

Fenologiniai tyrimai Lietuvoje Europos fenologinio tinklo kontekste

Danuta Romanovskaja,

Eugenija Bakšienė

*Lietuvos žemdirbystės instituto
Vokės filialas, Žalioji a. 2,
Trakų Vokė, LT-02232 Vilnius,
el. paštas danuta.romanovskaja@voke.lzi.lt*

Straipsnyje įvertinti 1961–2004 m. Lietuvoje atlikti fenologiniai tyrimai Europos fenologinio tinklo kontekste ir pateikti tyrimų rezultatai apie augalų indikatorinių fenofazių pasireiškimo kaitą Lietuvoje dėl klimato veiksnių įtakos. Pastaruoju metu Lietuvos fenologinį tinklą sudaro 23 fenologiniai punktai, kuriuose fenologiniai stebėjimai vykdomi nuo 1961 m.

Nustatyta, kad dėl temperatūros įtakos ir jos didesnių pokyčių ankstyvojo pavasario laikotarpiu paprastojo lazdyno (*Corylus avellana* L.) pražydimo datos pasireiškia didesniais kasmetiniais svyravimais – vidutinis kvadratinis nukrypimas 15,8–20,5, t. y. didesnis, nei paprastosios ievos (*Padus avium* Mill.), darželinio jazmino (*Philadelphus coronarius* L.) ir mažalapės liepos (*Tilia cordata* Mill.), kurių žydėjimo pradžios datų vidutinis kvadratinis nukrypimas yra 6,4–10,9. Duomenų statistinė analizė parodė, kad didesnę įtaką paprastojo lazdyno žydėjimo pradžios datų kasmetinei kaitai turi vasario ($r^2 = 58\text{--}71\%$) ir kovo ($r^2 = 39\text{--}62\%$) terminis režimas, t. y. paprastojo lazdyno žydėjimo pradžios data patikimai koreliuoja su vasario ($r = -0,76 - (-0,84)$) ir kovo ($r = -0,63 - (-0,79)$) vidutinėmis paros oro temperatūromis.

Raktažodžiai: fenologinis tinklas, augalai indikatoriai, žydėjimo pradžia, terminis režimas

IVADAS

Fenologijos mokslas tiria gamtoje sezoniškai vykstančių reiškinių eiliškumo bei ritmiškumo dėsnumus ir ryšius su aplinkos sąlygomis. Įvairiose pasaulio šalyse surinkta gausi fenologinė medžiaga naudojama sudarant fenologinius žemėlapius, gamtos kalendorius, apibūdinant fenologiniu požiūriu atskirus gamtinius rajonus, pagal įvairių fitoindikatorių žydėjimo datas sudarant prognozes augalų ligų ir kenkėjų pasireiškimui [3, 13, 17, 22, 25–29]. Fenologinių stebėjimų duomenys tuo vertingesni, kuo ilgesnį tyrimų laikotarpį jie apima. Todėl visose šalyse ypač vertinami daugiamečiai stebėjimų duomenys. Ilgiausiai trunkantys fenologiniai stebėjimai yra atliekami Japonijoje, kur nuo 812 m. yra registruojama japoniškos vyšnios žydėjimo pradžios data [2]. Šių tyrimų pagrindu buvo sukurta metodika, leidžianti pagal augalo fenofazės pasireiškimo datą įvertinti temperatūros pokyčius iki mūsų dienų. Estijoje sistemingi fenologiniai stebėjimai jau vykdomi 80 metų [1], daugelyje Vidurio Europos vietovių (Hamburge, Berlyne, Kiolne, Frankfurte, Miunchene, Prahoje, Vienoje, Ciuriche) – nuo 1951 m. [4, 11, 15, 16, 18]. Šveicarijoje stebėjimai pagal Fenologinių stebėjimų programą vykdomi nuo 1951 m., tačiau panaudojami ir ankstesnių stebėjimų duomenys, pavyzdžiui, nuo 1808 m. (kaštono pumpurų sproginimas) ir nuo 1894 m. (vyšnių žydėjimas) [10, 11].

Nuo 1990 m. fenologiniams tyrimams pasaulyje skiriama ypač daug dėmesio. Tai susiję su pastaraisiais dešimtmečiais padidėjusiu atšilimu, į kurį augalai ir gyvūnai reaguoja, išreikšdami savo vystymosi fazėmis. Daugelis atliktų tyrimų parodė, kad augalų sezoninio ritmo ciklas yra labai geras indikatorius, gebantis tiekti žinių apie klimato pokyčius [8, 9, 16, 21]. Fenologinių stebėjimų duomenys pritaikomi ir kitose srityse, pavyzdžiui, gretinant juos su informacija, gauta iš kosminių palydovų. Kinijoje nustatoma augalų vegetacijos sezono pradžios dinamika didelio regiono mastu, Jungtinėse Amerikos Valstijose – pagal paviršiaus oro temperatūros anomalijas prognozuojamas derlius [6, 7]. Šis vertinimas dar labiau padidina fenologinių tyrimų reikšmę. Taigi fenologiniai stebėjimai yra vertingas informacijos šaltinis, tyrinėjant klimato pokyčių ir augalų vystymosi ryšius. Todėl neatsitiktinai įvairiose užsienio šalyse vis dažniau fenologinių stebėjimų duomenys panaudojami įvairiems matematiniais-statistiniams modeliams sukurti, pritaikomi būtent klimato pokyčiams įvertinti ir prognozuoti ateities klimato kitimo eigą [4, 14]. Dėl fenologinių tyrimų duomenų panaudojimo globaliniams klimato pokyčiams įvertinti vėl susidomėta fenologiniais tyrimais įvairiose pasaulio šalyse ir suaktyvėjo tarptautinis bendradarbiavimas šioje srityje [24].

Lietuvoje gamtos kitimo reiškiniai buvo registruojami XVIII a. pabaigoje (1778–1781 m.). Šiuos stebėjimai

mus atliko profesorius Žanas Emanuelis Žiliberas (Gilibert). Po to fenologinių reiškinių registravimas Lietuvoje buvo nutrūkęs. Tik 1894 m. fenologinius stebėjimus atnaujino profesorius Dmitrijus Kaigorodovas, o vėliau – nuo 1923 m. žymus gamtininkas profesorius Stasys Nacevičius pradėjo sistemingus fenologinius tyrimus Lietuvoje. 1959 m. Lietuvos žemdirbystės instituto (LŽI) Vokės filiale buvo įsteigta Fenologinė komisija, kuriai skirtingais laikotarpiais vadovavo Augustas Vaineikis, dr. Leonija Kulienė, dr. Irena Lamsodienė. Augusto Vaineikio dėka buvo įkurtas Fenologinis archyvas ir išplėstas fenologinių stebėjimų tinklas iki 200 savanoriškų neetatinių stebėtojų-korespondentų (tai daugiausia miškininkai, mokytojai, agronomai), kurie registravo programoje nurodytus fenologinius reiškinius įvairiose Lietuvos vietovėse.

Šio darbo tikslas – įvertinti Lietuvos fenologinį tinklą Europos fenologinio tinklo kontekste pagal apimtį ir stebėjimų trukmę. Nustatyti augalų indikatorių – paprastojo lazdyno (*Corylus avellana* L.), paprastosios ievos (*Padus avium* Mill.), darželinio jazmino (*Philadelphus coronarius* L.) ir mažalapės liepos (*Tilia cordata* Mill.) – žydėjimo pradžios fenofazės pasireiškimo Lietuvoje kaitą dėl klimato veiksnių įtakos.

TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

Fenologinių stebėjimų tyrimai buvo atliekami pagal metodologiją:

- anketų rinkimas iš fenokorespondentų įvairiuose Lietuvos regionuose;
- duomenų archyvavimas LŽI Vokės filialo Fenologiniame archyve;
- duomenų sisteminis tyrimas;
- duomenų analizė ir apibendrinimas.

Tyrimų laikotarpiu buvo registruojamos fenologinių sezonų pradžios fenoidikatorių pražydimo datos: paprastojo lazdyno (*Corylus avellana* L.), paprastosios ievos (*Padus avium* Mill.), darželinio jazmino (*Philadelphus coronarius* L.) ir mažalapės liepos (*Tilia cordata* Mill.). Tyrimams pasirinkta 13 vietovių skirtinguose Lietuvos rajonuose: Šilutė, Jurbarkas, Dotnuva, Kaišiadorys, Lazdijai, Pasvalys, Biržai, Telšiai, Akmenė, Kelmė, Ukmergė, Širvintos, Trakų Vokė. Suvienodinus stebėjimų trukmę, apskaičiuotos vidutinės datos ir paklaidos. Koreliacijos ir regresijos metodu nustatyta statistinė priklausomybė tarp paprastojo lazdyno žydėjimo pradžios fenofazės pasireiškimo datų ir vidutinės oro temperatūros. Duomenų analizė atlikta kompiuterine programa ANOVA [23].

Tyrimams panaudota LŽI Vokės filiale Fenologinio archyvo 1961–2004 m. ir Tarptautinės programos COST 725 duomenų bazės medžiaga (topshare.wur.nl).

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Fenologinį tinklą Lietuvoje pradėta kurti 1959 m. 1960–1970 m. fenologinis tinklas buvo didžiausias per visą

tyrimų laikotarpį – fenologiniai stebėjimai vykdyti daugiau nei 200 Lietuvos vietovių. Pastaruoju metu Respublikoje fenologiniai stebėjimai atliekami 23 vietovėse (1 lentelė). Lietuvos fenologinis tinklas apima teritoriją tarp 54°10' ir 56°20' šiaurės platumos bei 21°48' ir 26°33' rytų ilgumos, todėl fenologinių stebėjimų duomenys, surinkti iš šių vietovių, reprezentuoja beveik visą Lietuvos teritoriją. Fenologinių stebėjimų trukmė visuose punktuose yra skirtinga: kai kuriuose stebėjimai vykdomi nuo septinto dešimtmečio pradžios, o kituose tik nuo praėjusio dešimtmečio. Tai rodo, kad per daugelį metų pastoviai kito fenologinio tinklo apimtis ir, nors fenologinis tinklas Lietuvoje pastoviai buvo atnaujinamas, tokio plataus, koks buvo suburtas pradžioje, išsaugoti nepavyko. Lietuvoje atliekami daugiamečiai fenologiniai stebėjimai, kurių duomenys labai vertingi ir gali būti pritaikyti įvairiose mokslo srityse. Pažymėtina, kad daugumoje dabartinių fenologinių punktų stebėjimai atliekami daugiau nei 30 metų. Trakų Vokė, Kazlų Rūda, Ariogala, Šilutė, Dotnuva, Kelmė, Joniškėlis, Grūžiai – tai vietovės, kuriose fenologiniai stebėjimai atliekami nenutrūkstamai nuo pat fenologinio tinklo įkūrimo Lietuvoje pradžios, t. y. daugiau nei 40 metų. Daugiamečių stebėjimų duomenys nulemia fenologinių reiškinių pasireiškimo vidutinių datų tikslumą ir patikimumą. Žymus vokiečių fenologas F. Šnelle nurodo, kad pakankamai tikslūs vidutiniai dydžiai yra gaunami turint 15–20 metų fenologinių stebėjimų duomenis [28]. Kiti autoriai apskaičiavo, kad fenologinių reiškinių vidutinės datos būtų patikimos, esant 95% tikimybės lygiui, reikia sukaupti ir apibendrinti vidutiniškai 39 metų stebėjimų duomenis [25].

Didžiausias fenologinis tinklas Europoje buvo įkurtas Vokietijoje. Šiuo metu Vokietijoje fenologiniai stebėjimai atliekami 1411 vietovių (2 lentelė). Remiantis Tarptautinės programos COST 725 duomenų bazėse pateiktais duomenimis, nustatyta, kad fenologinio tinklo sumažėjimo neišvengta tiek Vokietijoje, tiek kitose Europos valstybėse. Pavyzdžiui, Vokietijoje 1951 m. buvo 1882 fenologinių stebėjimų stotys, iki 1966 m. jų padaugėjo ir apėmė 3744 vietoves, o iki 2003 m. – sumažėjo iki 1411. Vokietijos mokslininko F. Šnellės duomenimis, 1961 m. fenologinio tinklo tankumas kai kuriose Europos šalyse buvo skirtingas: Vokietijoje – 1 fenologinis punktas 70 km², Austrijoje – 1/60 km², Čekijoje – 1/56 km², Lenkijoje – 1/1000 km² [28]. Pastaruoju metu 1 fenologiniam punktui Vokietijoje tenka 253 km², Austrijoje – 304 km², Čekijoje – 404 km², Lenkijoje – 4532 km² (2 lentelė). Palyginti su Lietuvos fenologiniu tinklu (23 vietovės), gana platus fenologinis tinklas yra Austrijoje (276 vietovės), Čekijoje (195 vietovės), Šveicarijoje (160 vietovių) ir Rumunijoje (106 vietovės). Mažiau fenologinių stebėjimų punktų nei Lietuvoje yra Airijoje (5), Italijoje (9), Slovėnijoje (14). Tačiau pagal fenologinių punktų kiekį, tenkantį 1000 km² plotui, Lietuvos fenologinis tinklas yra didesnis nei Suomijoje, Prancūzijoje, Airijoje, Italijoje, Lenkijoje, Švedijoje, t. y. nei šalyse, kurių plotas yra didesnis už Lietuvos plotą.

Į fenologinių stebėjimų programą įtrauktų augalų kiekis įvairiose šalyse labai skiriasi: nuo 10 iki 125 augalų rūšių. Daugiausia augalų rūšių stebima Belgijoje (125) ir Ispanijoje (117). Nepriklausomai nuo stebimų augalų rūšių kiekio, beveik visose šalyse, išskyrus Prancūziją ir Italiją, daugiausia stebimi laukiniai augalai. Sėkmingam bendradarbiavimui labai svarbu unifikuoti stebėjimų metodikas ir parinkti augalus, kurie būtų plačiai pasiskirstę geografiškai, o jų fenofazės būtų lengvai atpažįstamos ir stebimos. Todėl buvo sudarytas vieningas augalų sąrašas iš 7 augalų grupių: laukiniai augalai, vaismedžiai, javai, kukurūzai, pievos, šiaurinės zonos augalai ir pietinės zonos augalai. Lietuvos fenologinių tyrimų programoje yra stebimi augalai, priklausantys 4 grupėms, – tai laukiniai augalai, vaismedžiai, javai ir šiaurinės zonos augalai. Be šio augalų suskirstymo grupėmis, kiekvienai augalo rūšiai yra suteikiamas dviejų skaitmenų kodas, o kiekvienai fenofazei atitinkamas kodas pagal BBCH skalę [12]. Tokio sisteminimo rezultatas – šešių skaitmenų identifikavimo kodas, kuris atitinka kiekvieno augalo grupę (000000), rūšį (000000) ir

fenofazę (000000). Pavyzdžiui, identifikavimo kodo 115060 pirmas skaičius 1 parodo, kad augalas priklauso pirmajai augalų grupei (laukiniai augalai). Kitas skaičius yra 15 – tai augalo eilės numeris grupėje, parodantis augalo rūšį. Paskutinis skaičius 60 parodo augalo fenofazę pagal BBCH skalę (3 lentelė).

Nuo Fenologinio tinklo Lietuvoje įsteigimo fenologiniame archyve sukaupta gausi fenologinių stebėjimų medžiaga, kuri naudojama moksliniams tyrimams atlikti. Remiantis šia stebėjimų medžiaga, L. Kulienė kartu su kitų mokslinių įstaigų tyrėjais atliko išsamius sezoninių periodinių reiškinių tyrimus. Buvo išanalizuota svarbiausių geografinių veiksnių – geografinės platumos, absoliutinio vietovės aukščio virš jūros lygio bei geografinės ilgumos įtaka laukinių augalų vystymuisi atskirais fenologiniais sezonais. L. Kulienė ir J. Tomkus išanalizavo atskirų sezonų fitoindikatorių datų ir tarpfazių periodų trukmės pasiskirstymo Lietuvos teritorijoje dėsningumus, nustatė teritorinių gamtinių kompleksų sezoninio vystymosi ypatumus ir išskyrė Lietuvos fenoklimatinius rajonus [3]. 2003 m. patikslintos fenologinių

1 lentelė. Fenologinių stebėjimų tinklas Lietuvoje

Table 1. Network of phenological observation in Lithuania

Trakų Vokė, 2005 m. duomenys / data

Vietovė Station	Rajonas Region	Koordinatės Coordinate			Fenologinių stebėjimų laikotarpiai Period of phenological observation
		Geografinė rytų ilguma Longitude	Geografinė šiaurės platumą Latitude	Aukštis virš jūros lygio m Elevation, m	
Liūkiava	Varėnos	24°05'	54°10'	137	1994, 1996–2004
Lazdijai	Lazdijų	23°52'	54°23'	118	1997–2004
Keturvalakiai	Vilkaviškio	23°15'	54°55'	110	1967–2004
Trakų Vokė	Vilniaus	25°10'	54°63'	142	1960–2004
Kazlų Rūda	Marijampolės	23°50'	54°77'	97	1961–2004
Lukūčiai	Šakių	23°18'	54°95'	74	1969–1970, 1976–1983, 1993–2004
Širvintos	Širvintų	24°95'	55°05'	126	1971–2004
Jūrava	Jurbarko	22°31'	55°12'	33	1978–2004
Piktupėnai	Šilutės	21°98'	55°15'	35	1981–1983, 1986, 1999–2004
Kruopiai	Akmenės	23°90'	55°18'	54	1986–2004
Ariogala	Raseinių	23°47'	55°27'	91	1960–2004
Šilutė	Šilutės	21°48'	55°35'	11	1962–2004
Dotnuva	Kėdainių	23°87'	55°40'	82	1963–1966, 1968–1977, 1980–2004
Radviliškis	Radviliškio	23°15'	55°48'	60	1967–2004
Grinkiškis	Radviliškio	23°63'	55°57'	118	2003–2004
Dūkštas	Ignalinos	26°33'	55°53'	164	1970–1988, 1991–2004
Kelmė	Kelmės	22°93'	55°63'	128	1964–2004
Kupiškis	Kupiškio	24°97'	55°83'	101	1984–1985, 1990–2004
Salamiestis	Kupiškio	24°90'	55°93'	81	1994–2004
Joniškėlis	Pasvalio	24°17'	56°03'	78	1961–2004
Grūžiai	Pasvalio	24°16'	56°11'	77	1961–1982, 1986–2004
Papilė	Akmenės	22°80'	56°15'	93	1969–2004
Biržai	Biržų	24°75'	56°20'	67	2004–2004

2 lentelė. Įvairių Europos šalių fenologinių stebėjimų tinklo dydis ir į fenologinių stebėjimų programą įtrauktų augalų struktūra

Table 2. Size of phenological observation network and structure of plants, which are involved into phenological observation programme, in different countries of Europe

COST 725 duomenų bazių duomenys, 2004–2005 m. / data of basis COST 725, 2004–2005

Šalis Country	Fenologinių stebėjimų punktų kiekis Number of phenological stations			Augalų kiekis Number of plants			
	Iš viso Total	Tenka 1000 km ² Fall on 1000 km ²	Vienam punktui tenka km ² Fall km ² on one station	Žemės ūkio augalai Plants of agriculture	Vaismedžiai Fruit trees	Laukiniai augalai Wild plants	Iš viso Total
Austrija	276	3,3	304	12	9	39	60
Anglija	*	*	*	–	–	24	24
Belgija	58	1,9	526	5	3	117	125
Čekija	195	2,5	404	17	13	47	77
Vokietija	1411	4,0	253	10	7	32	49
Suomija	34	0,1	9945	–	–	11	11
Prancūzija	27	0,05	20147	–	10	–	10
Airija	5	0,1	14056	–	–	52	52
Italija	9	0,07	33474	11	1	10	22
Estija	7	0,16	6443	4	3	16	23
Latvija	41	0,6	1576	–	–	13	13
Šveicarija	160	3,9	258	–	4	23	27
Norvegija	*	*	*	–	4	39	43
Lenkija	69	0,2	4532	1	–	10	11
Rumunija	106	0,4	2241	13	9	31	53
Slovakija	93	1,9	527	19	11	45	75
Slovėnija	14	0,7	1447	–	5	14	19
Ispanija	*	*	*	18	20	79	117
Švedija	43	0,1	10464	–	–	65	65
Lietuva	23	0,4	2839	5	6	35	46

* Duomenys apie punktus nenurodyti / data of stations is not indicated.

3 lentelė. Augalų, įtrauktų į Tarptautinę fenologinių stebėjimų programą, identifikavimo kodai

Table 3. Identification code of plants, which are involved into International programme of phenological observation

Augalas Plant	Fenofazė Phenophase	Fenofazė pagal BBCH skalę Phenophase by scale of BBCH	Identifikavimo kodas Code
1	2	3	4
Paprastasis klevas (<i>Acer platanoides</i> L.)	Žydėjimo pradžia Beginning of flowering	60	115060
Paprastasis klevas	Lapų geltimas (50%) Autumn colouring (50%)	94	115094
Paprastasis klevas	Lapų nukritimas (95%) Defoliation (95%)	97	115097
Paprastasis kaštonas (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.)	Žydėjimo pradžia	60	101060
Paprastasis kaštonas	Lapų geltimas (50%)	94	101094
Paprastasis kaštonas	Lapų nukritimas (95%)	97	101097
Baltalksnis (<i>Alnus incana</i> Moench.)	Žydėjimo pradžia	60	117060
Baltažiedė plukė (<i>Anemone nemorosa</i> L.)	Žydėjimo pradžia	60	118060
Karpotasis beržas (<i>Betula pendula</i> Roth)	Suþaliavimas First leaves	10	106010

3 lentelė (tesinys)
Table 3 (continued)

1	2	3	4
Karpotasis beržas	Žydėjimo pradžia	60	106060
Karpotasis beržas	Lapų geltimas (50%)	94	106094
Karpotasis beržas	Lapų nukritimas (95%)	97	106097
Paprastasis lazdynas (<i>Corylus avellana</i> L.)	Žydėjimo pradžia	60	107060
Paprastasis uosis (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	Žydėjimo pradžia	60	120060
Baltoji snieguolė (<i>Galanthus nivalis</i> L.)	Žydėjimo pradžia	60	121060
Paprastasis ažuolas (<i>Quercus robur</i> L.)	Suþaliavimas	10	111010
Paprastasis ažuolas	Žydėjimo pradžia	60	111060
Paprastasis ažuolas	Lapų geltimas (50%)	94	111094
Paprastasis ažuolas	Lapų nukritimas (50%)	95	111095
Baltaþiedis vikmedis (<i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	Žydėjimo pradžia	60	124060
Blindė (<i>Salix caprea</i> L.)	Žydėjimo pradžia	60	125060
Paprastasis ðermukðnis (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	Žydėjimo pradžia	60	126060
Paprastosios alyvos (<i>Syringa vulgaris</i> L.)	Žydėjimo pradžia	60	127060
Paprastoji kiaulpienė (<i>Taraxacum officinale</i> L.)	Žydėjimo pradžia	60	128060
Maþalapė liepa (<i>Tilia cordata</i> Mill.)	Žydėjimo pradžia	60	129060
Maþalapė liepa	Lapų geltimas (50%)	94	129094
Maþalapė liepa	Lapų nukritimas (95%)	97	129097
Ankstyvasis ðalpusnis (<i>Tussilago farfara</i> L.)	Žydėjimo pradžia	60	114060
Obelys (<i>Malus</i> Mill.)	Žydėjimo pradžia	60	220060
Obelys	Vaisių nokimo pradžia	87	220087
	Fruit maturity		
Vyðnios (<i>Cerasu</i> Mill.)	Žydėjimo pradžia	60	222060
Vyðnios	Vaisių nokimo pradžia	87	222087
Slyvos (<i>Prunus</i> L.)	Žydėjimo pradžia	60	225060
Slyvos	Vaisių nokimo pradžia	87	225087
Kriaušės (<i>Pyrus</i> L.)	Žydėjimo pradžia	60	227060
Kriaušės	Vaisių nokimo pradžia	87	227087
Aviþos (<i>Avena sativa</i> L.)	Sėja	0	334000
	Sowing		
Aviþos	Sudygimas	10	334010
	Emergence		
Aviþos	Žydėjimo pradžia	60	334060
Aviþos	Derliaus nuėmimas	100	334100
	Harvest		
Mieþiai (<i>Hordeum sativum</i>)	Sėja	0	330000
Mieþiai	Sudygimas	10	330010
Mieþiai	Plaukėjimo pradžia	55	330055
	Heading		
Mieþiai	Derliaus nuėmimas	100	330100
Þieminiai rugiai (<i>Secale cereale</i>)	Sėja	0	332000

Pieminiai rugiai	Sudygimas	10	332010
Pieminiai rugiai	Žydėjimo pradžia	60	332060
Pieminiai rugiai	Derliaus nuėmimas	100	332100
Bulvės	Sodinimas	0	338000
(<i>Solanum tuberosum</i> L.)	Planting		
Bulvės	Sudygimas	10	338010
Bulvės	Žydėjimo pradžia	60	338060
Bulvės	Derliaus nuėmimas	100	338100
Drebulė (epušė)	Žydėjimo pradžia	60	669060
(<i>Populus tremula</i> L.)			

4 lentelė. Kai kurių augalų indikatorių žydėjimo pradžios vidutinės daugiamečių datos skirtingose Lietuvos vietovėse

Table 4. Average data of beginning of flowering of some plants indicators in different stations of Lithuania 1961–2000 m. vidutiniai duomenys / average data

Vietovė Station	Paprastasis lazdynas (<i>Corylus avellana</i> L.)	Paprastoji ieva (<i>Padus avium</i> Mill.)	Darželinis jazminas (<i>Philadelphus coronarius</i> L.)	Mažalapė liepa (<i>Tilia cordata</i> Mill.)
Šilutė	03 27 ± 10*	05 10 ± 4	06 10 ± 5	07 07 ± 4
	20,5**	7,8	9,5	7,5
Jurbarkas	03 26 ± 8	05 09 ± 4	06 13 ± 3	07 07 ± 5
	17,2	8,1	6,7	9,8
Dotnuva	03 28 ± 9	05 10 ± 4	06 09 ± 4	07 04 ± 4
	18,1	7,5	8,2	7,6
Kaišiadorys	03 26 ± 8	05 07 ± 5	06 12 ± 4	07 03 ± 5
	17,5	9,9	8,1	10,9
Lazdijai	03 26 ± 7	05 08 ± 4	06 08 ± 4	07 04 ± 4
	15,6	8,0	7,5	8,9
Pasvalys	03 27 ± 9	05 08 ± 4	06 11 ± 4	07 06 ± 3
	18,5	7,7	7,4	7,0
Biržai	03 30 ± 8	05 10 ± 4	06 12 ± 3	07 10 ± 3
	16,2	7,5	6,4	7,1
Akmenė	03 28 ± 8	05 12 ± 4	06 13 ± 3	07 09 ± 3
	16,9	8,1	5,6	7,2
Telšiai	03 31 ± 9	05 12 ± 3	06 16 ± 4	07 12 ± 3
	19,1	6,6	8,2	7,2
Kelmė	03 30 ± 8	05 11 ± 3	06 10 ± 4	07 07 ± 4
	17,4	7,3	7,5	8,0
Ukmergė	03 31 ± 8	05 10 ± 4	06 09 ± 4	07 06 ± 4
	15,8	7,5	7,8	9,5
Širvintos	03 27 ± 9	05 09 ± 3	06 10 ± 3	07 06 ± 4
	18,2	6,4	6,4	8,5
Trakų Vokė	03 27 ± 8	05 09 ± 4	06 10 ± 4	07 03 ± 4
	17,5	7,5	8,3	8,6

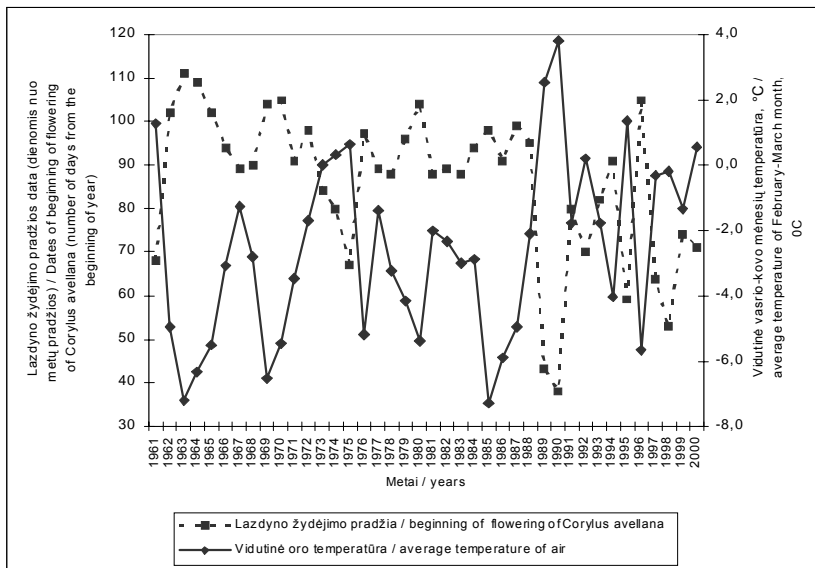
* Vidutinė data ir vidutinė standartinė paklaida (Sx) / average data and standard error of the mean (Sx).

** Vidutinis kvadratinis nukrypimas (±S) / quadratic deviation of the mean (±S).

sezonų pradžios augalų indikatorių fenofazių pasireiškimo Lietuvos teritorijoje vidutinės datos, kurios buvo apskaičiuotos, apibendrinus stebėjimų 1961–2000 m. duomenis (4 lentelė). Šie tyrimų rezultatai patvirtino anksčiau nustatytus augalijos vystymosi dėsningumus, bet buvo nustatyti ir nauji dėsningumai, susiję su klimato šiltėjimu [19, 20].

Klimato šiltėjimą Lietuvoje patvirtina pokyčiai gamtoje, ypač ankstyvą pavasarį. Pavyzdžiui, analizuojant paprastojo lazdyno (*Corylus avellana* L.) pražydimo

datas, pastebėta, kad 1991–2000 m. paprastasis lazdynas pražydo 11–26 dienomis anksčiau nei 1961–1970 m. Be to, nustatyta, kad vegetacijos periodo trukmė Lietuvos teritorijoje dėl klimato šiltėjimo per 4 dešimtmečius pailgėjo vidutiniškai 8–16 dienų [20]. Daugiamečiai augalai labai jautriai reaguoja net į mažiausius išorės sąlygų, tokių kaip temperatūros, drėgmės ir saulės švytėjimo trukmės, pasikeitimus. Jautriausiai į klimato pokyčius reaguoja anksti pavasarį pražystantys augalai, kurių pražydimas sutampa su pašalo išėjimu iš dirvos,



Pav. Vasario–kovo vidutinės temperatūros įtaka paprastojo lazdyno (*Corylus avellana* L.) pražydimui

Figure. Influence of average of temperature in February–March on the Beginning of flowering of *Corylus avellana*.

Trakų Vokė, 1961–2000 m. duomenys / data

pavyzdžiui, paprastasis lazdynas (*Corylus avellana* L.). Mūsų klimato juostoje paprastasis lazdynas yra indikatorius, pranašaujantis fenologinio pavasario pradžią. 1961–2000 m. fenologinių stebėjimų duomenimis, paprastasis lazdynas Lietuvos teritorijoje pražysta vidutiniškai kovo 26–31 d. (4 lentelė). Skirtingose Lietuvos vietovėse lazdyno žydėjimo pradžios datos nesutampa,

Kaip buvo minėta, paprastasis lazdynas Lietuvoje pražysta gana anksti, tačiau kasmetinei pražydimo datų kaitai didelę įtaką turi terminis režimas iki jo pražydimo. Įvertinus ketverių dešimtmečių fenologinių stebėjimų duomenis ir sugretinus juos su klimato rodikliais, nustatyta, kad paprastojo lazdyno ankstyvesnis pražydimas siejasi su aukštesnėmis vidutinėmis tempe-

o skirtumas paprastai neviršija vienos savaitės. Paprastojo lazdyno pražydimo datų kaita per 40 metų laikotarpį buvo gana didelė, kai kuriais metais (pvz., 1989 ir 1990 m.) nukrypimas nuo daugiamečio vidurkio siekė 40 dienų. Nustatyta, kad vėliau pražystančių augalų (paprastosios iveros, darželinio jazmino, mažalapės liepos) žydėjimo pradžios datų kaita buvo mažiau ryški. Ankstyvojo pavasario indikatorius paprastojo lazdyno datų svyravimai priklauso ne tik nuo šilumos ir šalčio advekcijos, bet ir nuo vietinių fizinių geografinių sąlygų. Nustatyta, kad nepastoviausia ankstyvojo pavasario pradžia yra Pajūrio žemumoje. Pavyzdžiui, Šilutėje paprastojo lazdyno pražydimo datų svyravimas buvo didesnis nei Dotnuvoje ir Trakų Vokėje – vidutinis kvadratinis nukrypimas Šilutėje siekė 20,5, tuo tarpu Dotnuvoje – 18,1, o Trakų Vokėje – 17,5 (4 lentelė).

5 lentelė. Paprastojo lazdyno pražydimo priklausomybė nuo sausio, vasario ir kovo vidutinių temperatūrų

Table 5. The relationship of beginning of flowering of *Corylus avellana* from the average temperatures of January, February and March

40 metų meteorologinių ir fenologinių stebėjimų duomenys

The data of 40 years of meteorological and phenological observations

Vietovė Station	Statistikos rodikliai Statistical indices	Paprastojo lazdyno žydėjimo pradžios datų ir vidutinės mėnesio temperatūros koreliacija Correlation between dates of beginning of flowering of <i>Corylus avellana</i> and average temperature of month		
		sausio January	vasario February	kovo March
Trakų Vokė	Determinacijos koeficientas R^2 Coefficient of determination R^2	0,37	0,66	0,62
	Koreliacijos koeficientas r Coefficient of correlation r	-0,61**	-0,81**	-0,79**
	Determinacijos koeficientas R^2 Coefficient of determination R^2	0,24	0,71	0,49
Dotnuva	Koreliacijos koeficientas r Coefficient of correlation r	-0,49**	-0,84**	-0,71**
	Determinacijos koeficientas R^2 Coefficient of determination R^2	0,19	0,58	0,39
	Koreliacijos koeficientas r Coefficient of correlation r	-0,43**	-0,76**	-0,63**
Šilutė	Determinacijos koeficientas R^2 Coefficient of determination R^2	0,19	0,58	0,39
	Koreliacijos koeficientas r Coefficient of correlation r	-0,43**	-0,76**	-0,63**
	Determinacijos koeficientas R^2 Coefficient of determination R^2	0,37	0,66	0,62

** Ryšys patikimas esant 99% tikimybės lygiui / correlation significant at 99% probability level.

ratūromis vasarį–kovą (1 pav.). Ypač ankstyvas paprastojo lazdyno pražydymas užfiksuotas 1989 ir 1990 m., kai vidutinė oro temperatūra vasarį buvo teigiama (1989 m. +2,9°C ir 1990 m. +3,1°C, o vasario vidutinė daugiametė oro temperatūra –4,8°C). Statistinis duomenų įvertinimas taip pat patvirtina paprastojo lazdyno pražydimo datų ir mėnesio vidutinių temperatūrų ryšį. Trakų Vokės, Dotnuvos ir Šilutės vietovių keturiasdešimties metų (1961–2000 m.) meteorologinių ir fenologinių stebėjimų duomenys buvo įvertinti statistiniu metodu, apskaičiuojant koreliacijos koeficientus. Atliktų tyrimų duomenimis, buvo nustatytas paprastojo lazdyno pražydimo datos ir vidutinės vasario temperatūros visose tirtose vietovėse stiprus koreliacinis ryšys – $r = -0,76 - (-0,84)$, patikimas esant 99% tikimybės lygiui (5 lentelė). Koreliacijos koeficientai, apskaičiuoti su kovo vidutine temperatūra, taip pat parodė stiprią koreliaciją Trakų Vokėje bei Dotnuvoje ir vidutinio stiprumo – Šilutėje (5 lentelė). Mažesnę įtaką paprastojo lazdyno žydėjimo pradžios datai turėjo sausio vidutinė temperatūra, kadangi nustatyti koreliaciniai ryšiai buvo silpni.

Panašios priklausomybės buvo nustatytos Slovėnijoje, tik šiame regione tyrimams pasirinktas kitas indikatorius – tai paprastojo buko (*Fagus sylvatica*) sužaliavimo pradžia. Šie tyrimai parodė, kad tarp paprastojo buko sužaliavimo ir vidutinės temperatūros kovą–balandį yra stiprus koreliacinis ryšys, lygus –0,83 (žemumose) ir –0,76 (aukštumose) [5].

Fenologinių tyrimų reikšmė ir didesnis dėmesys šiems tyrimams pasaulyje pastaruoju metu skatina ne tik išsaugoti šiuos fenologinius stebėjimus, bet ir juos plėtoti bei tęsti ateityje. Tuo labiau, kad pritaikius fenologinių stebėjimų duomenis klimato tyrimams vėl susidomėta fenologiniais tyrimais įvairiose šalyse ir paskatintas tarptautinis bendradarbiavimas šioje srityje. Nuo 2004 m. Lietuvos žemdirbystės instituto Vokės filiale atliekami fenologiniai tyrimai įtraukti į Tarptautinę Europos programą „Establishing a European Phenological Data Platform for Climatological Applications“. Ši programa koordinuoja integraciją, kooperaciją ir tolimesnį fenologinio tinklo išplėtimą Europoje bei bendro fenologinių duomenų banko sukūrimą. Glaudus mūsų bendradarbiavimas su fenologais ir klimatologais iš įvairių Europos šalių yra labai svarbus ir turės pagrindą inicijuoti naujus mokslinius tyrimus.

IŠVADOS

1. Lietuvos fenologinį tinklą sudaro 23 fenologiniai punktai, t. y. 1000 km² Lietuvoje tenka daugiau fenologinių punktų, nei kai kuriose didesnėse pagal plotą (Švedija, Suomija, Lenkija, Italija, Airija, Prancūzija) Europos valstybėse. Įvertinus Lietuvos žemdirbystės instituto Vokės filiale fenologiniame archyve esančius duomenis, nustatyta, kad atliekant daugiamečius fenologinius tyrimus Lietuvoje (nuo 1961 m.) sukaupia duomenų iš Rytų Europos teritorijos tarp 54°10' ir 56°20' šiau-

rės platumos bei 21°48' ir 26°33' rytų ilgumos, kurie naudojami klimato pokyčiams įvertinti šiame regione bei vertingi kitose mokslo srityse.

2. Nustatyta, kad dėl temperatūros įtakos ir jos didesnių pokyčių ankstyvojo pavasario laikotarpiu paprastojo lazdyno (*Corylus avellana* L.) pražydimo datos pasireiškia didesniais kasmetiniais svyravimais – vidutinis kvadratinis nukrypimas 15,8–20,5, nei paprastosios ievos (*Padus avium* Mill.), darželinio jazmino (*Philadelphus coronarius* L.) ir mažalapės liepos (*Tilia cordata* Mill.), kurių žydėjimo pradžios datų vidutinis kvadratinis nukrypimas yra 6,4–10,9.

3. Paprastas lazdynas (*Corylus avellana* L.) Lietuvoje pražysta vidutiniškai kovo 26–31 d. Tyrimais nustatyta, kad didesnę įtaką paprastojo lazdyno žydėjimo pradžios datų kasmetinei kaitai turi vasario ($r^2 = 58-71\%$) ir kovo ($r^2 = 39-62\%$) mėnesių terminis režimas, t. y. paprastojo lazdyno žydėjimo pradžios data patikimai koreliuoja su vasario ($r = -0,76 - (-0,84)$) ir kovo ($r = -0,63 - (-0,79)$) mėnesių vidutinėmis paros oro temperatūromis.

Fenologinius mokslinius tyrimus parėmė Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas.

Gauta 2005 09 26

Literatūra

1. Ahas R. Long-term phyto-, ornitho- and ichtyophenological time-series analyses in Estonia // International Journal of Biometeorology. 1999. Vol. 42. N 3. P. 119–123.
2. Aono Y., Omoto Y. Estimation of Temperature at Kyoto Since the 11 th Century Using Flowering Data of Cherry Trees in Old Documents. Journal of Agricultural Meteorology. 1994. Vol. 49. N 4. P. 263–272.
3. Bendroji fenologija: monografija / sudaryt. L. Kulienė, J. Tomkus. Vilnius, 1990. 160 p.
4. Bergant K., Črepišek Z., Kajfež-Bogataj L. Flowering prediction of pear tree (*Pyrus communis* L.), apple tree (*Malus domestica* Borkh.) and plum tree (*Prunus domestica* L.) – similarities and differences // Content analysis of the papers in the Research reports. 2003. Vol. 77. N 1. P. 3–10.
5. Braslavska O. Monitoring of Climate Change in the Plant Ecosystems by Means of the Phenological Observation // Životne prostredie. 2000. Vol. 34. N 2. P. 45–50.
6. Carleton A. M. and O'Neal M. Satellite-derived land surface climate 'signal' for the Midwest U.S.A. // International Journal of Remote Sensing. 1995. Vol. 16. 3195–3202.
7. Chen X., Tan Z., Schwartz, M. D. et al. Determining the growing season of land vegetation on the basis of plant phenology and satellite data in Northern China // International Journal of Biometeorology. 2000. Vol. 44. N 2. P. 97–101.
8. Chmielewski F.-M., Rötzer T. Response of tree phenology to climate change across Europe // Agricultural and Forest Meteorology. 2001. Vol. 108. P. 101–112.

9. Chmielewski F.-M., Rötzer T. Annual and spatial variability of the beginning of growing season in Europe in relation to air temperature changes // *Climate Research*. 2002. Vol. 19. N 1. P. 257–264.
 10. Defila C. Phytophenological trends in Switzerland // *International Conference Progress in Phenology. Monitoring, Data Analysis, and Global Change Impacts*. October 4–6. 2000. Freising. Germany. Abstract Booklet. P. 30.
 11. Defila C., Clot B. Phytophenological trends in Switzerland // *International Journal of Biometeorology*. 2001. Vol. 45. N 4. P. 203–207.
 12. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants: BBCH-Monograph = Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen / Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (ed.). Ed. by Uwe Meier. Berlin; Wien [u.a.]: Blackwell Wiss. Verl. 1997. 622 p.
 13. Lamsodienė I. Fenologinė-informacinė sistema ir daržovių auginimas // *Sodininkystė ir daržininkystė: LSDI ir LŽŪU mokslo darbai*. Babtai, 1999. T. 18(3). P. 28–33.
 14. Linkosalo T., Carter T. R., Hakkinen R., Hari P. Predicting spring phenology and frost damage risk of *Betula* spp. Under climatic warming: a comparison of two models // *Tree Physiology*. 2000. Vol. 20(17). P. 1175–1182.
 15. Menzel A. Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996 // *International Journal of Biometeorology*. 2000. Vol. 44. N 2. P. 76–81.
 16. Menzel A., Fabian P. Growing season extended in Europe // *Nature*. 1999. Vol. 397. P. 659.
 17. Nacevičius St. Taikomoji fenologija. Vilnius, 1975. 183 p.
 18. Roetzer T., Witzenzeller M., Haackel H. et al. Phenology in central Europe – differences and trends of spring phenophases in urban and rural areas // *International Journal of Biometeorology*. 2000. Vol. 44. N 2. P. 60–66.
 19. Romanovskaja D. Fenologinių sezonų pradžios augalų indikatorių vystymosi dėsninūmai Lietuvoje 1961–2000 m. laikotarpiu // *Žemdirbystė: LŽI ir LŽŪU mokslo darbai*. Akademija, 2003. T. 84(4). P. 150–164.
 20. Romanovskaja D. Klimato šiltėjimo įtaka fenologinių sezonų trukmei Lietuvos teritorijoje // *Žemės ūkio mokslai*. 2004. Nr. 1. P. 28–35.
 21. Schwartz M. D., Monitoring global change with phenology: the case of spring green wave // *International Journal of Biometeorology*. 1994. Vol. 38. P. 18–22.
 22. Taikomoji fenologija Lietuvoje: monografija / sudaryt. L. Kulienė. Vilnius: Mokslas, 1983. 115 p.
 23. Tarakanovas P., Raudonius K. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. Akademija, 2003. 56 p.
 24. Van Vliet A. J. H., Groot R. S., Bellens Y. et al. The European Phenology Network // *International Journal of Biometeorology*. 2003. Vol. 47. N 4. P. 202–212.
 25. Зайцев Г. Н. Фенология древесных растений. Москва. 1981. 118 с.
 26. Подольский А. С. Новое в фенологическом прогнозировании. Москва, 1967. 230 с.
 27. Подольский А. С. Фенологический прогноз (математический прогноз в экологии). Москва: Колос, 1974. 286 с.
 28. Шнелле Ф. Фенология растений. Ленинград, 1961. 260 с.
 29. Шульц Г. Е. Общая фенология. Ленинград, 1981. 182 с.
- Danuta Romanovskaja, Eugenija Bakšienė**
- PHENOLOGICAL RESEARCH IN LITHUANIA IN THE CONTEXT OF THE PHENOLOGICAL NETWORK OF EUROPE**
- Summary**
- The evaluation of phenological research in Lithuania during 1961–2004, in the context of the phenological network of Europe is presented, as well as results on the influence of climatic conditions on the date of phenophase display in plants-indicators. At present, phenological network of Lithuania comprises 23 phenological stations where phenological supervision is carried out since 1961.
- It has been established that the beginning of flowering of hazel grove (*Corylus avellana* L.) shows bigger annual fluctuations (the average quadratic deviation 15.8–20.5 days), rather than the beginning of flowering of bird cherry (*Padus avium* Mill.), garden jasmine (*Philadelphus coronarius* L.) and fine-leaf linden (*Tilia cordata* Mill.) (an average quadratic deviation 6.4–10.9 days).
- Statistical analysis has shown that the annual changes of dates of the beginning of flowering of hazel grove depend on the thermal mode in February ($r^2 = 58\text{--}71\%$) and in March ($r^2 = 39\text{--}62\%$), i.e. a close correlation between the date of flowering and the monthly average temperatures of February ($r = -0.76 - (-0.84)$) and March ($r = -0.63 - (-0.79)$).
- Key words:** phenological network, phenoindicators, the beginning of flowering, thermal mode
- Данута Романовская, Евгения Бакшене**
- ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЛИТВЕ В КОНТЕКСТЕ ФЕНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ ЕВРОПЫ**
- Резюме**
- В статье дана оценка фенологических исследований, проведенных в Литве в 1961–2004 гг., в контексте фенологической сети Европы, а также представлены результаты исследований по вопросу влияния климатических условий на изменение дат проявления фенофаз у растений-индикаторов. В настоящее время фенологическую сеть Литвы составляют 23 фенопункта, в которых фенологические наблюдения осуществляются с 1961 г.
- Исследованиями установлено, что начало цветения орешника обыкновенного (*Corylus avellana* L.) проявляется большими ежегодными колебаниями (среднее квадратическое отклонение 15,8–20,5 дня),

нежели начало цветения черемухи обыкновенной (*Padus avium* Mill.), жасмина садового (*Philadelphus coronarius* L.) и липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) (среднее квадратическое отклонение 6,4–10,9 дня).

Статистический анализ показал, что ежегодные изменения дат начала цветения орешника обыкновенного зависят от термического режима в феврале

($r^2 = 58\text{--}71\%$) и в марте ($r^2 = 39\text{--}62\%$), т. е. установлена тесная связь между датами начала цветения орешника обыкновенного и среднемесячными температурами февраля ($r = -0,76 - (-0,84)$) и марта ($r = -0,63 - (-0,79)$).

Ключевые слова: фенологическая сеть, феноиндикаторы, начало цветения, термический режим