spuria L.*) augalai ir medžių *Aesculus hippocastanum L.* bei *Fraxinus excelsior L.* pametinis radialusis prieaugis.

Šio darbo tikslas – *Iris L.* genties trijų rūšių vegetacijos ir žydėjimo pradžios fenofazių priklausomybės nuo klimatinių veiksnių analizė bei medžių rūšių radialiojo prieaugio ryšių su jomis nustatymas ir gamtinės aplinkos prognozavimo galimybių įvertinimas.

Tyrimo metodika (metodai)

Iris L. genties augalai pasodinti atvirame žemės plote eilėmis 30–40 cm atstumu, saulėtoje vietoje, gerai įdirbtoje, vidutinio derlingumo ir gerai vandenį praleidžiančioje dirvoje. Tai lengvo priemolio dirvos sluoksnis, siekiantis iki 40 cm, kurio pH 6–7, o gruntinis vanduo iki 1 m.

Dėl labai ankstyvo vilkdalgių atžėlimo, kai dar neprasidėjęs medžių augimas, koreliacinių koeficientų skaičiavimams su medžių radialiuoju prieaugiu buvo naudojami praėjusių metų prieaugio duomenys, labiausiai atspindintys, kaip vilkdalgių fenofazių pradžia susijusi su pasiruso šiuo metų vegetacijai. Su einamųjų metų ankstyvuoju prieaugiu tebuvo lyginama tik vilkdalgių žydėjimo pradžios duomenys, nes tuo metu ankstyvoji rievės dalis yra įpusėjusi formotis arba yra jau visiškai susiformavusi *Iris spuria* žydėjimo metu, ir vyksta tik vėlyvosios medienos augimas.

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

Patikimam duomenų palyginimui, fenofazių pradžia buvo perskaičiuota į dienų skaičių, nuo kiekvienų metų sausio 1 d.

Tyrimams buvo pasirinktos tos medžių rūšys, iš kurių dendropavyzdžiai (gręžinėliai) paimti ne vėliau kaip 2007 m. ir 2009 metais, kad turimos medžių rievė ir fenofazių sekos persidengtų per kiek galima ilgesnį laiko tarpą, tai turi esminės įtakos rezultatų patikimumui. Vėliausiai rinkti dendrochronologiniams tyrimams pavyzdžiai iš *Aesculus hippocastanum* bei *Fraxinus excelsior* medžių rievė.

Duomenų palyginimui platesniu aspektu *Aesculus hippocastanum* ir *Fraxinus excelsior* dendropavyzdžiai paimti VDU Kauno botanikos sodo parke. Dviejose vietose buvo atlikti dirvožemio litologiniai bei vandens slūgsojimo gylio tyrimai, naudojant dirvožemio grąžtą. Pirmojoje tyrimo vietoje, netoli pastato po 20–40 cm humusingo sluoksnio rasta molio su drėgnais,

nestorais smėlio tarpais, o vanduo buvo 110 cm gylyje. Šiame plote auga dalis tirtų *Aesculus hippocastanum* (K1) bei *Fraxinus excelsior* (U2). Antrojoje vietoje, ~ 50 m už pastato, humusingasis sluoksnis plonesnis. Giliau, nuo 60 cm, molis 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 *Aesculus hippocastanum* (K2) ir *Fraxinus excelsior* (U4). Pakartotinai gręžiant 2008 m. vėly 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 nemažiau kaip 10 medžių kamienai buvo pragręžti amžiaus (Preslerio) gražtu ir paimti dendropavyzdžiai (gręžinėliai). Gręžinėliai daugiausiai imti iš vidutinių ir normalių selekcinų kategorijų uosių, nes, kaip nustatyta (Karpavičius, 1986), šių kategorijų medžiai geriausiai atspindi klimato sąlygų poveikio ypatumus.

Aesculus hippocastanum rievių pločiai, atskirai vėlyvosios ir ankstyvosios medienų, o *Fraxinus excelsior* metinės medienos išmatuoti 0,05 mm tikslumu, naudojant stereomikroskopą MBS 9. Tolimesniame etape, iš individualių medžių pametinių rievių matavimo duomenų apskaičiavus vidurkį, kiekvienam tyrimo objektui sudarytos atskiros radialiojo priaugio rievių serijos, kurių duomenys naudoti tolesnio tyrimo metu.

Duomenų priklausomybės nuo klimato veiksnių panaudota Kauno meteorologinės stoties daugiamečių stebėjimų sekos už hidrologinius metus, nuo praeitų metų rugsėjo mėn. 1 d. iki einamųjų metų rugpjūčio mėn. 31 d. Naudota praeito 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.

Tolimesnė duomenų analizė atlikta naudojant Excel programų paketą, gautųjų koreliacinių koeficientų patikimumas įvertintas pagal Tarakanovo (1999) aprašytą metodiką.

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas.

Kaip matome iš 1 lentelės duomenų, daugiausiai kinta *Iris pumila* (Ip) vegetacijos (21 d; $\sigma = 6,39 \pm 1,09$) ir *Iris spuria* (Is) žydėjimo pradžios (25 d; $\sigma = 7,29 \pm 1,24$) pametinis dienų skaičius. O *Iris hybrida* (Ih) abiejų fenofazių pametinė kaita skiriasi mažiau, tai rodo jų variacijos koeficientai, atskirais atvejais tesiekiantys 21,5 %.

Labiausiai kinta *Iris hybrida* abiejų fenofazių pradžios duomenys. Šis vilkdalgis užima tarpinę padėtį tarp kitų analizei naudotų vilkdalgių fenofazių atžvilgiu. Jo atžėlimas prasideda vėliausiai, o žydėjimas užima tarpinę padėtį. Pametinė fenofazių kaita yra didžiausia, tai rodo vidutinis kvadratinis nukrypimas. Atžėlimo pradžios $\sigma = 5,58 \pm 1,09$, o žydėjimo $\sigma = 4,95 \pm 0,97$ (1 lentelė).

1 lentelė. Atskirų vilkdalgių veislių atžėlimo (At) ir žydėjimo (Žp) pradžios statistiniai rodikliai
Table 1. Statistical indicators of separate *Iris* species at beginning of vegetation (At) and blooming (Zp)

Statistiniai rodikliai	<i>Iris pumila</i>		<i>Iris hybrida</i>		<i>Iris spuria</i>	
	At	Žp	At	Žp	At	Žp
M	91,1	128,1	105,8	158,2	98,2	188,3
Max	100	133	115	164	100	192
Min	85	121	99	148	92	184
σ	4,81±0,94	3,18±0,62	5,58±1,09	4,95±0,97	2,08±0,41	2,55±0,50

Ne ką mažiau σ kinta ir *Iris pumila* pametinė atžėlimo kaita. Kaip tik šios veislės vilkdalgis atželia ir pradeda žydėti anksčiausiai. Mažiausiai kinta vilkdalgio *Iris spuria* tiek atžėlimo, tiek ir žydėjimo fenofazės, nors tarp jų pradžios yra pats didžiausias skirtumas, vidutiniškai 90 dienų. Šie skirtumai sukelia ir nevienodą fenofazių kaitos poveikį klimato sąlygoms (2 lentelė).

2 lentelė. Koreliaciniai koeficientai tarp skirtingų laikotarpių klimato veiksnių ir atskirų vilkdalgių veislių fenofazių pradžios
Table 2. Correlation coefficients between different periods' climatic conditions and separate *Iris* species' beginning of phenophases

Fenofazė	Klimato veiksnys	Klimatiniai periodai prieš 1 metus						Einamųjų metų klimatiniai periodai				
		VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
		<i>Iris pumila</i>						<i>Iris pumila</i>				
At	t	-0,49	0,08	-0,49	-0,08	-0,19	-0,35	-0,09	0,12	-0,39	-0,14	0,09
	k	0,17	-0,34	-0,13	0,03	0,21	0,07	-0,36	-0,09	-0,39	-0,06	0,16
Žp	t	-0,20	0,12	0,03	-0,17	-0,22	-0,13	-0,08	0,14	-0,11	-0,01	-0,36
	k	-0,26	0,04	0,16	0,02	-0,16	0,10	-0,07	0,12	-0,05	0,27	0,15
		<i>Iris hybrida</i>						<i>Iris hybrida</i>				
At	t	-0,15	0,12	0,25	0,18	-0,35	-0,15	-0,24	-0,41	-0,15	-0,27	–
	k	-0,58	0,16	0,25	-0,13	-0,46	-0,52	-0,06	-0,21	-0,11	0,07	–
Žp	t	-0,02	0,01	0,54	-0,21	-0,14	0,26	-0,29	-0,39	-0,13	-0,22	-0,56
	k	-0,47	0,43	-0,01	0,18	-0,83	-0,04	0,03	-0,22	0,17	0,07	0,27
		<i>Iris spuria</i>						<i>Iris spuria</i>				
At	t	-0,15	-0,11	-0,03	-0,06	0,25	0,33	0,52	0,33	0,16	0,39	–
	k	0,15	0,19	-0,39	0,16	0,06	0,39	0,03	0,09	0,17	0,27	–
Žp	t	-0,45	0,05	0,03	0,16	-0,20	0,12	0,01	-0,03	-0,36	-0,06	-0,39
	k	-0,44	0,20	0,09	-0,20	-0,19	-0,09	-0,06	-0,15	-0,01	0,19	0,47

Pastaba: At – atžėlimas; Žp – žydėjimo pradžia; t – temperatūra; k – krituliai. Paryškinta – patikimi ir artimi koreliaciniai koeficientai ($r \geq -0,49$ ir $-0,58$).

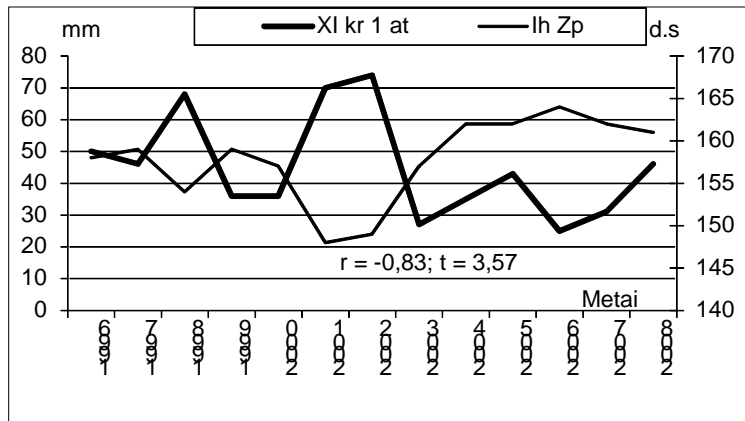
Note: At – beginning of vegetation; Žp – blooming; t – temperature; k – rainfall. Bolded – reliable correlation coefficients ($r \geq -0,49$ ir $-0,58$).

Daugiausiai dominuoja žemi koreliaciniai koeficientai, nes *Iris* L. fenofazių pradžia priklauso ne vien nuo kurio tai metų laikotarpio klimato sąlygų, o yra ištęstinis procesas, kuriame svarbų poveikį turi buvusios klimatinės sąlygos, t. y. kaip konkretaus laikotarpio metu sugebėjo pasiroditi tolimesniam vystymuisi. Šį teiginį patvirtina palyginti aukšti koreliaciniai koeficientai su buvusiomis prieš vienus metus liepos mėnesio klimatinėmis sąlygomis. Tai *Iris pumila* atžėlimo pradžios priklausomybė nuo šio mėnesio temperatūros ($r = -0,49$), *Iris hybrida* atžėlimo ir žydėjimo pradžios priklausomybė nuo kritulių ($r = -0,58$, ir $-0,47$), *Iris spuria* žydėjimo pradžios priklausomybė ir nuo temperatūros, ir nuo kritulių ($r = -0,45$ ir $-0,44$). Šie koeficientai su liepos mėnesio temperatūromis ir krituliais rodo, kad kuo šiltesnis buvo liepos mėn., kuo jo metu iškrito daugiau kritulių, tuo palankesnės susidarė sąlygos kitų metų vilkdalgių atžėlimo bei žydėjimo pradžia. Todėl prieš vienus metus liepos mėnesio klimatinės sąlygas galima priskirti prie vienu iš pagrindinių, lemiančių būsimą vilkdalgių fenofazių pradžią.

Iš kitų mėnesių ypač svarbų vaidmenį turi lapkričio mėnesio krituliai *Iris hybrida* žydėjimo pradžia (1 pav.).

Kuo daugiau kritulių iškrenta lapkričio mėn., tuo anksčiau *Iris hybrida* pradeda atželti ir žydėti. Analogiškas poveikis šios veislės atžėlimo pradžia ir gruodžio mėnesio kritulių ($r = -0,52$).

Jeigu iš klimatinių sąlygų prieš vienus metus ryškesnį poveikį turėjo krituliai, tai einamųjų metų atskirais laikotarpiais išsiskiria temperatūrų poveikis. Iš jų paminėtina vasario mėn. temperatūrų poveikis *Iris hybrida* atžėlimo ir žydėjimo pradžia ir ypač gegužės mėn. temperatūrų įtaka visų vilkdalgių žydėjimo pradžia (2 lentelė). Kuo aukštesnės gegužės mėn. temperatūros, tuo vilkdalgiai pražysta anksčiau, bet kuo daugiau iškrenta kritulių šį mėnesį, tuo žydėjimo pradžia prasideda vėliau. Baigiant klimatinių sąlygų poveikio analizę vilkdalgių atžėlimo ir žydėjimo pradžia reikia pažymėti, kad labiausiai pagal koreliacinio koeficiento ženklą skyrėsi *Iris spuria* reakcija į šį poveikį, o jautriausiai reagavo *Iris hybrida* fenofazių pradžia.



1 pav. Prieš vienus metus lapkričio mėnesio kritulių (XI kr 1 at) ir *Iris hybrida* žydėjimo pradžios (Ih Zp) kaitos pamatinės dinamikos ir jų tarpusavio ryšys

Fig. 1. Interplay between the precipitation of the last year November (XI kr 1 at) and the beginning of *Iris hybrida* blooming fluctuation annual dynamics

Kartu reikia pažymėti, kad buvusios klimatinės sąlygos prieš vienus metus turi įtaką ir būsimam medžių radialiniam prieaugiui, radialiojo prieaugio reakcija priklauso ir nuo medžių rūšies (Karpavičius, 2001; Karpavičius, Žeimavičius, 2004), todėl apžvelkime vilkdalgių fenofazių pradžios ir skirtingų medžių rūšių radialiojo prieaugio reakcijos panašumus ir skirtumus į tų pačių klimatinė sąlygų poveikį.

3 lentelė. Koreliaciniai koeficientai tarp Kauno botanikos sode augančių medžių radialiojo prieaugio ir skirtingų vilkdalgių rūšių atžėlimo ir žydėjimo pradžios fenofazių

Table 3. Correlation coefficients between Kaunas Botanical Garden trees' radial increase and different species of *Iris* beginning of vegetation and blooming phenophases

Tyrimo bareliai	<i>Iris pumila</i>		<i>Iris hybrida</i>		<i>Iris spuria</i>	
	At	Žp	At	Žp	At	Žp
1	2	3	4	5	6	7
BSU2a	–	0,02	–	0,67	–	0,26
BSU2a 1 at	-0,34	-0,08	<u>0,55</u>	0,60	-0,08	0,48
BSU2v 1 at	-0,38	-0,46	0,17	0,22	0,16	0,08
BSU2m 1 at	-0,39	-0,38	0,27	0,33	0,11	0,18
BSU4a	–	0,76	–	0,37	–	0,69
BSU4a1 1 at	<u>0,54</u>	<u>0,56</u>	0,35	0,13	<u>-0,52</u>	<u>0,55</u>
BSU4v 1 at	0,29	0,30	0,24	0,24	<u>-0,50</u>	0,28
BSU4 m 1 at	0,36	0,36	0,27	-0,01	<u>-0,51</u>	0,35
BSKa	–	-0,34	–	-0,77	–	-0,60
BSKa 1 at	0,25	-0,33	-0,41	-0,72	-0,15	-0,48
BSKv 1 at	-0,01	-0,40	-0,19	-0,80	-0,16	<u>-0,56</u>
BSKm 1 at	0,04	-0,41	-0,24	-0,82	-0,17	<u>-0,57</u>
BSK1						<u>0,53</u>
BSK1 1 at	0,37	0,40	-0,10	-0,16	-0,02	0,15
BSK2						0,02
BSK2 1 at	0,15	-0,21	-0,03	-0,20	0,23	-0,03

Pastaba: paryškinta – patikimi koreliaciniai koeficientai ($r \geq 0,60$); pabraukta – artimi patikimiems koeficientai ($r \geq 0,50$; $t \geq 1,74$).

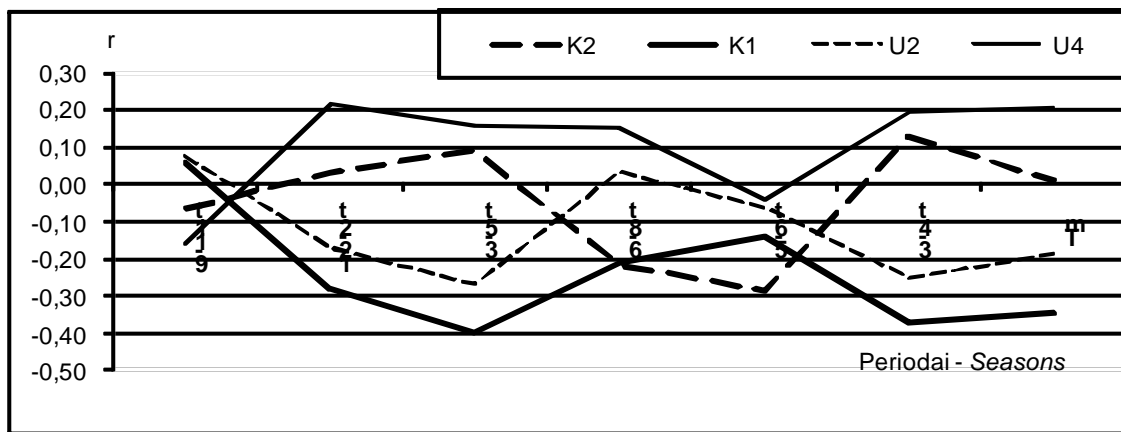
Note: bolded – reliable correlation coefficients ($r \geq 0,60$); underlined – coefficients close to reliable ($r \geq 0,50$; $t \geq 1,74$).

Kaip matome iš 3 lentelės duomenų, tiek medžių radialusis prieaugis, tiek atskirų *Iris* L. rūšių fenofazių pradžia į klimato sąlygų pasikeitimus reaguoja gan sinchroniškai arba asinchroniškai. Tai

patvirtina nemaža dalis patikimų ir artimų jiems koreliacinių koeficientų, kurie vertinant pagal G. Zaicevo metodiką (1973) esant 95 % tikimybei (P) patikimi koreliaciniai koeficientai yra tie, kurie nemažesni kaip $\pm 0,60$, o jų Stjudento kriterijus $t \geq 2,16$.

Reikia pažymėti, kad daugiausiai patikimi arba artimi jiems koreliaciniai koeficientai yra su *Iris L.* žydėjimo fenofazės pradžia, ir ypač su *Iris hybrida*. Be to klimatinių sąlygų poveikis medžių radialiajam prieaugiui ir *Iris L.* fenofazių pradžia yra skirtingas. Su *Aesculus hippocastanum* ir *Fraxinus excelsior* radialiuoju prieaugiu *Iris L.* fenofazių pradžia yra daugiausiai sinchroniška. Kuo anksčiau pražysta *Iris L.*, tuo mažesnis bus *Aesculus* ankstyvasis ir metinis *Fraxinus* prieaugis. Tokį *Iris L.* fenofazių reakcijos skirtumą su *Aesculus* ir *Fraxinus* radialiuoju prieaugiu galima paaiškinti biologiniais šių rūšių skirtumais.

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



2 pav. *Fraxinus* ir *Aesculus* metinio prieaugio radialiniai koreliacijos ryšiai su keliais klimato sąlygų laikotarpiais (K2 – *Aesculus*; K1 – *Aesculus*; U2 – *Fraxinus*; U4 – *Fraxinus*)

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

Ypač neigiamą poveikį *Aesculus hippocastanum* iš pirmosios (K1) vietos turi pavasario mėnesių (3–5 ir 3–4) temperatūros ($r = -0,39$). Labai analogiškai reaguoja į temperatūrų poveikį ir *Fraxinus excelsior* iš pirmosios (U2) bei antrosios augimo vietos (U4). Todėl apžvelkime atskirų medžių rūšių radialiojo prieaugio ir *Iris L.* rūšių fenofazių pradžios tarpusavio ryšius.

Apskaičiuotieji koeficientai parodė, kad vienodai (teigiamai) *Iris L.* rūšių fenofazės reaguoja tik su labiausiai panašiomis sąlygomis augančių *Aesculus hippocastanum* (K1) metine mediena, ir ypač su *Fraxinus excelsior* iš pirmosios vietos (U2), tiek su ankstyvąja, tiek ir su vėlyvąja medienomis. Itin aukšti *Aesculus hippocastanum* koreliaciniai koeficientai su visų tirtų *Iris L.* genties rūšių žydėjimo pradžia ($r > 0,50$; $t > 2,1$).

Pagrindinė to priežastis gali būti ta, kad *Fraxinus excelsior* yra vieni iš vėliausiai sprogstančių medžių rūšių, todėl jų vegetacijos ypatumai ir labiausiai sutampa su *Iris L.* rūšių žydėjimo pradžia. Su *Iris L.* rūšių atžėlimo pradžia koreliaciniai koeficientai daug silpnesni ir nepatikimi ($t < 2,1$). Bet su *Fraxinus excelsior* iš antrosios vietos (U4) ir *Iris L.* rūšių fenofazių ryšiai nepatikimi, o su *Fraxinus excelsior* vėlyvąja mediena koeficientai netgi neigiami. Nepatikimi ir daugiausiai neigiami koeficientai ir su *Aesculus hippocastanum* iš antrosios vietos (K2) metiniu radialiuoju prieaugiu. Tokių koreliacinių koeficientų tarp *Aesculus hippocastanum* bei *Fraxinus excelsior* radialiojo prieaugio su *Iris L.* rūšių fenofazėmis galima paaiškinti *Iris L.* rūšių ir medžių augavietinių sąlygų

panašumais ir skirtumais. Kadangi *Iris L.* rūšys auga panašiausiomis sąlygomis, kaip kad *Aesculus hippocastanum* ir *Fraxinus excelsior* pirmoje vietoje (K2 ir U2), todėl klimatinės sąlygos turi panašų poveikį ir medžių prieaugiui, ir *Iris L.* rūšių fenofazių pradžiai. Tuo tarpu silpnesni ryšiai su *Aesculus hippocastanum* metiniu prieaugiu, nei su *Fraxinus excelsior*, gali būti paaiškunami biologinėmis šių medžių savybėmis (kad medžiai turi giluminę šaknų sistemą).

Iris L. rūšių fenofazių koreliaciniai koeficientai skiriasi pagal jų dydį, net su tos pačios medžių rūšies radialiuoju prieaugiu, bet panašūs pagal jų ženklą (neigiami). Tai rodo, kad kuo vėliau prasideda *Iris L.* rūšių vegetacija, tuo siauresnes rieves suformuoja medžiai. Koreliacinių koeficientų stiprumas ir patikimumas glaudžiai susijęs su tiriamųjų medžių amžiumi.

Medžių radialiajam prieaugiui stipresnius ryšius turi *Iris L.* rūšių žydėjimo pradžia nei jų atžėlimas. Išimtį tesudaro tik ankstyviausios rūšies *Iris pumila* atžėlimo pradžia, turinti panašaus stiprumo koeficientus, kaip ir žydėjimo pradžia, tai gali būti susieta su susidarančiomis optimaliomis atžėlimui sąlygomis. Vėliau tos sąlygos labiau kinta, t. y. dažniau susidaro drėgmės ir šilumos trūkumas, ar kurio vieno iš jų perteklius, ką ir patvirtina aukšti prieaugio koreliaciniai koeficientai su žydėjimo pradžia.

Be tarpusavio priklausomybės nustatymo tarp lapuočių medžių radialiojo prieaugio ir atskirų *Iris L.* rūšių fenofazių pradžios buvo atliktas ir šių rodiklių prognozavimo galimybių įvertinimas, t. y. ar galima pagal buvusių prieš vienus metus radialiojo prieaugio dydį spręsti apie būsimą kitų metų fenofazių pradžia, ir atvirkščiai (4 lentelė).

4 lentelė. Koreliacijos koeficientai tarp prieš vienus metus (m) radialinio metinio augimo einamųjų metų *Iris L.* fenofazių pradžios ir prieš vienus metus *Iris L.* fenofazių į šių metų metinės (m) pradžioje radialinio prieaugio
Table 4. Correlation coefficients between 1m ago (m) radial annual growth for the current year *Iris L.* phenophases start and 1 m *Iris L.* phenophase back to the beginning of this year's annual (m) radial gains.

Faktorius	Fenofazės	Tyrimo bareliai		
		U2m	K1m	K2m
Radialinis augimas prieš 1metus	Ip At	0,41	0,40	-0,09
	Ip Zp	0,58	0,28	-0,35
	Ih At	0,27	0,04	-0,05
	Ih Zp	0,46	0,18	-0,30
	Is At	-0,11	0,09	-0,05
	Is Zp	0,21	0,28	-0,31
	–	U2m	K1m	K2m
Fenofazių pradžia prieš 1 metus	Ip At	0,43	0,20	-0,68
	Ip Zp	0,61	-0,09	-0,49
	Ih At	0,20	0,29	-0,35
	Ih Zp	0,64	-0,07	-0,36
	Is At	0,25	0,43	0,01
	Is Zp	0,62	0,17	-0,31

Pastaba: Ip – *Iris pumila*; Ih – *Iris hybrida*; Is – *Iris spuria*; At – atžėlimas; Zp – žydėjimo pradžia
Note: Ip – *Iris pumila*; Ih – *Iris hybrida*; Is – *Iris spuria*; At – beginning of vegetation; Zp – blooming

Atliktoji koreliacinė analizė tokią galimybę patvirtino, kad tiek pagal prieš vienus metus rėvių plocių dinamiką galima spręsti apie būsimą kitų metų *Iris L.* rūšių fenofazių pradžia, tiek pagal prieš vienus metus fenofazių pradžia galima numatyti būsimą radialiojo prieaugio dydį, ypač pagal prieš vienus metus rėvių plocių dinamiką. Kuo einamaisiais metais susiformavo siauresnė rėvė, tuo tais metais buvo blogesnės sąlygos ne tik medžiams, bet ir daliai daugiametės augmenijos, kurios būsima vegetacija yra susijusi ir su buvusiomis gamtinėmis sąlygomis, t. y. kaip sugebėjo pasiruošti naujam sezonui. Tai ir patvirtina anksčiau aptarta *Iris L.* rūšių priklausomybė nuo klimato sąlygų.

Gautieji koreliaciniai koeficientai taip pat rodo, kad norint pritaikyti tokią prognozavimo galimybę reikia įvertinti daug radialiojo prieaugio ir fenofazių tarpusavio ryšių. Pirmiausiai šie

ryšiai susiję su medžių biologinėmis savybėmis ir augavietinėmis sąlygomis. Blogiausi ryšiai nustatyti tarp *Aesculus hippocastanum* prieš vienus metus metinio radialiojo prieaugio ir kitų metų fenofazių pradžios, o vienodžiausiai reaguoja panašiomis sąlygomis augančių medžių prieš vienus metus prieaugis ir būsima fenofazių pradžia. Tai rodo teigiami koreliaciniai koeficientai tarp *Fraxinus excelsior* (U2m) ir mažiau patikimi tarp *Aesculus hippocastanum* prieaugių (K1m) su aptartomis *Iris L.* rūšių fenofazėmis.

Būsimasis einamųjų metų prieaugis su prieš vienus metus *Iris L.* rūšių fenofazėmis reaguoja silpniau bei nevienodai: neigiamai su *Aesculus hippocastanum* iš antros tyrimų vietos (K2m). Tai galima paaiškinti tiriant augavietės skirtumus, nors detalesniam paaiškinimui būtų tikslinga turėti vandens lygio kaitos duomenis, bent keliose, skirtingose vietose.

Iš esmės atliktieji tyrimai, tiek būsimo medžių prieaugio, tiek būsimų fenofazių pradžios prognozavimo galimybės patvirtino, ir tokie tyrimai, apimantys platesnį diapazoną augmenijos fenofazių ir daugiau medžių rūšių radialiųjų prieaugį, yra perspektyvūs, būsimos gamtinės aplinkos prognozavimo tikslams.

Išvados

1. Nustatyta, kad atskirų *Iris L.* rūšių veislių fenofazių pradžia labiausiai yra susijusi su žiemos, pavasario ir visų hidrologinių metų vidutinėmis temperatūromis ir kritulių kiekiu. Kuo žemesnės minėtų laikotarpių temperatūros ir kuo mažiau kritulių, tuo tirtųjų *Iris L.* rūšių vegetacija prasideda vėliau. Ypač atžėlimo pradžia su žiemos ir pavasario temperatūromis, t. y. buvusios pasirošimo vegetacijai sąlygos turi didesnę poveikį, nei tolimesnės vegetacijos metu. Taip pat kuo mažiau iškrenta kritulių žiemą, tuo giliau iššala dirvožemiai, tuo vėliau išeina išalą, tuo vėliau susidaro tinkamos sąlygos vegetacijai ir tuo vėliau prasideda *Iris L.* rūšių atžėlimas.
2. Atskirų *Iris L.* rūšių žydėjimo fenofazės pradžia turi patikimesnius ryšius su medžių radialiojo prieaugio dinamika, todėl yra patikimesnis rodiklis būsimo radialiojo prieaugio prognozavimo tikslams.
3. Medžių radialiojo prieaugio ryšių, su *Iris L.* rūšių atžėlimo ir žydėjimo fenofazių kaita, tyrimai parodė, kad galima tiksliau įvertinti klimato veiksnius, labiausiai lemiančius būsimo prieaugio dydį ir kartu patikslinti gamtinės aplinkos prognozavimo patikimumą. Todėl rekomenduotini tolesni tyrimai, apimantys daugiau medžių rūšių ir įvairesnės daugiamečių augalijos fenofazių stebėjimų duomenų.

Literatūra

1. Ahas R. Long-term phyto-, ornito- and ichthyophenological time series analyze in Estonia. *International Journal of Biometeorology*, 42(3), 1999. P. 119–123.
2. Baronienė V., Romanovskaja, D. Klimato šiltėjimo įtaka augalų sezoniniam vystymuisi Lietuvoje 1961–2003 metais. *Vagos. Mokslo darbai*, 66(19), 2005. P. 24–32.
3. Bitvinskas T. Prognosis of tree growth by cycles of solar activity. *Methods of Dendrochronology*. London, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1989. P. 332–338.
4. Defila C., Clot B. Phytopenological trends in Switzerland. *International Journal of Biometeorology*, 45(4), 2001. P. 203–207.
5. Emberlin J., Detandt M., Gehrig R. Responses in the start of *Betula* (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe. *International Journal of Biometeorology*, 47(2), 2003. P. 113–115.
6. Yadav R.R., Nakutis E., Karpavičius J. 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, 1991. P. 71–77.
7. Kairaitis J., Karpavičius J. Radial growth peculiarities of oak (*Quercus robur L.*) in Lithuania. *Ekologija*, Nr. 4, 1996. P. 12–19.
8. Karpavičius J., Varkulevičienė J. Hibridinio vilkdalgio (*Iris hybrida hort.*) fenofazių ryšiai su medžių radialiuoju prieaugiu. *Žmogaus ir gamtos sauga*, D. 2. Akademija, 2008. P.129–132.

9. Karpavičius J. Possibilities for the forecast of tree radial growth and agricultural crop productivity. *Ekologija*, Nr.1, 2004. P.12–15.
10. Karpavičius J. Specifics of tree growth in Lithuania and its dependence on various factors. *Palaeobotanist*, Nr. 50, 2001. P. 95–99.
11. Karpavičius J., Kairaitis J., Yadav R.R. 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), 1996. P. 285–294.
12. Karpavičius J., Vitas A., Varkulevičienė J., Stankevičienė A. Possibilities of Bioecological Methods for the Forecast of Tree Radial Growth. *Vagos. Mokslo darbai*, 75(28), 2007. P. 48–53.
13. Karpavičius J., Žeimavičius K. Augalų pavasarinių fenofazių ryšiai su medžių radialiuoju prieaugiu. *Miškininkystė*, 1(63), 2008. P. 29–38.
14. Karpavičius J., Žeimavičius K. Vakarinės tujos (*Thuja occidentalis* L.) ir vietinių medžių rūšių radialiojo prieaugio kaitos panašumai ir skirtumai (The similarities and differences of the radial growth of introduced (*Thuja occidentalis* L.) and native species). *Ekologija*, Nr.3, 2004. P.17–22.
15. Nacevičius S. *Taikomoji fenologija*. Vilnius, 1975.
16. Stravinskienė V. *Klimato veiksnių ir antropogeninių aplinkos pokyčių dendrochronologinė indikacija*. Kaunas: Lututė, 2002.
17. Битвинская Т.Т. Дендроклиматические исследование. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974.
18. Зайцев Г. Методика биометрических расчетов. Москва: Наука, 1973.

Irises Phenophases' Prediction, Based on the Characteristics of the Radial Growth of Trees

(Received in January, 2015; Accepted in April, 2015; Available Online from 4th of May, 2015)

Summary

The objects of this research work are three plant species of the genus *Iris* L. (*Iris pumila* L., *Iris hybrida hort.*, *Iris spuria* L.) growing in VMU Kaunas Botanical Garden during 1993 – 2009 which differ in earliness of vegetation and flowering. Early type – *Iris pumila*; medium late – *Iris hybrida hort.*, late type – *Iris spuria* and trees – *Fraxinus excelsior* L., *Aesculus hippocastanum* L. annual radial growth. Research results show that different varieties of irises start phenophases associated with winter, spring and all the hydrological year average temperatures and precipitation levels. The most predominant are negative correlation coefficients with temperature and precipitation. The lower the levels of temperatures and precipitation during the periods mentioned above the later vegetation of researched irises is, especially in the beginning of winter vegetation ($r > -0,50$, $t = 1,9$) and spring temperature ($r > -0,69$ $t = 2,9$), i.e. former pre-vegetation conditions have a greater impact than the growth during the follow-up.

The assessment of vegetation and flowering of irises' phenophases and deciduous trees radial gain dependence on climatic factors, habitat lithological composition and the depth of water occurrence enables to estimate climatic factors more precisely that largely determine the future size and growth at the same time predicting the forthcoming radial increment width and the beginning of irises' phenophases as well as specify reliability of natural environment prediction.