

Introdukuotų į Lietuvą riešutmedžių (*Juglans cinerea* ir *Juglans regia*) vegetacijos periodo atsakas į klimato šiltėjimą

Asta Malakauskienė

Vytauto Didžiojo universiteto Botanikos sodas

Šiltėjantis klimatas sąlygoja reikšmingus vidutinių platumų augalų fenologinių reiškinių poslinkius, tuo būdu paveikdamas ir vegetacijos periodo trukmę. Šie pokyčiai svarbūs augalų rūšių migracijos iš jiems būdingų arealų kontekste. Ilgalaikiai fenologiniai introdukuotų riešutmedžių rūšių stebėjimai atlikti Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sode. Šio tyrimo tikslas buvo išnagrinėti maistiniu, vaistiniu ir dekoratyviu požiūriu vertingų į Lietuvą introdukuotų riešutmedžių rūšių – pilkojo (*Juglans cinerea* L.) ir graikinio (*Juglans regia* L.) – vegetacijos periodo atsaką į šiltėjantį klimatą. Pilkojo riešutmedžio duomenys popieriniuose archyvuose pateikiami nuo 1957-ųjų metų, o graikinio riešutmedžio – nuo 1980 m. Metinė temperatūra tiriamų riešutmedžių aplinkoje 1957–2016 m. kilo vidutiniškai po 0,03 °C per metus, tačiau 1980–2016 m. laikotarpiu klimato šiltėjimas greitėjo – temperatūra kilo po 0,05 °C per metus. Vidutinė pilkojo riešutmedžio vegetacijos periodo trukmė 1957–2016 m. buvo lygi 192 dienoms (per šį laikotarpį pailgėjo 35 d.), o 1980–2016 m. – 197 d. (pailgėjo 25 d.), graikinio riešutmedžio vegetacijos periodas šiuo laikotarpiu truko taip pat 197 d. (pailgėjo 7 d.). Nagrinėjant 1980–2016 m. laikotarpį abiejų riešutmedžių pumpurų brinkimo pradžios data paankstėjo vidutiniškai 17 dienų, tačiau lapų kritimo pabaigos fenologinės fazės atsakas į šiltėjantį klimatą buvo skirtingas: pilkojo riešutmedžio vėlavo 8 dienomis, o graikinio riešutmedžio – paankstėjo vidutiniškai 12 dienų. Šiltėjantis klimatas sąlygojo graikinio riešutmedžio greitesnį rudeninį lapų nukritimą. Abiejų riešutmedžių vegetacijos periodo atsakas į klimato šiltėjimą buvo teigiamas (pilkojo riešutmedžio pailgėjo daugiau nei graikinio), tačiau pilkojo riešutmedžio atveju jo stiprumas priklausė nuo nagrinėjamo laikotarpio: 1957–2016 m. laikotarpiu nustatytas didesnis teigiamas vegetacijos periodo trukmės pokytis, bet pokyčio greitis buvo intensyvesnis 1980–2016 m. laikotarpiu.

Riešutmedis, vegetacijos periodas, klimato šiltėjimas, fenologija, pokytis

Įvadas

Daugelis augalų rūšių pasaulyje dėl klimato šiltėjimo paslinko savo arealų ribas ar pakeitė savo reakcijas į aplinką: paankstino pumpurų sprogimą, lapų skleidimąsi, žydėjimą, pavėlino lapų geltimą bei numetimą ir tuo pačiu pailgino vegetacijos periodą (Jensen, 2003; Juknys ir kt. 2016; Kramer ir kt. 2000; Menzel ir kt., 2006a, 2006b; Cleland ir kt., 2007). Iki 2050-ųjų metų, priklausomai nuo rūšies, augalų sulapojimo ar žydėjimo laikas gali paankstėti 3–27 (Chmielewski ir kt., 2005). Pumpurų sprogimo elgsena yra dalinai paveldima, todėl uždaroje populiacijose, kur nėra papildomos genų variacijos iš išorės, augalams labai sunku prisitaikyti prie kintančios temperatūros (Puhe, Ulrich, 2001). 21 amžiaus pradžioje vidutinė metinė oro temperatūra Lietuvoje padidėjo 0,7–0,9 °C, padažnėjo vasaros sausros (1992, 1994, 2002, 2006) ir pastabėta didėjančio kritulių kiekio šaltais sezonais bei mažėjančio šiltais sezonais tendencija (Galvonaitė ir kt., 2007; Rimkus ir kt., 2007).

Riešutmedžių pumpurų sprogimo data yra viena iš svarbiausių savybių auginant juos komerciniais tikslais, kadangi šie medžiai ypatingai jautrūs pavasario šalnoms (Črepinšek ir kt., 2009). Didelė riešutmedžių fenotipinė variacija lemia ir skirtingą jų atsaką į klimato pokyčius, todėl svarbu ištirti ir atrinkti potencialius atspariausius ir derlingiausius kiekvieno regiono atstovus (Solar ir kt., 2001; Koyuncu ir kt., 2005; Yarılgac ir kt., 2001). Priklausomai nuo graikinio riešutmedžio veislės ypatybių iki 2060 m. prognozuojama, kad pumpurų sprogimo data gali paankstėti iki 4 savaičių dėl klimato šiltėjimo, tačiau padidės ir pavasario šalnų žala šiems augalams (Črepinšek ir kt., 2009).

Tyrimo tikslas - išnagrinėti maistiniu, vaistiniu ir dekoratyviu požiūriu vertingų į Lietuvą introdukuotų rūšių – pilkojo (*Juglans cinerea* L.) ir graikinio (*Juglans regia* L.) riešutmedžių – vegetacijos periodo atsaką į šiltėjantį klimatą.

Tyrimų metodika

Ilgalaikius fenologinius introdukuotų sumedėjusių augalų fenologinius stebėjimus vykdė Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sodo dendrologai. Iš šių stebėjimų popierinių archyvų duomenų tyrimui buvo pasirinkti maistiniu, vaistiniu ir dekoratyviu požiūriu vertingos medžių rūšys: pilkasis ir graikinis riešutmedžiai. Pilkojo riešutmedžio (*Juglans cinerea* L.) duomenys popieriniuose archyvuose pateikiami nuo 1957-ųjų metų, o graikinio riešutmedžio (*Juglans regia* L.) – tik nuo 1980 m. Galima fenologinių stebėjimų paklaida ± 5 dienos. Pumpurų brinkimo pradžios ir lapų kritimo pabaigos fenologinių fazių pradžios datų sekos buvo transformuotos į dienų skaičiaus nuo metų pradžios sekas. Vegetacijos periodo trukmė buvo apskaičiuota tarp pumpurų brinkimo pradžios ir lapų kritimo pabaigos datų.

Klimato rodiklių duomenys: vidutinės mėnesio oro temperatūros (°C) ir kritulių kiekio (mm) duomenys (1957–2016) gauti iš Kauno meteorologinės stoties (kuri yra nutolusi 3,6 km atstumu nuo VDU Kauno botanikos sodo) archyvų.

Duomenų statistinė analizė atlikta Statistica 10 programiniu paketu. Apskaičiuoti aprašomieji rodikliai (vidurkis, vidurkio standartinė paklaida), ryšiams nustatyti taikyta koreliacinė analizė (apskaičiuoti Pirsono koreliacijos koeficientai). Rodiklių pokyčiams 1980–2016 ir 1957–2016 m. laikotarpiais įvertinti duomenų sekos buvo aproksimuotos tiesinės funkcijos metodu ir pokytis apskaičiuotas iš galutinės reikšmės (parametro aproksimuota reikšmė 2016 m.) atėmus pradinę (parametro aproksimuota reikšmė 1957 arba 1980 m.). Skirtumams tarp pilkojo ir graikinio riešutmedžių fenofazių datų ir vegetacijos periodo trukmės įvertinti naudotas Stjudento *t* testas.

Rezultatai

Klimato rodiklių pokyčiai analizuotais laikotarpiais (1980–2016 ir 1957–2016 m.). Vidutinės metinės oro temperatūros pokytis 1957–2016 m. buvo lygus $+1,83^{\circ}\text{C}$ ($p < 0,05$) (aproksimuota tiesinės funkcijos metodu), 1980–2016 m. – $+1,66^{\circ}\text{C}$ ($p < 0,05$). Vidutinio metinio kritulių kiekio pokytis 1957–2016 m. ($+7,20\text{ mm}$, $p > 0,05$) buvo labai panašus kaip ir 1980–2016 m. ($+7,25\text{ mm}$, $p > 0,05$). Rezultatai rodo, kad nagrinėjant ilgesnį laikotarpį, klimatas tiriamų riešutmedžių aplinkoje šiltėjo vidutiniškai po $0,03^{\circ}\text{C}$ per metus, tačiau 1980–2016 m. laikotarpiu klimato šiltėjimas pasidarė spartesnis – temperatūra kito po $0,05^{\circ}\text{C}$ per metus. 1980–2016 m. laikotarpis buvo ne tik šiltesnis (išskyrus liepos ir lapkričio mėn.), bet ir kritulių iškrisdavo daugiau (išskyrus rugpjūtį, rugsėjį ir lapkritį) nei 1957–2016 m. laikotarpiu.

Koreliacinės analizės rezultatai parodė, kad pilkojo riešutmedžio vegetacijos periodo trukmei daugiausiai įtakos turėjo kovo ($r = 0,59$), liepos ($r = 0,57$), rugpjūčio ($r = 0,44$) ir rugsėjo ($r = 0,72$) mėnesių vidutinė temperatūra bei sausio ($r = 0,43$) mėnesio vidutinis kritulių kiekis. Tuo tarpu graikinio riešutmedžio (*J. regia*) vegetacijos trukmė statistiškai patikimai ($p < 0,05$) koreliavo tik su rugsėjo mėnesio vidutine temperatūra ($r = 0,48$).

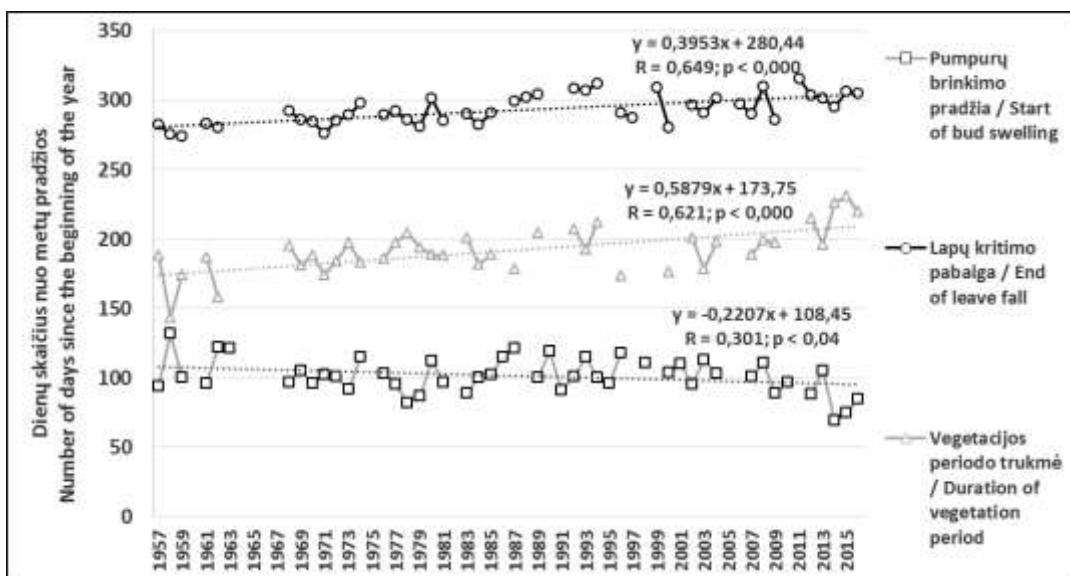
Pilkojo ir graikinio riešutmedžių vegetacijos periodo pokyčiai. Riešutmedžių pumpurų brinkimo pradžios, lapų kritimo pabaigos datų bei vegetacijos periodo trukmės dinamika pateikta 1 ir 2 paveiksluose. Vidutinė pilkojo riešutmedžio vegetacijos periodo trukmė 1957–2016 m. buvo lygi $191,64 \pm 2,72$ dienos (pumpurų brinkimas vidutiniškai prasidėdavo praėjus $101,53 \pm 1,85$ d. nuo metų pradžios, o lapų kritimas baigdavosi po $293,09 \pm 1,62$ d. nuo metų pradžios). Nagrinėjant trumpesnį 1980–2016 m. laikotarpį, pilkojo riešutmedžio vegetacijos periodo trukmė pailgėjo ir vidutiniškai buvo lygi $197,43 \pm 3,30$ d. (pumpurų brinkimo pradžia vidutiniškai prasidėdavo praėjus $101,07 \pm 2,30$ d. nuo metų pradžios, lapų kritimas baigdavosi po $298,00 \pm 1,80$ d. nuo metų pradžios).

Graikinio riešutmedžio vegetacijos periodas vidutiniškai truko $197,00 \pm 2,66$ d. (beveik tiek pat kaip ir pilkojo riešutmedžio). Graikinio riešutmedžio pumpurų brinkimas vidutiniškai prasidėdavo praėjus $101,79 \pm 2,14$ d. nuo metų pradžios, o lapai baigdavo kristi po $298,38 \pm 1,75$ d. nuo metų pradžios.

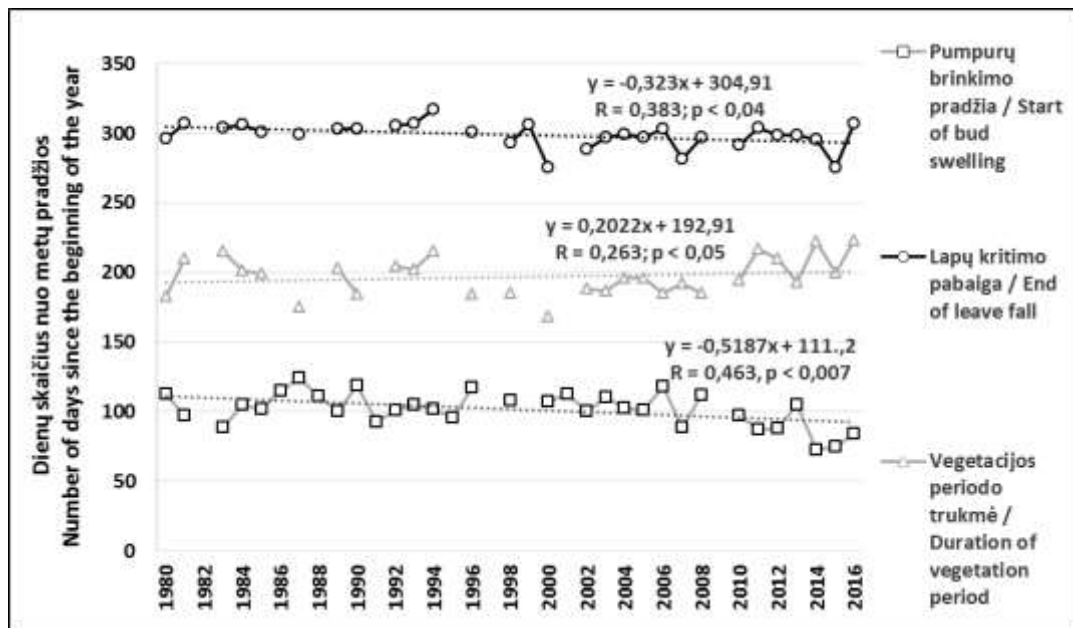
Nagrinėjant 1980–2016 m. laikotarpį abiejų riešutmedžių pumpurų brinkimo pradžios data paankstėjo vidutiniškai 17 dienų (2 lentelė), o 1957–2016 m. – pilkojo riešutmedžio paankstėjo 13 dienų. Tačiau pilkojo ir graikinio riešutmedžių lapų kritimo pabaigos fenologinės fazės atsakas į šiltėjantį klimatą buvo skirtingas: pilkojo riešutmedžio vėlavo 23 dienomis (1957–2016 m. laikotarpiu) ir 8 dienomis (1980–2016 m.), o graikinio riešutmedžio – paankstėjo vidutiniškai 12 dienų. Graikinio riešutmedžio lapų kritimo pradžia statistiškai patikimai paankstėjo vidutiniškai 16 dienų. Šiltėjantis klimatas sąlygojo graikinio riešutmedžio greitesnį rudeninį lapų nukritimą.

Pilkojo riešutmedžio vegetacijos periodas 1957–2016 m. laikotarpiu pailgėjo 34,69 dienomis (vidutiniškai 0,59 dienos/metus), nagrinėjant trumpesnį 1980–2016 m. laikotarpį, pailgėjo mažiau – 24,79 d., tačiau kitimas vyko sparčiau (vidutiniškai 0,69 d./m.) (1 lentelė). Graikinio riešutmedžio vegetacijos periodo pokytis 1980–2016 m. laikotarpiu nebuvo toks žymus: pailgėjo 7,28 d. (vidutiniškai 0,20 d./m.). Abiejų riešutmedžių vegetacijos periodo atsakas į klimato šiltėjimą buvo teigiamas, tačiau pilkojo riešutmedžio atveju jo stiprumas priklausė nuo nagrinėjamo laikotarpio: ilgesniu laikotarpiu nustatytas didesnis teigiamas vegetacijos periodo trukmės pokytis, tačiau pokyčio greitis intensyvesnis 1980–2016 m. laikotarpiu.

Lyginant pilkojo ir graikinio riešutmedžių pumpurų brinkimo pradžios datas bei vegetacijos periodo trukmę 1980–2016 m. laikotarpiu statistiškai patikimų skirtumų nenustatyta (Stjudento testo t koeficientai buvo atitinkamai lygūs $-0,09$ ir $-1,37$; $p > 0,05$). Tačiau pilkojo ir graikinio riešutmedžių lapų kritimo pabaigos datos šiuo laikotarpiu skyrėsi reikšmingai ($t = -2,16$; $p = 0,034$).



1 pav. *Juglans cinerea* pumpurų brinkimo pradžios, lapų kritimo pabaigos datų bei vegetacijos periodo trukmės kaita 1957–2016 m.
Fig. 1. The dynamics of bud swelling start date, end date of leaf fall and the duration of vegetation period of *Juglans cinerea* in 1957–2016



2 pav. *Juglans regia* pumpurų brinkimo pradžia, lapų kritimo pabaigos datų bei vegetacijos periodo trukmės kaita 1980–2016 m.

Fig. 2. The dynamics of bud swelling start date, end date of leaf fall and the duration of vegetation period of *Juglans regia* in 1980–2016

1 lentelė. Riešutmedžių pumpurų brinkimo pradžia, lapų kritimo pabaigos datų bei vegetacijos periodo trukmės pokyčiai (dienos) bei jų kitimo greitis (dienos/metus)

Table 1. Changes (days) and the pace of changes (days/year) of walnut tree bud swelling start date, leaf falling end date and the duration of vegetation period

Rūšis / Species	Analizuotas periodas / Analysed period	Pumpurų brinkimo pradžia ir jo kitimo greitis (d./m.) / Change of bud swelling start date (d.) and the pace of it (d./y.)	Lapų kritimo pabaigos datos pokytis (d.) ir jo kitimo greitis (d./m.) / Change of leaf falling end date (d.) and the pace of it (d./y.)	Vegetacijos periodo trukmės pokytis (d.) ir jo kitimo greitis (d./m.) / Change of the duration of vegetation period (d.) and the pace of it (d./y.)
<i>Juglans cinerea</i>	1957–2016	-13,2 d. -0,22 d./m.	+23,32 d. +0,40 d./m.	+34,69 d. +0,59 d./m.
<i>Juglans cinerea</i>	1980–2016	-18,61 d. -0,52 d./m.	+7,97 d. +0,22 d./m.	+24,79 d. +0,69 d./m.
<i>Juglans regia</i>	1980–2016	-18,67 d. -0,52 d./m.	-11,63 d. -0,32 d./m.	+7,28 d. +0,20 d./m.

Pastaba: reikšmės paryškintu šriftu yra statistiškai patikimos ($p < 0,05$)

Note: values in bold type are statistically significant ($p < 0,05$)

Aptarimas

Tikėtina klimato šiltėjimo pasekmė – atsekti fenologinių perėjimų, kurie nulemia vidutinių platumų vėsių regionų lapuočių vegetacijos periodo trukmę, tendencijas laike (Badeck ir kt., 2004). Pilkojo ir graikinio riešutmedžių vegetacijos periodo atsakas į klimato šiltėjimą buvo teigiamas, tačiau jo stiprumas priklausė nuo nagrinėjamo laikotarpio: nagrinėjant ilgesnį laikotarpį, pokytis buvo didesnis, bet pokyčio greitis intensyvesnis nuo 1980 m., šiuo laikotarpiu sutampa ir klimato šiltėjimo spartėjimas. Ilgalaikiai (nuo 1951 m.) riešutmedžių fenologiniai stebėjimai Kalifornijoje taip pat patvirtino, kad šiltėjančios žiemos vėlina ir šiltėjantys pavasariai ankstina riešutmedžių vegetaciją (Luedeling, Gassner, 2012).

VDU Kauno botanikos sode stebėtų riešutmedžių fenologiniai duomenys atskleidė, kad skirtingos rūšys į klimato šiltėjimą reagavo ne vienodai: pilkojo riešutmedžio vegetacijos periodo trukmę pailgino daugiau nei graikinio, pilkojo riešutmedžio lapų kritimo pabaigą pavėlino, o graikinio – paankstino. Riešutmedžių genties

evoliucijos tyrimai atskleidė, kad skirtingos riešutmedžių rūšys į dramatiškus Pleistoceno klimato atvėsimo pokyčius taip pat reagavo skirtingai, be to, vidutinių platumų riešutmedžių evoliucijai įtakos turėjo ne tik išoriniai klimato pokyčiai, bet labai svarbų vaidmenį vaidino ir vidiniai rūšies veiksniai, kaip pvz. specifinė sąveika su patogenais (Bai ir kt., 2018). Klimato pokyčiai ir pailgėjęs augalų vegetacijos periodas pateiks ūkininkams ir miškininkams naujų iššūkių.

Išvados

1. Metinė temperatūra tiriamų riešutmedžių aplinkoje 1957–2016 m. kilo vidutiniškai po 0,03 °C per metus, tačiau 1980–2016 m. laikotarpiu klimato šiltėjimas greitėjo – temperatūra kilo po 0,05 °C per metus.

2. Vidutinė pilkojo riešutmedžio (*Juglans cinerea*) vegetacijos periodo trukmė 1957–2016 m. buvo lygi 192 dienoms (per šį laikotarpį pailgėjo 35 d.), o 1980–2016 m. – 197 d. (pailgėjo 25 d.), graikinio riešutmedžio vegetacijos periodas šiuo laikotarpiu truko taip pat 197 d. (pailgėjo 7 d.).

3. Nagrinėjant 1980–2016 m. laikotarpį abiejų riešutmedžių pumpurų brinkimo pradžios data paankstėjo vidutiniškai 17 dienų, tačiau lapų kritimo pabaigos fenologinės fazės atsakas į šiltėjantį klimatą buvo skirtingas: pilkojo riešutmedžio vėlavo 8 dienomis, o graikinio riešutmedžio – paankstėjo vidutiniškai 12 dienų.

4. 1957–2016 m. laikotarpiu nustatytas didesnis teigiamas abiejų riešutmedžių rūšių vegetacijos periodo trukmės pokytis, bet pokyčio greitis buvo intensyvesnis 1980–2016 m. laikotarpiu.

Literatūra

- BADECK, F. W., BONDEAU, A., BÖTTCHER, K. et al. Responses of spring phenology to climate change. *New Phytologist*, 2004, Vol. 162, p. 295-309.
- BAI W. N., YAN P. C., ZHANG B. W., WOESTE K. E. LIN K., ZHANG D. Y. Demographically idiosyncratic responses to climate change and rapid Pleistocene diversification of the walnut genus *Juglans* (*Juglandaceae*) revealed by whole-genome sequences. *New Phytologist*, 2018, Vol. 217, Iss. 4, p. 1726-1736.
- BARONIENĖ V., ROMANOVSKAJA D. Klimato šiltėjimo įtaka augalų sezoniniam vystymuisi Lietuvoje 1961–2003 metais. *Vagos*, 2005, t. 66 (19), p. 24–32.
- CHMIELEVSKI F. M., MULLER A., KUHLER W. Possible impacts of climate change on natural vegetation in Saxony (Germany). *International Journal of Biometeorology*, 2005, Vol. 50, p. 96-104.
- CLELAND E., CHUINE I., MENZEL A., MOONEY H., SCHWARTZ M. Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology and Evolution*, 2007, Vol.22, No.7, p. 357–365.
- ČREPINŠEK Z., SOLAR M., ŠTAMPAR F., SOLAR A. Shifts in walnut (*Juglans regia* L.) phenology due to increasing temperatures in Slovenia. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 2009, Vol. 84, Iss. 1, p. 59-64.
- GALVONAITĖ A., MISIŪNIENĖ M., VALIUKAS D., BUITKUVIENĖ M. Lietuvos klimatas. Vilnius, Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba, 2007, 207 p.
- JENSEN Z. M. N. Consensus on ecological impacts remains elusive. *Science* 301, 2003, Vol. 5634, 38-38 p. doi: 10.1126/science.299.5603.38
- JUKNYS J., KANAPICKAS A., ŠVEIKAUSKAITĖ I., SUJETOVIENĖ G. Response of deciduous tree spring phenology to recent and projected climate change in Central Lithuania. *International Journal of Biometeorology*, 2016, Vol. 60, No. 10, p. 1589-1602.
- KOYUNCU F., YLDRM F.A., KOYUNCU M.A., TOSUN F. Determination of phenological characteristics of three different walnut (*Juglans regia* L.) populations in Isparta Region for breeding. *Bahce*, 2005, Vol. 34, Iss. 1, 123-132 p.
- KRAMER K., LEINONEN I., LOUSTAU D. The importance of phenology for the evaluation of impact of climate change on growth of boreal, temperate and Mediterranean forests ecosystems: an overview. *International Journal of Biometeorology*, 2000, Vol. 44, p. 67–75.
- LUEDELING E., GASSNER A. Partial Least Squares Regression for analyzing walnut phenology in California. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2012, Vol. 158-159, p. 43-52.
- MENZEL A., SPARKS T., ESTRELLA N., ROY D. B. Altered geographic and temporal variability in phenology in response to climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 2006a., Vol.15, p. 498-504.
- MENZEL A., SPARKS T., ESTRELLA N., KOCH E., AASA A., AHAS R., et al. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*, 2006b, Vol. 12, p. 1969-1976.
- PUHE J., ULRICH B. Global Climate Change and Human Impacts on Forest Ecosystems. Postglacial Development, Present Situation and Future Trends in Central Europe. (Chapter 6.3.2. Response of Seasonal Ecosystem Processes to Temperature and its Change). Springer, Verlag Berlin Heidelberg, 2001, p. 243-252.
- RIMKUS E., KAŽYS J., JUNEVIČIŪTĖ J., STONEVIČIUS E. Lietuvos klimato pokyčių XXI amžiuje prognozė. *Geografija*, 2007, t. 43(2), p. 37–47.
- SOLAR A., HUDINA M., ŠTAMPAR F. Relationship between tree architecture, phenological data and generative development in walnut (*Juglans regia* L.). *Acta horticultrae*, 2001, Vol. 544, p. 275–285.
- YARILGAC T., KOYUNCU F., KOYUNCU M.A., KAZANKAYA A., SEN S.M. Some promising walnut selections (*Juglans regia* L.). *Acta Horticulturae*, 2001, Vol. 544, p. 93-96.

Asta Malakauskienė

Response of Vegetation Period of Introduced to Lithuania Walnuts (*Juglans cinerea* and *Juglans regia*) to Climate Warming

Summary

Climate warming determines significant changes in plant phenology of temperate latitudes, thus making great impact on the duration of vegetation period. These changes are important in the context of plant species migration from their natural habitats. Long-term observation of introduced walnut species phenology were carried out by dendrologists of Kaunas botanical Garden of Vytautas Magnus University. The aim of this study was to estimate the response to climate warming of valuable from the nutritional, medicinal and decorative point of view introduced to Lithuania walnut species – butternut (*Juglans cinerea* L.) and Persian walnut (*Juglans regia* L.). Data of butternut phenology in paper archives were available from the year of 1957, data of Persian walnut – from 1980. In 1957–2016 mean annual temperature in the environment of sample walnuts rose by 0.03 °C per year, but the air was warming faster in 1980–2016 – temperature rose by 0.05 °C per year. Mean butternut vegetation period duration in 1957–2016 was 192 days (prolonged by 35 d. during this period), in 1980–2016 – 197 d. (prolonged by 25 d.), vegetation period of Persian walnut at the same period lasted also 197 d. (prolonged by 7 d.). Analyzing the period of 1980–2016, the start date of bud swelling of both walnuts advanced on average by 17 days, but the response of leaf falling phenophase to climate warming was different: delayed by 8 days for butternut and advanced by 12 days for Persian walnut. Warming climate determined faster autumn leaf falling of Persian walnut. The response of vegetation period towards climate warming was positive for both walnut species, but in case of butternut, the strength of the response depended on the analyzed period: the change of vegetation period duration was greater in 1957–2016, but the speed of the change was faster in 1980–2016.

Walnut, vegetation period, climate warming, phenology, change

Gauta 2018 m. vasario mėn., atiduota spaudai 2018 m. balandžio mėn.

Asta MALAKAUSKIENĖ, Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sodo Dendrologijos kolekcijų sektoriaus mokslo darbuotoja, biomedicinos mokslų daktarė. Adresas: Ž. E. Žilibero 6, LT-46324, Kaunas. Tel. (8 37) 29 53 00, el. paštas: asta.malakauskiene@vdu.lt.

Asta MALAKAUSKIENE, Kaunas Botanical Garden of Vytautas Magnus University, Scientist of Sector of Dendrology Collections, Doctor of Biomedical Sciences. Address: Z. E. Zilibero 6, LT-46324, Kaunas. Tel. (+370 37) 29 53 00, e-mail: asta.malakauskiene@vdu.lt