

HIBRIDINIŲ TUOPŲ SKIRTINGŲ KLONŲ NAŠUMO TYRIMAI BANDOMUOSIUOSE ŽELDINIUOSE

Indrė MATULIAUSKAITĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Miškų ir ekologijos fakultetas, el. paštas: indre.matuliauskaite@vdu.lt

Santrauka

Plantaciniai želdiniai apleistose ir žemės ūkiui netinkamose žemėse gali būti labai vertingi, įveisiant ir auginant *Populus* genties klonų ir hibridų ypač spartaus augimo, pakankamai tvarius miškus ir taip sudarant galimybes ne tik miškų ūkio plėtrai, bet ir užtikrinant apsaugines ir kitas miškų funkcijas. Pagrindinis šio tyrimo tikslas – įvertinti 11 skirtingų klonų (AF6, Hybrid275, AF7, Matrix49, AF13, Matrix24, AF34, MAX1, MAX3, MAX4, AF3) išlikimą po 10 vegetacijos laikotarpių ir jų vidutinį tūrį. Atlikus matavimus ir analizę rasti statistiškai reikšmingi skirtumai. Didžiausią išlikimo procentą turėjo MAX1 klonas – 99 %, prasčiausią – AF3 klonas – 26 %. Tiriant tūrio priklausomybę nuo aukščio nustatyta, kad didžiausiu tūriu, priklausomai nuo klonų aukščio, pasižymėjo Hybrid275, mažiausiu tūriu, priklausomai nuo klonų aukščio, pasižymėjo AF3 klonas.

Reikšminiai žodžiai: plantaciniai želdiniai, hibridas, klonas.

Įvadas

Lietuvoje, kaip ir kitose Europos šalyse, mokslininkai ir ūkininkai ieško būdų, kaip galima padidinti vietovių našumą, kuriose yra mažiau palankios sąlygos ūkininkauti ir dėl mažo žemės derlingumo žemės ūkio veikla yra nuostolinga. Viena iš tyrinėjimų sričių yra *Populus* genties plantacijos apleistose ir žemės ūkiui netinkamose žemėse įveisiant ir auginant *Populus* genties klonų ir hibridų ypač spartaus augimo, pakankamai tvarius miškus, taip sudarant galimybes ne tik miškų ūkio plėtrai, bet ir užtikrinant apsaugines ir kitas miškų funkcijas.

Hibridinės tuopos yra vertinamos dėl greito augimo, lengvo sodinimo, gebėjimo per trumpą laiką užauginti didelį kiekį biomasės, didelio celiuliozės ir mažo lignino kiekio bei mažo ekologinio pėdsako. Jie teikia įvairias ekosistemų paslaugas (naudą aplinkai) ir nereikalauja didelių pesticidų ir trąšų sąnaudų, kurių reikia kai kuriems kitiems biomasės augalams (Buchman ir kt., 2020). Tikimasi, kad trumpos rotacijos plantacijos taps svarbiausiu biomasės šaltiniu energijos poreikiui užpildyti pasauliniu mastu (Mizey, Racz, 2010). Latvijoje, kuri yra toje pačioje klimato zonoje kaip Lietuva, atlikti tyrimai su AF6 ir AF7 klonais. AF6 klonas pasižymėjo didžiausia mase iš tiriamųjų klonų, AF7 buvo viena iš mažiausiai biomasės užauginusių šakose, bet turėjo mažiau biomasės nei AF6 (Lazdina, 2014). Kanados mokslininkų daryti tyrimai parodė, kad hibridinių tuopų medienos savybės stipriai priklausė nuo skirtingo klonų genetinės struktūros (Huda, 2014). Atliekant šį tyrimą vertinamos fizinės skirtingų klonų savybės, neatsižvelgiant į augimo sąlygas.

Tyrimo tikslas – įvertinti hibridinių tuopų išlikimą ir našumą, priklausomai nuo klonų.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Įvertinti hibridinių tuopų išlikimą, priklausomai nuo klonų.
2. Įvertinti hibridinių tuopų tūrį, priklausomai nuo klonų aukščio.

Tyrimo objektas ir vieta

Straipsnyje aptariami duomenys, surinkti Kaišiadorių r. sav. Žiežmarių sen. Bačkonių k. MTTP tikslais įrengtuose bandomuosiuose želdiniuose. Bandomuosiuose želdiniuose matavimai atlikti 11 skirtingų hibridinės tuopos klonų (klonų kodai: AF6, Hybrid275, AF7, Matrix49, AF13, Matrix24, AF34, MAX1, MAX3, MAX4, AF3).

Tyrimo metodika

Matavimai atlikti 2023 m. lapkričio–gruodžio mėnesiais, t. y. lygiai po 10 vegetacijos periodų nuo šių bandomųjų želdinių pasodinimo 2014 m. pavasarį. Duomenys surinkti matuojant kiekvieno gyvo skirtingo tiriamo hibridinės tuopos klonų medžio skersmenį ir kas trečio gyvo medžio aukštį. Skersmuo matuotas 1,3 m aukštyje žerglėmis jas laikant paraleliai pasodintai eilei. Aukštis matuotas kas trečiam medžiui. Aukščio matavimas atliktas naudojant VERTEX III ir atsakiklį (transponder) pakabinus 1,3 m aukštyje, kaip nustatyta VERTEX III nustatymų meniu, aukštis matuojamas nuo medžio atsitraukus maždaug tokiu atstumu, kokio tikimasi medžio aukščio (Users Guide Vertex III and Transponder T3). Medžių išlikimas vertintas žinant pasodintų medžių skaičių ir išmatavus gyvų medžių skaičių, medžių išlikimas vertintas procentaliai.

Duomenų analizė vykdyta „Excel“ programoje. Įvertinti pagrindiniai medyno taksaciniai rodikliai: kiekvieno skirtingo klonų medžių vidutinis aukštis – H_q , vidutinis skersmuo – D_q , vidutinio aukščio ir skersmens santykis – H_q/D_q , skerspločių suma hektare – G , m^2/ha , tūris hektare – V m^3 . Vieno medžio skerspločiui (G) nustatyti buvo naudojama formulė:

$$G = 3,14 \frac{\left(\frac{D}{100}\right)^2}{4}$$

D – skersmuo

Tūris (V) nustatytas kas trečiam vertintam medžiui. Tūris apskaičiuotas pagal šią formulę:

$$V = H * f * G$$

H – aukštis;

f – formrodis.

Medžio tūriui apskaičiuoti buvo panaudotas drebulės formrodis (f):

$$f = 0,4102 + \frac{0,67}{H} + \frac{0,049 * H}{D} + \frac{-0,0859 * H}{D^2}$$

Įvertinti kiekvieno hibridinės tuopos klonų medžių skerspločių sumai hektare (G, m²/ha) – reikėjo nustatyti, kokį plotą užima atskirų klonų medžiai. Tam buvo naudojamos sodinimo schemos – 2 m tarp medžių eilėse, 3 m tarp eilių. Išsiaiškinus sodinimo aikštelių dydžius, jų plotas padaugintas iš išlikusių medžių ir gautas jų užimamas plotas. Skerspločių suma hektare apskaičiuota taip:

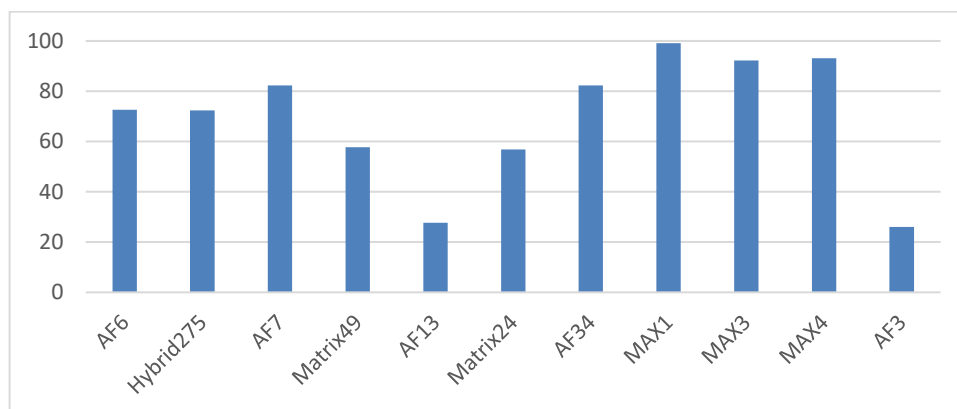
$$G, ha = \frac{\text{visų medžių } G \text{ suma}}{(\text{išlikusių medžių skaičius} * 2 * 3) * 10000}$$

Siekiant įvertinti medžių išlikimo procentą buvo palygintas skaičius – kiek kiekvieno skirtingo klonu medelių buvo pasodinta 2014 m. pavasarį ir kiek medžių buvo išlikę 2023 m. rudenį–žiemą.

Apskaičiavus kas trečio medžio tūrį, atlikta ANOVA *single factor* analizė, siekiant išsiaiškinti duomenų reikšmingumą. Atlikti t-test kiekvienam skirtingam klonui su visais kitais klonais, siekiant išsiaiškinti, kurie iš tiriamų klonų išsiskiria labiausiai. Taip pat buvo palyginta, kokią įtaką tūriui turi aukštis ir skersmuo.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Iš 2014 m. pasodintų 2465 bandomųjų želdinių matavimai atlikti 1567 išlikusiems želdiniams. Daugiausia išlikusių medžių nuo pasodinimo metų buvo vokiško klonu MAX1 – 99 %, MAX4 – 93 %, MAX3 – 92 %. Mažiausiai išlikusių medžių nuo pasodinimo metų buvo AF3 – 26 % ir AF13 – 28 % (žr. 1 pav.).



1 pav. Medžių išlikimo procentas priklausomai nuo klonu

Anova: Single Factor

SUMMARY

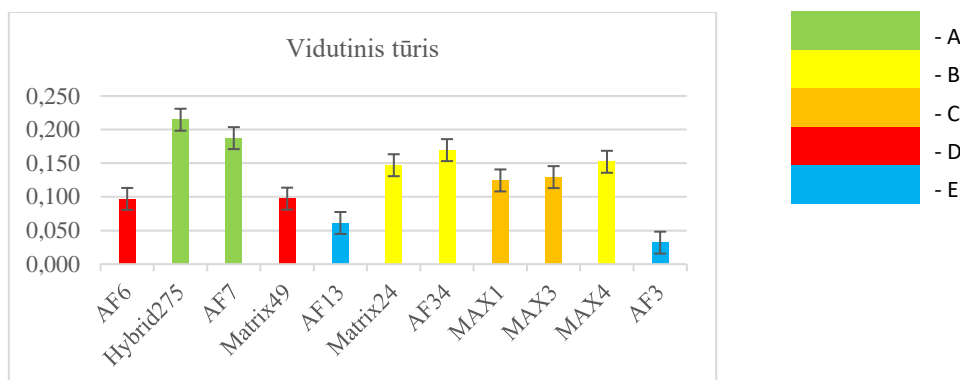
Groups	Count	Sum	Average	Variance
AF6	99	9,602261	0,09699254	0,00710858
Hybrid275	30	6,441636	0,2147212	0,01869115
AF7	91	17,04875	0,18734886	0,00991677
Matrix49	23	2,239389	0,09736472	0,0053531
AF13	39	2,387758	0,06122455	0,00707144
Matrix24	22	3,235619	0,14707358	0,01306111
AF34	92	15,5952	0,169513	0,010176
MAX1	38	4,730813	0,12449509	0,00419202
MAX3	36	4,6578	0,12938333	0,00503659
MAX4	35	5,326691	0,15219117	0,00504036
AF3	35	1,118743	0,03196408	0,00230935

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1,327448	10	0,13274479	16,3335387	8,4844E-26	1,84859595
Within Groups	4,299252	529	0,00812713			
Total	5,6267	539				

2 pav. ANOVA analizės rezultatai vertinamų skirtingų klonų tūrių skirtumo statistiniam reikšmingumui nustatyti

Norint įvertinti surinktų duomenų reikšmingumą, atlikta ANOVA analizė. Gautas rezultatas rodo, kad skirtumai tarp skirtingų vertintų bandomųjų želdinių hibridinių tuopų medžių tūrių yra statistiškai reikšmingi, nes P reikšmė mažesnė už 0,05 $P = 8.4844E-26$ (žr. 2 pav.).



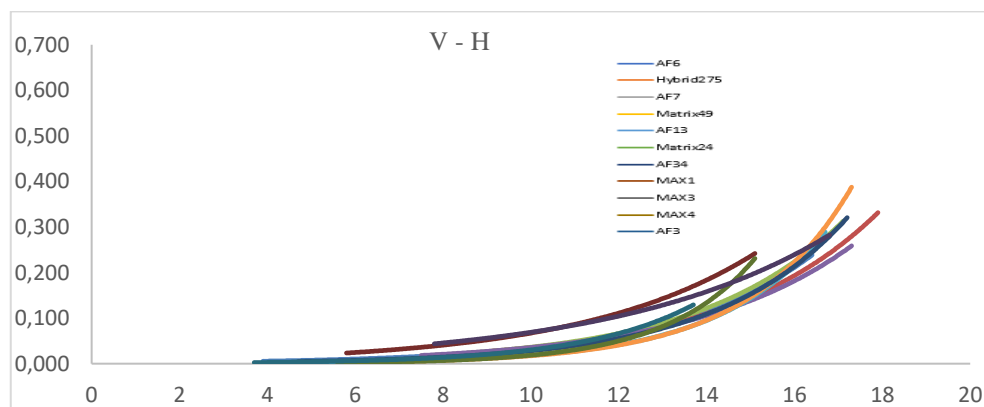
3 pav. Vidutinis tūris priklausomai nuo klonų. Spalvų schema – pagal artimiausiai esančius vidutinius tūrius

Analizuojant skirtingų klonų tūrių vidurkį nustatyta, kad didžiausias vidutinis tūris yra Hybrid275 klonų $V_q = 0,215 \text{ m}^3$, mažiausias tūris AF3 klonų $V_q = 0,032 \text{ m}^3$. Žiūrint į vidutinių tūrių grafiką akivaizdu, kad skirtingų klonų vidutiniai tūriai ženkliai skiriasi. Norint susiteminti šiuos duomenis galima išskirti 5 grupes A, B, C, D, E kuriose skirtingų klonų vidutinis tūris tarpusavyje statistiškai reikšmingai neišsiskiria (žr. 2 lentelę). A grupėje Hybrid275 klonas, kurio $V_q = 0,215 \text{ m}^3$, AF7 – $V_q = 0,187 \text{ m}^3$. B grupėje klonai – AF34 – $V_q = 0,170 \text{ m}^3$, MAX4 – $V_q = 0,158 \text{ m}^3$, Matrix24 – $V_q = 0,147 \text{ m}^3$. C grupėje – MAX3 – $V_q = 0,129 \text{ m}^3$, MAX1 – $V_q = 0,124 \text{ m}^3$. D grupėje – Matrix49 – $V_q = 0,0974 \text{ m}^3$, AF6 – $V_q = 0,097 \text{ m}^3$. E grupėje, kurioje klonų vidutiniai tūriai mažiausi – AF13 – $V_q = 0,061 \text{ m}^3$, AF3 – $V_q = 0,032 \text{ m}^3$ (žr. 3 pav.)

1 lentelė. T-test rezultatai lyginant kiekvieno skirtingo klonų vidutinį tūrį

	AF6	Hybrid275	AF7	Matrix49	AF13	Matrix24	AF34	MAX1	MAX3	MAX4	AF3	
AF6		7,6023E-05	2,39E-10	0,9831	0,027726	0,063001	2,44E-07	0,044594	0,029081	5,77E-05	2,25E-07	
Hybrid275			0,317817	0,000219	2,25E-06	0,058219	0,102951	0,00189	0,00356	0,047495	4,19E-08	
AF7				1,43E-05	9,12E-11	0,139427	0,230304	4,76E-05	0,000406	0,067925	1,46E-21	
Matrix49					0,081628	0,092475	0,000321	0,150399	0,103998	0,002621	0,00059	
AF13							0,004039	1,06E-08	0,000414	0,000296	6,39E-07	0,067568
Matrix24							0,404657	0,401774	0,518476	0,675858	0,000135	
AF34								0,003089	0,012948	0,48309	2,75E-18	
MAX1									0,758216	0,033561	1,61E-09	
MAX3										0,083931	5,08E-09	
MAX4											1,21E-12	
AF3												

Analizuojant gautus matavimo rezultatus kiekvienam tiriamam klonui buvo atliktas t-test. Kiekvienas klonas palygintas su kitais. Atliekant t-test buvo nustatyta, kad ne visi klonai reikšmingai išsiskiria tarpusavyje (žr. 1 lentelę).



4 pav. Tūrio priklausomybė nuo aukščio

Atsižvelgiant į didelius vidutinių tūrių skirtumus (žr. 2 pav.) ir norint išsiaiškinti, kokią įtaką tam turi skirtingų klonų medžių aukštis – sudarytas modelis, atspindintis tūrio V priklausomybę nuo aukščio H. Pagal sukurtą modelį matyti,

kad kuo didesnis klonų aukštis, tuo didesnis tūris. Hybrid275 klonas turi didžiausią tūrį, priklausomai nuo aukščio, mažiausias tūris, priklausomai nuo aukščio, yra AF3 (žr. 4 pav.).

Išvados

1. Didžiausias išlikimo procentas MAX1 klonu – 99 %, didelis išlikimo procentas buvo ir MAX4 – 93 %, MAX3 – 92 %. Mažiausiai išlikusių medžių nuo pasodinimo metų buvo AF3 – 26 % ir AF13 – 28 %.

2. Didžiausiu tūriu, priklausomai nuo klonu aukščio, pasižymėjo Hybrid275, mažiausiu tūriu, priklausomai nuo klonu aukščio, pasižymėjo AF3 klonas.

Literatūra

1. Azmul Huda Azmul, A. S. M., Koubaa, A., Cloutier, A., Hernandez, R. E., Fortin, Y. 2014. Variation of the Physical and Mechanical Properties of Hybrid Poplar Clones. *BioResources*, Vol. 9(1), p. 1456–1471. Prieiga per internetą: https://bioresources.cnr.ncsu.edu/BioRes_09/BioRes_09_1_1456_Huda_KCHF_Var_Phys_Mech_Prop_Hybrid_Poplar_Clones_5043.pdf.
2. Buchman, D., Jackson, J., Berguson, W. E., McMahon, B. G., Nelson, N. D., DuPlissis, J., Host, G. E. 2020. *Grower's Guide for Hybrid Poplar Plantations for Biomass Production*. University of Minnesota Extension Report Number: NRRI. TR-2020/15. 15 pp. Prieiga per internetą: <https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/213759/NRRI-TR-2020-15.pdf?sequence=1>.
3. Lazdiņa, D., Bārdulis, A., Bārdule, A., Lazdiņš, A., Zeps, M., Jansons, Ā., 2014. The first three-year development of ALASIA poplar clones AF2, AF6, AF7, AF8 in biomass short rotation coppice experimental cultures in Latvia. *Agronomy Research*, Vol. 12(2), p. 543–552. Prieiga per internetą: https://agronomy.emu.ee/vol122/2014_2_25_b5.pdf.
4. Mizey, P., Racz, L. 2010. Cleaner production alternatives: biomass utilization options. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 18, p. 767–770.

STUDIES ON THE PERFORMANCE OF DIFFERENT CLONES OF HYBRID POPLARS IN EXPERIMENTAL PLANTATIONS

Summary

Plantations on abandoned and unfit for agriculture lands can be very valuable, by planting and growing *Populus* clones and hybrids of the genus *Populus* with extremely fast growth and sufficiently sustainable forests, thus creating opportunities not only for the development of forestry, but also for ensuring protective and other functions of forests. The main objective of this study was to evaluate the survival of 11 different clones (AF6, Hybrid275, AF7, Matrix49, AF13, Matrix24, AF34, MAX1, MAX3, MAX4, AF3) after 10 growing seasons and their average volume. Statistically significant differences were found after measurements and analysis. MAX1 clone had the highest survival rate - 99%, AF3 clone - 26%, the worst. When studying the dependence of the volume on the height, it was found that Hybrid275 had the highest volume depending on the height of the clone, AF3 clone had the lowest volume depending on the height of the clone.

Keywords: plantation, hybrid, clone