

SKIRTINGŲ TUOPŲ HIBRIDŲ IR JŲ KLONŲ PAVASARINĖS FENOLOGIJOS BEI FOTOSINTEZĖS RODIKLIŲ PRIKLAUSOMYBĖ NUO APLINKOS SĄLYGŲ DAUGINIMO METU

Ingrida VIDEIKAITĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Miškų ir ekologijos fakultetas, el. paštas ingrida.videikaite@vdu.lt

Santrauka

Šiame tyrime nagrinėjama skirtingų tuopų hibridų ir klonų fenologijos bei fotosintezės priklausomybė nuo aplinkos sąlygų dauginimo metu. Tyrimai atlikti VĮ Valstybinių miškų urėdijos Dubravos regioninio padalinio Jonavos girininkijoje įveistoje plantacijoje, siekiant įvertinti vegetatyviškai padaugintus augalus, kurie buvo išaknydinti ir auginti skirtingomis aplinkos sąlygomis. Tyrimo objektas – tuopų (selekcijos *Aigeros* ir *Tacamahaca*) hibridai. Naudotas vieno vidurūšinio tuopų hibrido (*P. trichocarpa*), keturių tarprūšinių tuopų hibridų (*P. deltoides* × *P. nigra*, *P. deltoides* × *P. trichocarpa*, *P. maximoviczii* × *P. trichocarpa*, *P. balsamifera* × *P. trichocarpa*) skirtingi klonai. Tyrimo metu buvo siekiama atlikti fenologinius stebėjimus, vadovaujantis vertinimo skale: 1 – labai vėlyva (pumpurai dar nepradėję skleistis); 2 – vėlyva (pumpurai pradėję skleistis); 3 – vidutinio ankstyvumo (lapeliai pusiau prasiskleidę); 4 – ankstyva (lapai visiškai prasiskleidę ir tįsantys ūgliai), kurio tikslas buvo sužinoti, per kiek dienų skirtingi tuopų hibridai ir jų klonai užaugina lapus, taip pat nustatyti fotosintezės intensyvumą esant skirtingiems aplinkos veiksniams. Gauti skirtingų hibridų ir jų klonų pavasario fenologijos, fotosintezės ir transpiracijos intensyvumo ir kt. bei aplinkos sąlygų rezultatai gali būti panaudojami medžių selekcijoje.

Reikšminiai žodžiai: tuopų hibridai, fenologija, fotosintezė, transpiracija.

Įvadas

Didėjantis atsinaujinančios energetikos poreikis miškininkystės srityje verčia ieškoti efektyviausių būdų jį patenkinti. Vienas iš jų – plantacinės miškininkystės plotų plėtra. Intensyviai miškininkaujant derlingose žemėse yra pasiekiamas didelis trumpos apyvartos želdinių produktyvumas (DeBell and Harrington, 1993). Siekiant padidinti plantacinės miškininkystės efektyvumą – reikia parinkti tinkamus klonus, kurie būtų tinkami to regiono aplinkos sąlygoms. Šiuo metu Europoje ir Šiaurės Amerikoje daugiausia tam naudojamasi tuopų rūšių hibridų klonais ir patentuotomis veislėmis, kurie yra tinkami medienos pluošto ir bioenergetinės žaliavos gamybai (Nervo et al., 2011).

Hibridinės tuopos – naujos ir perspektyvios medžių rūšys (tiek ekologiniu, tiek ūkiniu požiūriu) ypač klimato šiltėjimo sąlygomis Lietuvoje (Beaudoin et al., 1992; Ilstedt and Gullberg, 1993; Zhang, 1995; Beuker, 2000; Riemenschneider et al., 2001; Karacic et al., 2003; Pliūra et al., 2005, 2007; Yu et al., 2001, 2008; Stener et al., 2017). Tuopų klonų prisitaikymui augti skirtingose aplinkose įtakos turi jų fiziologiniai bei morfologiniai parametrai (Niemczyk et al., 2019). Didelis fenologinių požymių paveldimumas leidžia anksti atrinkti lokaliai pritaikytus, produktyviausiai augančius klonus (Richards et al., 2020). Buvo įrodyta, kad tiek pumpurų susiformavimas, tiek sproginimas turi didelę įtaką ankstyvam tuopų augimui Baltijos jūros regione (Richards et al., 2020). Medžiams, prisitaikiusiems prie pietinių platumų, reikia ilgesnio pumpurams sprogti tinkamos temperatūros laikotarpio nei medžiams, kurie yra prisitaikę prie šiaurinių platumų (Olson et al., 2013).

Tuopų augimui ir vystymuisi įtakos turi daugelis veiksnių. Fotosintezė – pagrindinis procesas, kurio metu organinės medžiagos sintetamos iš anglies dioksido (CO₂) ir vandens (H₂O), o kaip produktas gaunamas deguonis (O₂). Šio proceso metu iš mažai energijos turinčių medžiagų (anglies dioksido ir vandens) – sintetinama daug energijos turinti gliukozė (C₆H₁₂O₆) (Fogg, 1970). Didelis vidinis atsparumas CO₂ difuzijai, gali būti neišvengiamai susijęs su fiziologinėmis ir biocheminėmis savybėmis (lapų ilgaamžiškumu, maistinių medžiagų išsaugojimu ir atsparumu sausroms bei šalčiams) (Charles et al., 2004).

Tyrimo tikslas – įvertinti skirtingų tuopų hibridų ir klonų fenologijos ir fotosintezės rodiklių priklausomybę esant skirtingoms aplinkos sąlygoms jų vegetatyvinio dauginimosi metu.

Tyrimo uždaviniai:

1. Įvertinti skirtingų tuopų hibridų ir jų klonų pavasarinę fenologiją;
2. Nustatyti fotosintezės intensyvumą esant skirtingoms aplinkos sąlygoms jų vegetatyvinio dauginimo metu;
3. Nustatyti transpiracijos intensyvumą esant skirtingoms aplinkos sąlygoms jų vegetatyvinio dauginimo metu.

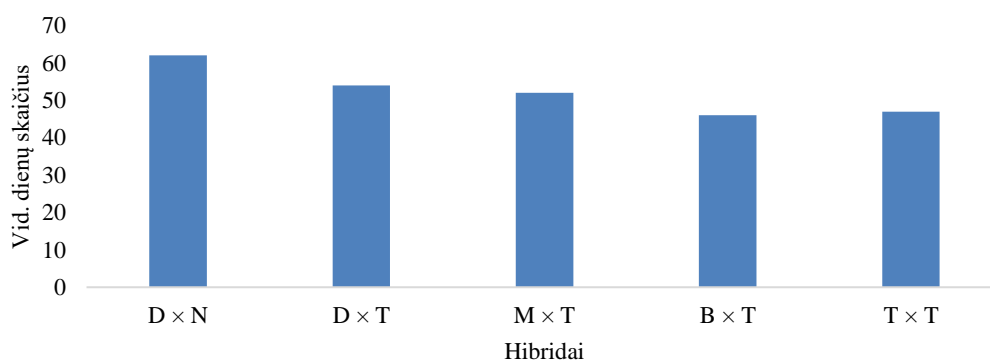
Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas – skirtingi tuopų hibridai. Naudota vieno vidurūšinio tuopų hibrido (*P. trichocarpa*) ir keturių tarprūšinių tuopų hibridų (*P. deltoides* × *P. nigra*, *P. deltoides* × *P. trichocarpa*, *P. maximoviczii* × *P. trichocarpa*, *P. balsamifera* × *P. trichocarpa*) skirtingi klonai. Tyrimas buvo atliktas VĮ Valstybinių miškų urėdijos Dubravos regioninio

padalinio Jonavos girininkijoje įveistoje plantacijoje. Hibridinių tuopų klonai buvo dauginami gyvašakėmis ir šaknydinami skirtingomis sąlygomis: šiltnamyje, lauke ir šiltnamyje, kuriame vazonuose buvo šildomos šaknys (substratas). Vegetacijos viduryje buvo pakeistos augimo sąlygos: lauke šaknydinti klonai pernešti į šiltnamį, dalis šiltnamyje šaknydintų pernešta į lauką. Dalis klonų, šaknydintų vazonuose, kuriuose buvo šildomos šaknys, pernešta į lauką, kita dalis – į šiltnamį. Iš viso buvo pasodinta 1639 hibridinių tuopų klonų, iš kurių gyvybingi liko 927. Tuopų hibridų klonų fenologijos vertinimai atlikti pavasarį, vadovaujantis vertinimo skale: 1 – labai vėlyva (pumpurai dar nepradėję skleistis); 2 – vėlyva (pumpurai pradėję skleistis); 3 – vidutinio ankstyvumo (lapeliai pusiau prasiskleidę); 4 – ankstyva (lapai visiškai prasiskleidę ir tįsantys ūgliai), o fotosintezės intensyvumo matavimai – vasarą, giedrą dieną (pagal debesuotumo skalę, vertinamas – 0) esant 25° C oro temperatūrai. Fotosintezės intensyvumo matavimai buvo atlikti naudojant LCI-SD (ADC BioScientific Ltd.) prietaisą. Duomenys buvo sisteminami MS Excel programoje.

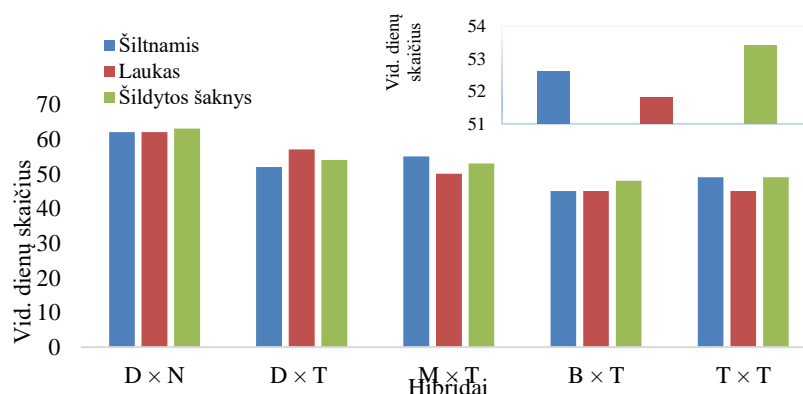
Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Atsižvelgiant į atliktus pavasarinės fenologijos vertinimus, tačiau neatsižvelgiant į auginimo ir šaknydinimo sąlygas, greičiausiai lapus užaugino *P. balsamifera* × *P. trichocarpa* hibridai – vidutiniškai per 46 dienas. Ilgiausiai lapus augino *P. deltoides* × *P. nigra* hibridai – vidutiniškai per 62 dienas (1 pav.). Tokį dienų skirtumą galima paaiškinti tuo, kad *P. balsamifera* × *P. trichocarpa* yra kilę iš šiaurinių platumų, todėl jiems reikia sukaupti mažesnę šilumos sumą pumpurų sproginui nei kilusiems iš pietinių.



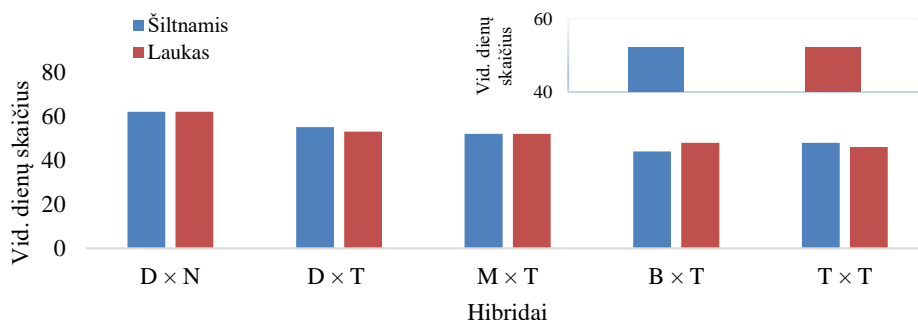
1 pav. Vidutinis dienų skaičius, per kurį hibridai užaugina lapus
Fig.1. Average number of days for leaves unfolding

Gauti rezultatai rodo, kad šaknydinimo sąlygos kiekvienam hibridui turėjo skirtingą įtaką. Vidutiniškai greičiausiai lapus užaugino *P. balsamifera* × *P. trichocarpa* hibridai, kurie buvo šaknydinami lauke ir šiltnamyje – per 45 dienas, o šildytais šaknimis – per 48 dienas. *P. trichocarpa* × *P. trichocarpa* hibridai lauko sąlygomis vidutiniškai greičiausiai lapus užaugino per 45 dienas, šiltnamio sąlygomis ir šildytais šaknimis jų vystymasis truko vienodai – 49 dienas. *P. maximoviczii* × *P. trichocarpa* hibridai vidutiniškai greičiausiai lapus užaugino lauko sąlygomis – per 50 dienų, šiltnamio sąlygomis – per 55 dienas, o šildytais šaknimis jų lapų vystymasis truko 53 dienas. *P. deltoides* × *P. trichocarpa* hibridai šiltnamio sąlygomis vidutiniškai lapus užaugino per 52 dienas, lauko sąlygomis jų vystymasis truko 57 dienas, o šildytais šaknimis – 54. Ilgiausiai lapus augino *P. deltoides* × *P. nigra* hibridai, kurių šaknys dauginimo metu buvo šildomos – per 63 dienas, o šiltnamio ir lauko sąlygomis vidutiniškai lapus užaugino per 62 dienas. Vidutiniškai greičiausiai lapus užaugino hibridai, kurie buvo šaknydinami lauko sąlygomis, o prasčiausiai – kurių šaknys buvo šildomos (2 pav.).



2 pav. Šaknydinimo sąlygų įtaka hibridų lapų vystymuisi
Fig. 2. Effect of rooting conditions on leaf development of different Poplar hybrids

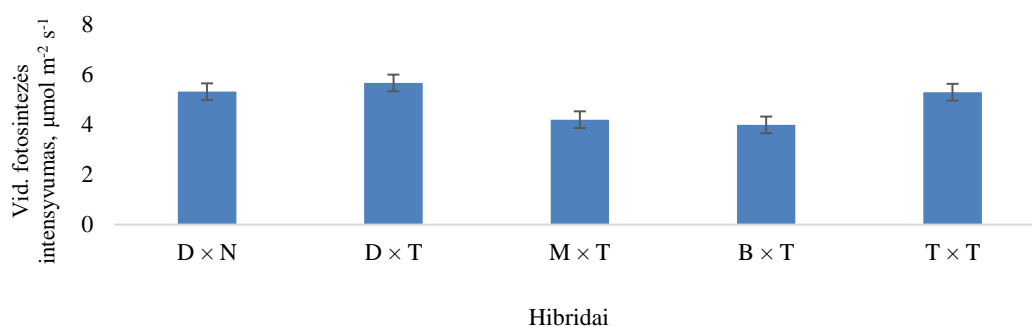
Auginimo sąlygų įtaka hibridų lapų vystymuisi buvo skirtinga. Lauko sąlygomis vidutiniškai greičiausiai lapus užaugino *P. trichocarpa* × *P. trichocarpa* hibridai – per 46 dienas, šiltnamio sąlygomis – per 48 dienas. *P. balsamifera* × *P. trichocarpa* hibridai šiltnamio sąlygomis vidutiniškai greičiausiai lapus užaugino per 44 dienas, o lauko sąlygomis – per 48. *P. maximoviczii* × *P. trichocarpa* hibridai šiltnamio ir lauko sąlygomis vidutiniškai lapus užaugino per 52 dienas. *P. deltoides* × *P. trichocarpa* hibridai šiltnamio sąlygomis lapus užaugino per 55 dienas, o lauko sąlygomis – per 53 dienas. Ilgiausiai lauko bei šiltnamio sąlygomis lapus augino *P. deltoides* × *P. nigra* hibridai – per 62 dienas. Gauti rezultatai rodo, kad auginimo sąlygos lapų vystymuisi įtakos neturėjo (3 pav.).



3 pav. Auginimo sąlygų įtaka hibridų lapų vystymuisi

Fig. 3. Influence of growing conditions on leaf development of different Poplar hybrids

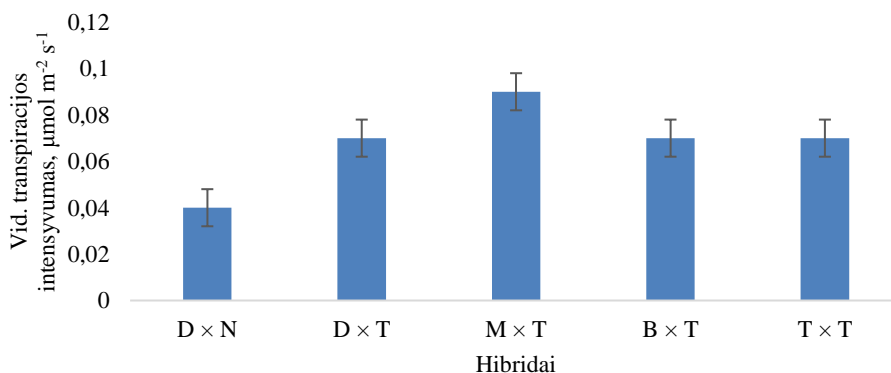
Neatsižvelgiant į aplinkos sąlygas matavimo metu, vidutiniškai intensyviausiai fotosintezę vykdė *P. deltoides* × *P. trichocarpa* hibridai – $5,67 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Vidutiniškai mažiausias fotosintezės intensyvumas buvo *P. balsamifera* × *P. trichocarpa* hibridų – $3,99 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (4 pav.).



4 pav. Hibridų vidutinis fotosintezės intensyvumas

Fig. 4. Average photosynthetic intensity of different Poplar hybrids

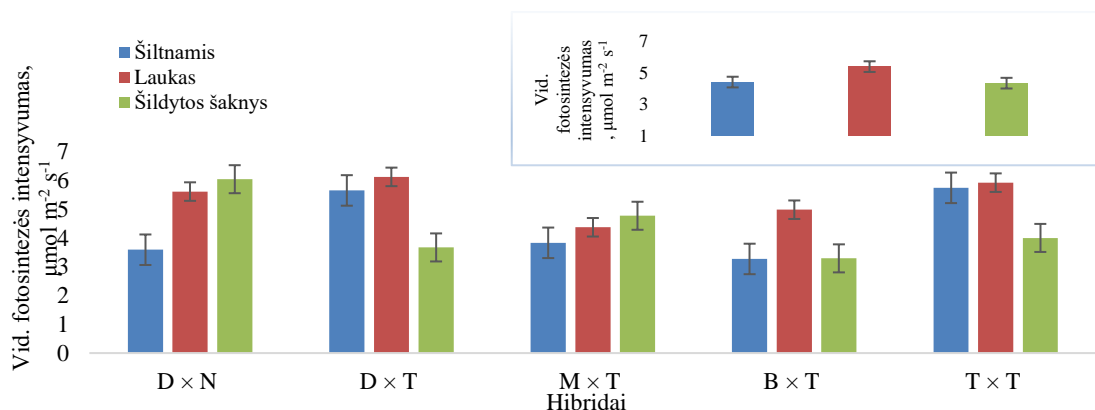
Aktyviausiai transpiraciją vykdė *P. maximoviczii* × *P. trichocarpa* hibridai – $0,09 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o mažiausiai transpiravo *P. deltoides* × *P. nigra* hibridai – $0,04 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (5 pav.). Fotosintezės ir transpiracijos intensyvumo skirtumus lemia hibridai, tuopų rūšys ir jų adaptacija prie aplinkos sąlygų hibrido motininių medžių kilmės vietos.



5 pav. Hibridų vidutinis transpiracijos intensyvumas

Fig. 5. Average transpiration intensity of different Poplar hybrids

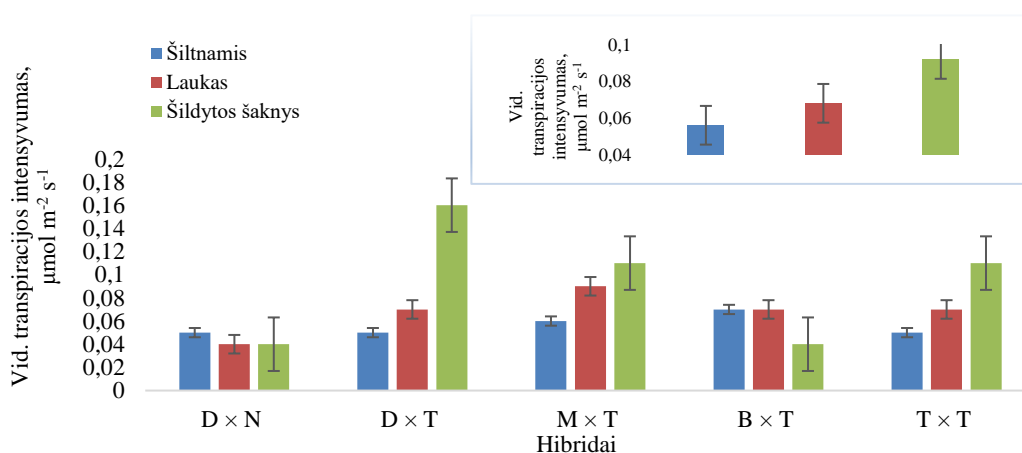
Gauti rezultatai rodo, kad atsižvelgiant į šaknydinimo sąlygas, vidutiniškai intensyviausiai fotosintezę vykdė *P. deltoides* × *P. trichocarpa* hibridai, kurie buvo šaknydinami lauke – 6,12 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, šiltnamio sąlygomis vidutinis fotosintezės intensyvumas buvo kiek mažesnis – 5,65 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o šildytomis šaknimis – 3,67 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *P. deltoides* × *P. nigra* hibridai vidutiniškai intensyviausiai fotosintezę vykdė, kuomet jų šaknys buvo šildomos – 6,04 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, lauko sąlygomis – 5,61 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ir ne taip intensyviai šiltnamio sąlygomis – 3,59 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *P. trichocarpa* × *P. trichocarpa* hibridai, vidutiniškai intensyviausiai fotosintezę vykdė lauko sąlygomis – 5,92 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, šiltnamio sąlygomis – 5,74 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o šildytomis šaknimis – 4 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *P. maximoviczii* × *P. trichocarpa* hibridų didžiausias vidutinis fotosintezės intensyvumas buvo tuomet, kai jų šaknys buvo šildomos – 4,77 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, lauko sąlygomis – 4,37 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o šiltnamio sąlygomis – 3,83 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Mažiausias vidutinis fotosintezės intensyvumas buvo gautas *P. balsamifera* × *P. trichocarpa* hibridų, kurie buvo šaknydinami šiltnamyje – 3,27 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, labai panašus intensyvumas buvo gautas ir šildant šaknis – 3,29 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o lauko sąlygomis – 4,98 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Vidutiniškai intensyviausiai fotosintezę vykdė hibridai, kurie buvo šaknydinami lauko sąlygomis, o prasčiausiai – kurių šaknys buvo šildomos (6 pav.).



6 pav. Šaknydinimo sąlygų įtaka hibridų vidutiniam fotosintezės intensyvumui

Fig. 6. The influence of rooting conditions on the average photosynthesis intensity of different Poplar hybrids

Vidutiniškai intensyviausiai transpiravo *P. deltoides* × *P. trichocarpa* hibridai, kurių šaknys šaknydinimo metu buvo šildomos – 0,16 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, lauko sąlygomis šių hibridų intensyvumas siekė 0,07 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o šiltnamio sąlygomis – 0,05 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *P. maximoviczii* × *P. trichocarpa* hibridų didžiausias vidutinis transpiracijos intensyvumas buvo tuomet, kai jų šaknys buvo šildytos – 0,11 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, lauko sąlygomis siekė 0,09 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o šiltnamio sąlygomis – 0,06 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *P. trichocarpa* × *P. trichocarpa* hibridų, kurių šaknys buvo šildytos, vidutinis transpiracijos intensyvumas siekė 0,11 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, lauko sąlygomis – 0,07 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o šiltnamio – 0,05 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *P. balsamifera* × *P. trichocarpa* hibridai vidutiniškai intensyviausiai transpiravo lauko ir šiltnamio sąlygomis – 0,07 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ir kiek mažiau šildytomis šaknimis – 0,04 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Iš visų hibridų vidutiniškai mažiausiai transpiravo *P. deltoides* × *P. nigra* hibridai, kurie buvo šaknydinti lauko sąlygomis bei kurių šaknys buvo šildomos – 0,04 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o šiltnamio sąlygomis transpiracija siekė 0,05 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Vidutiniškai aktyviausiai transpiravo hibridai, kurių šaknys buvo šildomos, o mažiausiai – šiltnamio sąlygomis (7 pav.).

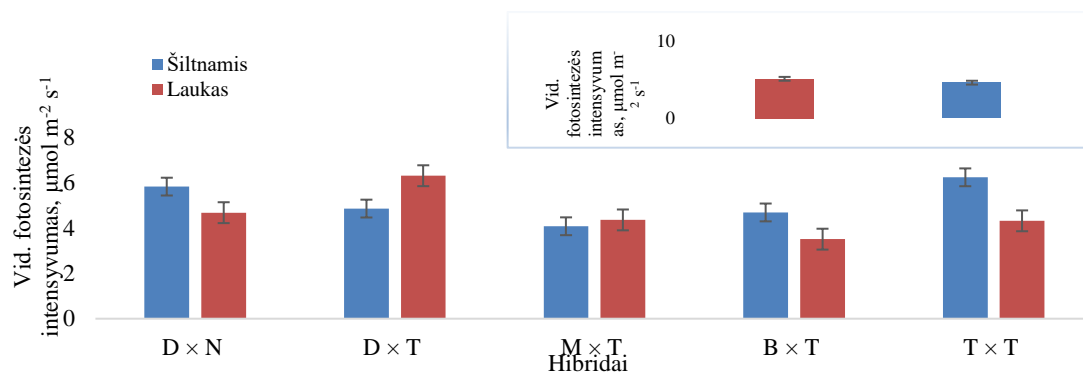


7 pav. Šaknydinimo sąlygų įtaka hibridų vidutiniam transpiracijos intensyvumui

Fig. 7. Influence of rooting conditions on average transpiration intensity of different Poplar hybrids

Auginimo sąlygomis, vidutiniškai intensyviausiai fotosintezę vykdė *P. deltoides* × *P. trichocarpa* hibridai, lauko sąlygomis siekė 6,31 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o šiltnamio sąlygomis – 4,86 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *P. trichocarpa* × *P. trichocarpa* hibridai

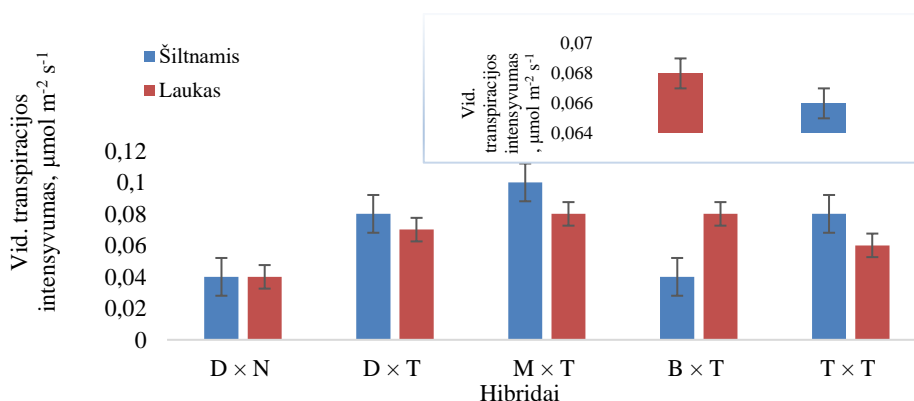
vidutiniškai intensyviausiai fotosintezę vykdė šiltnamio sąlygomis – $6,24 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ir ne taip intensyviai lauko – $4,32 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *P. deltoides* × *P. nigra* hibridų intensyvumas šiltnamio sąlygomis siekė $5,83 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, lauko sąlygomis – $4,68 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *P. balsamifera* × *P. trichocarpa* hibridai vidutiniškai intensyviausiai fotosintezę vykdė šiltnamio sąlygomis – $4,69 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ir kiek mažiau lauko – $3,51 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Mažiausias vidutinis fotosintezės intensyvumas buvo *P. maximoviczii* × *P. trichocarpa* hibridų, kurių intensyvumas lauko sąlygomis siekė $4,36 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o šiltnamio – $4,08 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Vidutiniškai intensyviausiai fotosintezę vykdė hibridai, kurie buvo auginami lauko sąlygomis, o prasčiausiai – šiltnamio (8 pav.).



8 pav. Auginimo sąlygų įtaka hibridų vidutiniam fotosintezės intensyvumui

Fig. 8. The influence of growing conditions on the average intensity of photosynthesis of different Poplar hybrids

Vidutiniškai didžiausias transpiracijos intensyvumas buvo būdingas *P. maximoviczii* × *P. trichocarpa* hibridams, kurių intensyvumas šiltnamio sąlygomis siekė $0,1 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o lauko sąlygomis – $0,08 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *P. deltoides* × *P. trichocarpa* hibridai vidutiniškai aktyviausiai transpiravo šiltnamio sąlygomis – $0,08 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o lauko sąlygomis – $0,07 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *P. trichocarpa* × *P. trichocarpa* hibridai vidutiniškai intensyviausiai transpiraciją vykdė šiltnamio sąlygomis – $0,08 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, o lauko – $0,06 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *P. balsamifera* × *P. trichocarpa* hibridai vidutiniškai transpiraciją intensyviausiai vykdė lauko sąlygomis – $0,08 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ir kiek mažiau šiltnamio – $0,04 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Pagal gautus rezultatus vidutiniškai mažiausias transpiracijos intensyvumas buvo *P. deltoides* × *P. nigra* hibridų, kurių intensyvumas tiek lauko, tiek šiltnamio sąlygomis siekė $0,04 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Vidutiniškai aktyviausiai transpiravo hibridai, kurie buvo auginami lauko sąlygomis, o mažiausiai – šiltnamio (9 pav.).



9 pav. Auginimo sąlygų įtaka hibridų vidutiniam transpiracijos intensyvumui

Fig. 9. Influence of growing conditions on average transpiration intensity of different Poplar hybrids

Išvados

1. Neatsižvelgiant tik į auginimo ar tik į šaknydinimo sąlygas matavimo metu, vidutiniškai greičiausiai lapus užaugino *P. balsamifera* × *P. trichocarpa* hibridai, o ilgiausiai lapus augino *P. deltoides* × *P. nigra* hibridai. Vidutiniškai greičiausiai lapus užaugino hibridai, kurie buvo šaknydinami lauko sąlygomis, o auginimo sąlygos jų lapų vystymuisi įtakos neturėjo.

2. Neatsižvelgiant į aplinkos sąlygas matavimo metu, vidutiniškai intensyviausiai fotosintezę vykdė *P. deltoides* × *P. trichocarpa* hibridai, o vidutiniškai mažiausias intensyvumas buvo *P. balsamifera* × *P. trichocarpa* hibridų. Vidutiniškai intensyviausiai fotosintezę vykdė hibridai, kurie buvo šaknydinami ir auginami lauko sąlygomis.

3. Neatsižvelgiant į aplinkos sąlygas matavimo metu, aktyviausiai transpiraciją vykdė *P. maximoviczii* × *P. trichocarpa* hibridai, o mažiausiai transpiravo *P. deltoides* × *P. nigra* hibridai. Vidutiniškai aktyviausiai transpiravo hibridai, kurie buvo šaknydinami šildytomis šaknimis ir auginami lauko sąlygomis.

Literatūra

1. DeBell, D. S., Harrington, C. A. 1993. Deploying genotypes in short-rotation plantations: mixtures and pure cultures of clones and species. *The Forestry Chronicle*, Vol. 69(6), p. 705–713.
2. Nervo, G., Coaloa, D., Vietto, L., Giorcelli, A., Allegro, G. 2011. Current situation and prospects for European poplar culture: the role of research. In: *Third International Congress of Salicaceae in Argentina*, March 16–19. Patagonia Argentina – Neuquén City.
3. Beaudoïn M., Hernández R., Koubaa A., Poliquin J. 1992. Interclonal, intraclonal and within-tree variation in wood density of poplar hybrid clones. *Wood and Fiber Science*, Vol. 24, p. 147–153.
4. Ilstedt, B., Gullberg, U. 1993. Genetic variation in a 26 year old hybrid aspen trial in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, Vol. 8(1-4), p. 185–192.
5. Zhang, S.Y. 1995. Effect of growth rate on wood specific gravity and selected mechanical properties in 5. Beuker E., 2000. Aspen breeding in Finland, new challenges. *Baltic Forestry*, Vol. 6(2), p. 81–84.
6. Riemenschneider, D. E., Isebrands, J. G., Berguson, W. E., Dickmann, D. I., Hall, R. B., Mohn, C. A., Tuskan, G.A. 2001. Poplar breeding and testing strategies in the north-central US: demonstration of potential yield and consideration of future research needs. *The Forestry Chronicle*, Vol. 77(2), p. 245–253.
7. Karacic, A., Verwijst, T., Weih, M. 2003. Above-ground woody biomass production of short-rotation Populus plantations on agricultural land in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, Vol. 18(5), p. 427–437.
8. Pliūra, A., Yu, Q., Zhang, S.Y., MacKay, J., Périnet, P., Bousquet, J. 2005. Variation in wood density and shrinkage and their relationship to growth of selected young poplar hybrid crosses. *Forest Science*, Vol. 51(5), p. 472–482.
9. Pliūra, A., Baliuckas, V. 2007. Genetic variation in adaptive traits of progenies of Lithuanian and western European populations of *Fraxinus excelsior* L. *Baltic Forestry*, Vol. 13(1), p. 28–38.
10. Yu, Q., Mäntylä, N., Salonen, M. 2001. Rooting of hybrid clones of *Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx. by stem cuttings derived from micropropagated plants. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 16.3, p. 238–245.
11. Stener, L. G., & Westin, J. 2017. Early growth and phenology of hybrid aspen and poplar in clonal field tests in Scandinavia. *Silva Fennica*, Vol. 51 no. 3, ID 5656.
12. Niemczyk, M., Hu, Y., Thomas, B. R. 2019. Selection of Poplar genotypes for adapting to climate change. *Forests*, 10(11), p. 1041.
13. Richard, T. J., Karacic, A., Apuli, R. P., Weih, M., Ingvarsson, P. K., Rönnerberg-Wästljung, A. Ch. 2020. Quantitative genetic architecture of adaptive phenology traits in the deciduous tree, *Populus trichocarpa* (Torr. And Gray). *Heredity*, 125, p. 449–458.
14. Olson, M., Levsen, N., Soolanayakanahally, R.Y., Guy, R. D., Schroeder, W. R., Keller, S. R., Tiffin, P. 2013. The adaptive potential of *Populus balsamifera* L. to phenology requirements in a warmer global climate. *Molecular Ecology*, Vol. 22, p. 1214–1230.
15. Fogg G. 1970. Photosynthesis. New York.
16. Warren, Ch. R., Adams, M. A. 2004. Evergreen trees do not maximize instantaneous photosynthesis. *Trends in Plant Science*, Vol. 9 no. 6, p. 270–274.

DEPENDENCE OF SPRING PHENOLOGY AND PHOTOSYNTHESIS OF DIFFERENT POPLAR HYBRIDS AND THEIR CLONES ON ENVIRONMENTAL CONDITIONS DURING REPRODUCTION

Summary

This study examines the dependence of the phenology and photosynthesis of various poplar hybrids and clones on environmental conditions during propagation. The assessment was carried out in the poplar plantation established by the Dubrava Regional Division of the State Forest, in order to evaluate the vegetatively propagated plants that were rooted and grown under different environmental conditions. The object of the research is poplar (*Aigeros* and *Tacamahaca*) hybrids. Clones of one infraspecific poplar hybrid (*P. trichocarpa*), different four interspecific poplar hybrids (*P. deltoides* × *P. nigra*, *P. deltoides* × *P. trichocarpa*, *P. maximoviczii* × *P. trichocarpa*, *P. balsamifera* × *P. trichocarpa*) were used. During the research, it was aimed to carry out phenological observations, guided by the rating scale: 1 – very late (buds have not yet started to spread); 2 – late (buds have started to spread); 3 - mid-early (leaves half open); 4 - early (leaves fully open and shoots extending), the purpose of which was to find out how many days different poplar hybrids and their clones produce leaves, as well as to determine the intensity of photosynthesis under different environmental factors. Phenology observations were made in spring, and photosynthesis intensity measurements were made in summer. The results show differences between hybrids and their clones in phenology, photosynthesis and transpiration and environmental conditions, which can be used in tree selection.

Keywords: poplar hybrids, phenology, photosynthesis, transpiration.