

## PAPRASTOSIOS PUŠIES KLONŲ FENOLOGINIŲ FAZIŲ STEBĖJIMAS PAPRASTOSIOS PUŠIES (*PINUS SYLVESTRIS* L.) SĖKLINĖJE PLANTACIJOJE

**Justė PETRAUSKAITĖ**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Miškų ir ekologijos fakultetas, el. paštas: [juste.petrauskaite@vdu.lt](mailto:juste.petrauskaite@vdu.lt)

### Santrauka

Paprastoji pušis (*Pinus sylvestris* L.) – komerciškai ir kultūriškai svarbi rūšis daugelyje Europos šalių. Siekiant užtikrinti miškų apsaugą, biologinę įvairovę, miškų ekosistemų daugiafunkciškumą ir tvarumą klimato kaitos kontekste, būtina rūpintis genetiniais ištekliais, didinti atitinkamos miško dauginamosios medžiagos gavybą. Tyrime įvertintas paprastosios pušies antros kartos sėklinės plantacijos, esančios VĮ Valstybinių miškų urėdijos Mažeikių regioninio padalinio Kapėnų girininkijoje, augančių medžių klonų iš geografiškai tolimų Lietuvos regionų (Labanoras ir Juodkrantė) populiacijų sporifikacijos sinchroniškumas ir kryžminimosi tarp populiacijų galimybės. Tyrimas atliktas 2021–2022 m., pirmose trisdešimtyje sėklinės plantacijos eilių, kuriose auga 391 rameta, 59 klonai. Kiekvieno medžio vegetatyvinių pumpurų, moteriškų ir vyriškų strobilų fenologinės fazės įvertintos pagal TREES4FUTURE (2006) fenologijos vertinimo metodiką. Klonų vyriškų ir moteriškų strobilų receptyvinės stadijos sinchroniškumo tyrimas parodė, kad apie 50 proc. klonų rametų vyriškų ir moteriškų strobilų receptyvinės stadijos sutampa, kas rodo jų kryžminimosi galimybę. Nustatyta, kad skirtingų Lietuvos geografinių rajonų Labanoro (šiaurinė Lietuvos dalis) ir Juodkrantės (Lietuvos pajūrio regionas) populiacijų klonai reikšmingai nesiskiria nei vyriškų, nei moteriškų strobilų sporifikacijos stadijomis, kas rodo jų kryžmadulkos galimybes.

**Reikšminiai žodžiai:** paprastoji pušis, sėklinė plantacija, fenologija, klonas, sporifikacija.

### Įvadas

Paprastoji pušis (*Pinus sylvestris* L.) yra ekonominiu ir ekologiniu požiūriu svarbi rūšis daugelyje Europos šalių (Houston Durrant ir kt., 2016). Vienas Naujosios 2030 m. Europos Sąjungos (ES) miškų strategijos tikslų — užtikrinti ES miškų apsaugą, biologinę įvairovę, miškų ekosistemų daugiafunkciškumą ir tvarumą. Strategijoje teigiama, kad nuo genetinių išteklių priklauso klimato kaitai atspari miškininkystė, todėl reikia didinti atitinkamos miško dauginamosios medžiagos gavybą, pabrėžiama mokslinių tyrimų atlikimo svarba (Europos Komisija, 2021). Dėl klimato kaitos besikeičianti aplinka pareikalaus naujoms sąlygoms pritaikytos sodinamosios medžiagos (FAO, 2014). Norint išsaugoti aukštos kokybės paprastosios pušies genetinius išteklius, būtina nuolatinė miško sėklinių objektų stebėseną (Khanova ir kt., 2020). Paprastoji pušis sporifikuoja gegužės–birželio mėnesiais, vėjas nešioja lengvas sporas ir taip medžiai yra apdulkinami (Ozolīnčius, 1998). Fenologinė medžių stebėseną sėklinėse plantacijose rodo, kad dėl skirtingo sporifikacijos laiko ne visi plantacijos klonai gali kryžmintis tarpusavyje (Danusevičius, 2000). Ši lytinė asimetrija gali ženkliai sumažinti plantacijų klonų genetinę įvairovę ir sėklų kokybę. Atliktu tyrimu siekiama įvertinti paprastosios pušies antros kartos sėklinėje plantacijoje augančių medžių klonų iš geografiškai tolimų Lietuvos regionų (Labanoras ir Juodkrantė) populiacijų sporifikacijos sinchroniškumą ir kryžminimosi tarp populiacijų galimybes.

**Tyrimo tikslas** – įvertinti paprastosios pušies (*Pinus sylvestris* L.) klonų sporifikacijos sinchroniškumą paprastosios pušies antros kartos sėklinėje plantacijoje.

Įsiskelbtam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Nustatyti klonų rametų vyriškų ir moteriškų strobilų receptyvinių stadijų suderinamumą Kapėnų girininkijos sėklinėje plantacijoje, dviejų sezonų eigoje 2021 ir 2022 m.
2. Nustatyti fenologinių stadijų skirtumus tarp skirtingų Lietuvos populiacijų klonų, esančių Kapėnų girininkijos sėklinėje plantacijoje, dviejų sezonų eigoje 2021 ir 2022 m.

### Tyrimų objektas ir metodai

Klonų rametų vyriškų, moteriškų strobilų ir vegetatyvinių pumpurų fenologijos stebėjimai atlikti 2021–2022 m. II kartos paprastosios pušies (*Pinus sylvestris* L.) sėklinėje plantacijoje, esančioje VĮ Valstybinių miškų urėdijos Mažeikių regioninio padalinio Kapėnų girininkijoje (miško sėklinės bazės objekto kodas – 38PSP033). Plantacija įveista 1999 m., joje auga Labanoro ir Juodkrantės paprastosios pušies populiacijų medžių klonai. Šių klonų ortetos buvo paprastosios pušies medžiai, testuojami bandomuosiuose želdiniuose. Iš viso sėklinėje plantacijoje auga 1162 rametos (skiepyti medžiai), 70 skirtingų klonų. Tyrimas atliktas vienoje plantacijos sekcijoje, pirmose trisdešimtyje sėklinės plantacijos eilių (žr. 1 pav.).

Vertinta sekcija sudaryta iš 391 rametos, 59 klonų po vidutiniškai 7 rametas (to paties klonų rametų skaičius varijuoja nuo 1 iki 20 skiepy iš kiekvieno klonų) (žr. 2 pav.). Klonai yra kilę iš Juodkrantės ir Labanoro populiacijų. Kiekvieno sezono metu buvo atlikta po 6–7 kontrolinius klonų rametų fenologinių fazių stebėjimus, įvertinant ne mažiau kaip 160 (40 %) sekcijos rametų, siekiant nustatyti didžiausią fenologinių stadijų įvairovės metą ir optimaliausią receptyvinių stadijų laiką. Būtent šiuo laiku atlikti visos sekcijos klonų rametų stebėjimai.



Šaltinis: CNES / Airbus, Maxar Technologies (2024)  
Source: CNES / Airbus, Maxar Technologies (2024)

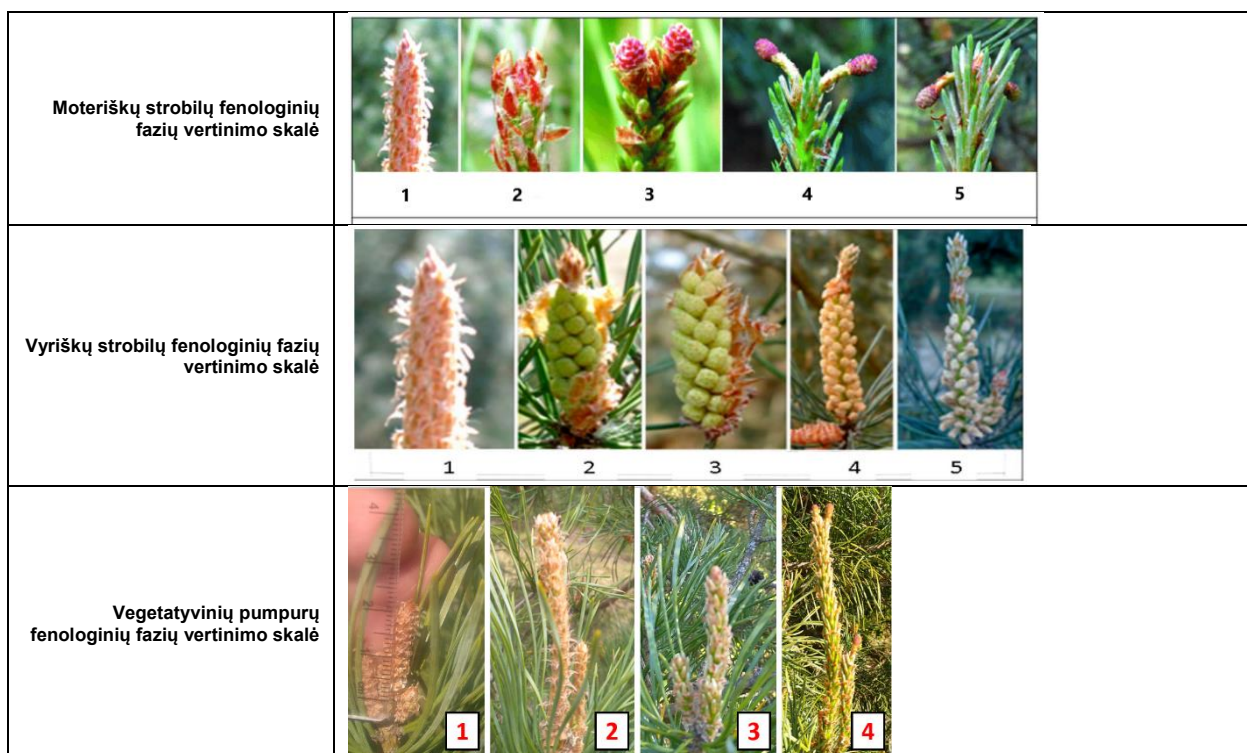
**1 pav.** Paprastosios pušies sėklinės plantacijos 38PSP033 palydovinė nuotrauka. Raudona linija pažymėta tyrimo atlikimo vieta.  
**Fig.1.** Satellite picture of Scots pine seed orchard 38PSP033. The red line marks the location of the study.

	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1							
																									15	520	503	503	92	19							
17D																									504	38	98	503	504	503	560	18					
16D																									516		520	3	503	516	16	3	17				
15D	97	7	80	90		514	95	95	475	506	95	2	9	99J	91	516	518	505							79	504	503	87	506	504	604	85	16	16			
14D	520	16	12	38	5	1	516	16	503	462	86	2	87	38	10	503	5	516	516	95	98	85	98		98	803	18	19	503	503	16	15	16	15			
13D	87	11	89		18	88	89	94	3	516	80	87	79	87	520	97	10			511	18	98	462	94	78	18	7	7	36	518	13						
12D	15	16	518	96	38	94	16	93	10	91	80	19	97	97	7	90			78	13	91	105	88	475	9	95	19	511	16	513	506	12					
11D	86	11		1	508	5	14	87	504	9	90	93	1957	95	85		16	11	94	9	95	79	195	10	462	3	78	475	506	79	11						
10D	16		512	512	86	93	521	90	17	11	17	506	18	518			19	15	95	4	4	97	4	518	92	516	38	19	511	85	7	10					
9D	7	7	96	88	94	503	85	518	507	462	92	475	38		89	78	5	520	13	78	79	520	504	98	518	96	7	79	99	18	9						
8D		95	20	3	195	520	96	4	517	507	16		462	518	79	95	7	508	520	79	9	13	80	511	97	87	16	19	85								
7D	520	5	92	14	5	78	99	99	38	13		88	475	514	507	9	6	94	78	505	95	9	6	519	79	475	15	506									
6D	507	520	475	88	87	4	12	475	462		11	9	91	516	11	95	504	19	4	90	95	511	95	91	462	99	195	16									
5D	80	5	14	20	6	6	517			90	507	90	98	516	80	511	15	2	98	506	78	78	87	95	475	516	38										
4D	17	5	88	93	78	78			90	86	5	4	98	476	520	514	508	6	93	94	97	511	95	18	518	79	7										
3D	80	95	1	98	2		14	93	92	95	87	506	476	91	17	97	10	520	79	93	87	504	97	95	514	38											
2D	6	95	38	510			87	3	93	462	15	10	78	516	519	87	87	86	86	93	13	87	94	97	97	99	195										
1D	80	95				87	16	89	93	86	10	14	87	516	462	92	507	78	87	88	92	90	505	514	476												
	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1							

Šaltinis: Paprastosios pušies sėklinės plantacijos 38PSP033 pasas (1999)  
Source: Passport of Scots pine seed orchard 38PSP033 (1999)

**2 pav.** Paprastosios pušies sėklinės plantacijos 38PSP033 schemos dalis – pirmos 30 eilių, 391 rameta.  
**Fig.2.** Part of the diagram of Scots pine seed orchard 38PSP033 – first 30 rows, 391 rameta.

Kiekvieno medžio vegetatyvinių pumpurų, moteriškų ir vyriškų strobilų fenologinės fazės buvo įvertintos pagal TREES4FUTURE (2006) fenologijos vertinimo metodiką (žr. 3 pav.).



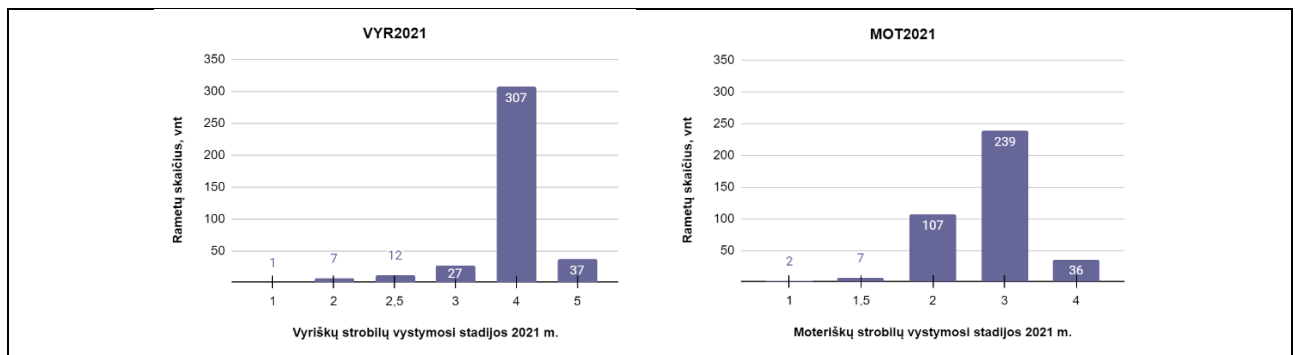
Šaltinis: TREES4FUTURE (2006)  
Source: TREES4FUTURE (2006)

**3 pav.** Moteriškų, vyriškų strobilų ir vegetatyvinių pumpurų vertinimo skalės.  
**Fig.3.** Scales for the evaluation of female, male and vegetative buds of Scots pine.

Vertinta kiekvieno medžio pietinėje pusėje akies aukštyje esanti šaka. Vegetatyvinių ūglių fenologinių fazių vertinimo skalė: 1 – pumpuras pailgėjęs apie 2–3 cm, žvyneliai stori; 2 – pumpuras gerokai pailgėjęs, žvyneliai vis dar matomi, taip pat matomi ir jauni žali ūgliai; 3 – spyglių galiukai jau gerai matomi, bet dar neatsiskyrę į du; 4 – matomi išaugę spygliai iš brachyblasto atsiskyrę į du spygliukus. Moteriškų strobilų fenologinių fazių vertinimo skalė: 1 – pumpurai pailgėję, visiškai padengti žvyneliais, strobilų aiškiai nesimato; 2 – ūglio viršuje aiškiai matomi moteriški pumpurai, tačiau juos dengia žvyneliai; 3 – moteriškų pumpurų vaisingumo pikas, pumpurai vertikaliaje pozicijoje; 4 – pumpurų vaisingumo pabaiga, strobilai ima lenktis žemyn; 5 – strobilai visiškai nusilenkę žemyn, beveik visiškai sumedėję. Vyrیشkų strobilų fenologinių fazių vertinimo skalė: 1 – pumpurai pailgėję, visiškai padengti žvyneliais, strobilų nesimato; 2 – strobilai matomi, tačiau jie vandeningi, suspaudus rankomis, ant rankų lieka geltonas skystis; 3 – strobilai galutinai susiformavę, nėra vandeningi, kai spaudžiami rankomis, ant rankų lieka geltonos spalvos nevandeninga žiedadulkių masė, žiedadulkės nedulka; 4 – dulka žiedadulkės; 5 – žiedadulkių dulkJimo pabaiga, strobilai tušti ir sausi.

## Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

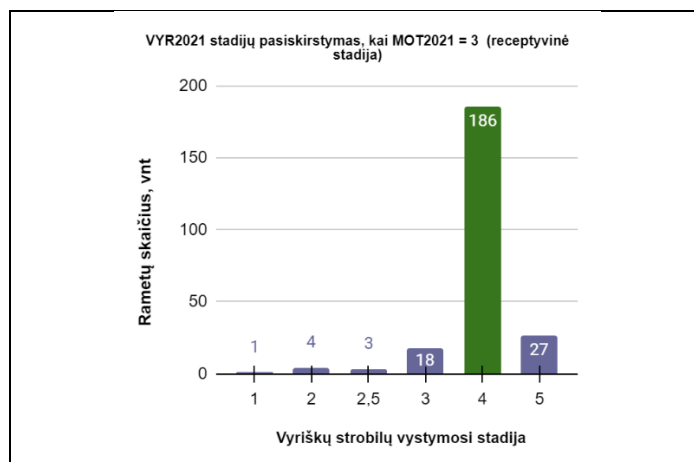
2021 m., tyrimo atlikimo metu, daugiausia vertintų klonų rametų vyrیشkų strobilų, 307 iš 391 rametų, buvo dulkJimo stadijoje (4 stadija), tai sudaro 79 % visų vertintų klonų rametų. Atliekant moteriškų strobilų fenologinių stadijų vertinimą, nustatyta, kad receptyvinėje stadijoje (3 stadijoje) buvo 239 rametų moteriški strobilai (iš 391), tai sudaro 61 % visų rametų (žr. 4 pav.). Moteriškų ir vyrیشkų strobilų fenologinių stadijų pasiskirstymas įrodo optimalų tyrimo atlikimo laiką, kai didžioji dalis plantacijoje augančių medžių sporifikuoja sinchronizuotai ir gali kryžmintis vienas su kitu.



4 pav. Rametų vyrیشkų (VYR2021) ir moteriškų (MOT2021) strobilų vystymosi stadijų pasiskirstymas 2021 m.

Fig.4. Distribution of developmental stages of male (VYR2021) and female (MOT2021) strobili of rametes in 2021.

Atlikus klonų rametų vyrیشkų ir moteriškų strobilų receptyvinių stadijų suderinamumo Kapėnų girininkijos sėklinėje plantacijoje analizę, nustatyta, kad tyrimo atlikimo metu sėklinėje plantacijoje vyriškiems strobilams pasiekus dulkJimo fazę dalis moteriškų strobilų dar nebuvo atsidarę. Tokia stadijų sąveika fiksuota tarp 86 rametų, kas sudaro 22 % visų plantacijoje tirtų klonų rametų. Rametų vyriškiems strobilams esant dulkJimo fazėje, dalies moteriškų strobilų receptyvinė fazė jau buvo pasibaigusi ir strobilai buvo užsidarę (30 rametų, 8 %). Svarbiausia stadijų sąveika, sinchronizuota vyriška ir moteriška sporifikacija, kai vyriški strobilai dulkJimo fazėje ir moteriški strobilai receptyvinėje fazėje tuo pat metu, vyko tarp 186 iš 391 vertintų rametų, tai sudaro beveik pusę (48 %) visų plantacijoje tirtų rametų (žr. 5 pav.). Tai yra geras kryžmadulkos rodiklis, indikuojantis, kad beveik pusė plantacijos klonų poruojasi vienas su kitu.

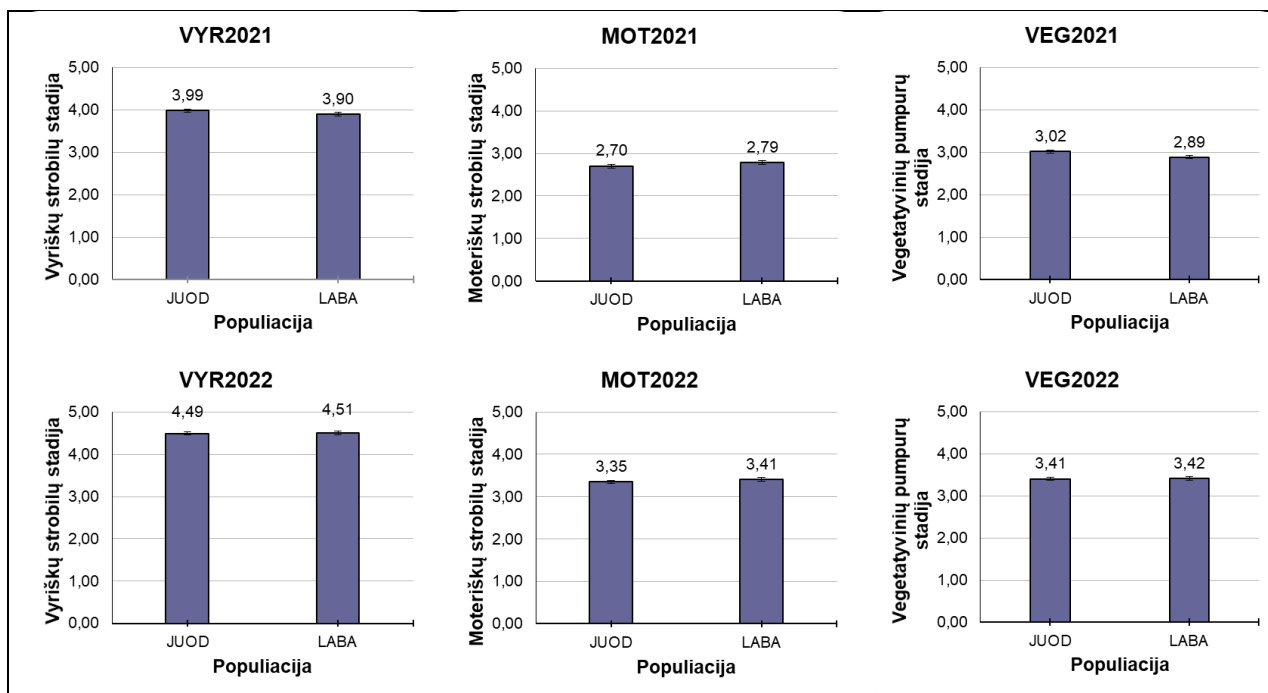


5 pav. Rametų vyrیشkų (VYR2021) strobilų vystymosi stadijų pasiskirstymas (sinchronizacija), kai moteriškos (MOT2021) ramets trečioje fazėje.

Fig.5. Distribution of developmental stages (synchronisation) of male (VYR2021) ramets with female (MOT2021) ramets in phase 3.

Kitas vertinimas atliktas siekiant nustatyti fenologinių stadijų skirtumus tarp skirtingų Lietuvos populiacijų klonų, esančių Kapėnų girininkijos sėklinėje plantacijoje, dviejų sezonų eigoje 2021 ir 2022 m. Nustatyta, kad Juodkrantės ir Labanoro populiacijų moteriškų ir vyriškų strobilų bei vegetatyvinių pumpurų fenologinių stadijų vidutinės reikšmės iš esmės nesiskiria (žr. 6 pav.). 2021 m. Juodkrantės populiacijos vyriškų strobilų fenologinių stadijų vidutinė reikšmė – 3,99, Labanoro – 3,90. Juodkrantės populiacijos moteriškų strobilų fenologinių stadijų vidutinė reikšmė – 2,70, Labanoro – 2,79. Juodkrantės populiacijos vegetatyvinių pumpurų fenologinių stadijų vidutinė reikšmė – 3,02, Labanoro – 2,89. 2022 m. vidutinės fenologinių stadijų vidurkių reikšmės tarp populiacijų taip pat ženkliai nesiskyrė.

Siekiant nustatyti, ar populiacijų fenologija statistiškai reikšmingai skyrėsi, atlikta ANOVA dispersinė analizė. Nustatyta, kad populiacijos efektas vyriškų ir moteriškų strobilų fenologinėms stadijoms nebuvo statistiškai reikšmingas nei 2021, nei 2022 m. Populiacijos efektas buvo statistiškai reikšmingas tik vieno požymio – vegetatyvinių pumpurų 2021 m. (VEG2021 –  $P < 0,05$ ).



**6 pav.** Juodkrantės (JUOD) ir Labanoro (LABA) populiacijų moteriškų, vyriškų strobilų ir vegetatyvinių pumpurų fenologinių stadijų vidutinės reikšmės 2021 ir 2022 metais. Paklaidos linijos rodo standartinę paklaidą. Skiepių skaičius: 391 vnt., iš jų 195 skiepai iš Juodkrantės populiacijos ir 196 skiepai iš Labanoro populiacijos.

**Fig. 6.** Mean values of the phenological stages of female and male strobili and vegetative buds of the Juodkrante (JUOD) and Labanoras (LABA) populations in 2021 and 2022. Error lines indicate standard error. Number of grafts: 391 of which 195 from the Juodkrante population and 196 from the Labanoras population.

Įdomu tai, kad Labanoro ir Juodkrantės populiacijų kilmės vietos geografiškai labai nutolusios viena nuo kitos, todėl populiacijos efektas turėtų būti išreikštas, tačiau taip nėra. Tokiam rezultatui turėti įtakos galėjo kelios priežastys: (a) tikėtina, kad populiacijos viduje buvo ženkliai skirtingos fenologijos klonų, o paskaičiavus populiacijos vidurkį šie klonų skirtumai suvienodino populiacijos vidurkius, (b) antra priežastis – abiejų populiacijų skiepiams galėjo būti naudoti panašios fenologijos įskiepai (pavyzdžiui, kelių genetiškai artimų motinmedžių palikuonys), tai galėjo suvienodinti klonų fenologiją tarp šių dviejų populiacijų (Danusevičius, 2000).

## Išvados

1. Klonų vyriškų ir moteriškų strobilų receptyvinės stadijos sinchroniškumo tyrimas parodė, kad stipriausios sporifikacijos metu apie 50 % klonų rametų vyriškų ir moteriškų strobilų receptyvinės stadijos sutampa, tai rodo jų kryžminimosi galimybę.

2. Skirtingų Lietuvos geografinių rajonų Labanoro (šiaurinė Lietuvos dalis) ir Juodkrantės (Lietuvos pajūrio regionas) populiacijų klonai reikšmingai nesiskiria nei vyriškų, nei moteriškų strobilų sporifikacijos stadijomis, tai rodo jų kryžmadulkos galimybes.

## Literatūra

- Danusevičius J. 2000. Pušies selekcija: kilmių atranka, introdukcija, hibridizacija, selekcinė sėklininkystė: monografija. Kaunas: Lututė. P. 352.
- Europos Komisija. 2021 m. liepos 16 d. Nauja 2030 m. ES miškų strategija. Briuselis. Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/lt/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0572> (žiūrėta 2024 02 10).

3. FAO, Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. 2014. The State of the World's Forest Genetic Resources. Rome. P. 276. Prieiga per internetą: <https://www.fao.org/3/i3825e/i3825e.pdf> (žiūrėta 2024 02 10).
4. Durrant, T. H., De Rigo, D., Caudullo, G. 2016. *Pinus sylvestris* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *European atlas of forest tree species*, Vol. 14, p. 845-846.
5. Khanova, E., Kononov, V., Timeryanov, A., Isyanyulova, R., & Rafikova, D. 2020. Genetic and selection assessment of the scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in forest seed orchards. *Wood Research*, Vol. 65, p. 283–292.
6. Ozolinčius R. 1998. Lietuvos spygliuočiai: morfologinės struktūros transformacijos bei jas indukuojantys veiksniai: monografija. Kaunas: Lututė. P. 300.
7. Svirskis A. Vilkonis K. K. 2008. Augalų sistematika ir ekologijos pagrindai. Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla. P. 216.
8. TREES4FUTURE, 2006. Reference protocols for assesment of traits and reference genotypes to be used as standarts in international research projects. P. 45–60.

### **OBSERVATION OF THE PHENOLOGICAL PHASES OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) CLONES IN THE SEED ORCHARD OF SCOTS**

#### **Summary**

Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) is a commercially and culturally important species in many European countries. In order to ensure the protection of forests, biodiversity, the multifunctionality and sustainability of forest ecosystems in the context of climate change, it is necessary to take care of genetic resources and to increase the production of appropriate forest reproductive material. The study evaluated the synchrony of sporification and the possibility of crossbreeding between populations of clones from geographically distant regions of Lithuania (Labanoras and Juodkrantė) in the second-generation seed orchard of Scots pine located in the Kapėnai Forest District of the Mažeikiai Regional Division of the State Forest Enterprise of Lithuania. The study was carried out 2021 – 2022, in the first 30 rows of a seed orchard with 391 ramet and 59 clones. The phenological phases of the vegetative buds, female and male strobils of each tree were evaluated according to the TREES4FUTURE (2006) phenology assessment methodology. The study on the synchrony of the receptive stage of male and female strobils in clones showed that about 50% of the receptive stages of male and female strobils in clonal ramets overlapped, indicating the possibility of crossbreeding. It was found that clones from populations of Labanoras (northern part of Lithuania) and Juodkrantė (coastal region of Lithuania) from different geographical regions of Lithuania do not differ significantly in the sporulation stages of either male or female strobili, indicating the possibility of their crossbreeding.

**Keywords:** Scots pine, seed orchard, phenology, clone, sporification.