

# Įvairių gluosnių (*Salix L.*) veislių auginimo kurui tyrimai

Eugenija Bakšienė,

Jelena Titova,

Teresė Laimutė Nedzinskienė

Lietuvos agrarinių ir miškų  
mokslų centro Vokės filialas,  
Žalioji a. 2, Trakų Vokė,  
LT-02232 Vilnius

El. paštas: eugenija.baksiene@voke.lzi.lt;  
jelena.titova@voke.lzi.lt

Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Vokės filiale atliekami tyrimai, kurių tikslas nustatyti gluosnių žilvičių (*Salix viminalis*) 'Tora', 'Tordis' veislių ir ilgalapių gluosnių (*Salix dasyclados*) 'Gudrun' auginimo žaliajam kurui ypatumus lengvos granulimetrinės sudėties dirvoje. Gluosnių gyvašakės 20 cm ilgio buvo pasodintos 2005 m. pavasarį. Tarpueilių plotis – 75 cm, atstumas tarp augalų eilutėse – 65 ir 50 cm. Tarp dviejų eilučių palikti 1,5 m tarpueiliai. Gluosnių gyvašakėms visiškai prigijus, jie buvo tręšiami azoto trąšų normomis:  $N_0$ ,  $N_{30}$ ,  $N_{60}$ ,  $N_{90}$  ir  $N_{120}$ .

Nustatyta, kad gluosnių derliui didelės įtakos turėjo jų patręšimas azoto trąšomis bei sodinimo tankumas. Geriausiai prigijo gyvašakės ir sparčiausiai augo 'Tora' ir 'Tordis' veislių gluosniai. Vegetacijos pabaigoje atskirų augalų ūgliai pasiekė iki trijų metrų aukštį. Gluosniai 'Gudrun' augo žymiai lėčiau, jų atžaliniai ūgliai šakojosi ir užaugo žemesni. Daugiausiai natūralios biomasės per 3 metus užaugino 'Tora' ir 'Tordis' gluosniai, vidutinis derlius siekė 83,5–85,9 t ha<sup>-1</sup>, o patręšti azoto trąšomis  $N_{90}$  – padidėjo iki 87,0–90,7 t ha<sup>-1</sup>. Gluosnių veislės 'Gudrun' biomasės derlius buvo vidutiniškai apie 20 t ha<sup>-1</sup> mažesnis.

**Raktažodžiai:** gluosniai, ūgliai, azoto trąšos, biomasė

## ĮVADAS

Europos Sąjungos valstybėse kasmet daugėja bioenergetiniais augalais apsodinamų plotų. Tokį pasirinkimą lemia labai svarbūs veiksniai: valstybė tampa mažiau priklausoma nuo importuojamų energetinių žaliavų; naudojant bioenergetinį kurą, sumažėja CO<sub>2</sub> emisija; bioenergetinių augalų vartojimo plėtra sudaro kokybiškesnes gyvenimo sąlygas kaimų gyventojams (Jasaitis, 2006; Dzejana-vičienė ir kt., 2011).

1970 m. prasidėjus naftos krizei Švedijoje, pradėta masiškai auginti gluosnius kurui. Dabar ten vien tik gluosnių plantacijos siekia apie 16 tūkst. ha. Švedija yra lyderis tarp pasaulio valstybių, naudojančių šiluminei energijai bioenergetinius augalus (Baum et al., 2009; Dimitriou, Aronsson, 2010). Čia išvesta daug medienos užauginančių *Salix* genties hibridų: 'Tora', 'Tordis', 'Olaf', 'Torhild', 'Gudrun' ir kt. Kai kurių gluosnių veislių yra ir Lietuvoje (Nedzinskienė, Bakšienė,

2008). Šių veislių gluosniai užaugina 6–12 t ha<sup>-1</sup> medienos, tinkamos kūrenimui ir šiluminei energijai pagaminti. Auginant gluosnius kurui, kad užaugtų daugiau medienos, rekomenduojama po pirmųjų auginimo metų juos nupjauti. Tada gluosniai pradeda šakotis ir užaugina daugiau produktyvių šakų (Mirck et al., 2005; Mola-Yudego, Aronsson, 2008). Norit gauti kuo didesnę biomasės kiekį, gluosnius reikia tręšti. Norvegijoje ir Lenkijoje atliktų tyrimų duomenys rodo, kad tręšti 'Tordis' ir 'Gudrun' veislės gluosniai davė dvigubai daugiau medienos nei netręšti (Kunze et al., 2006; Kalem-basa et al., 2006).

Švedijos, Lenkijos, Danijos ir kt. valstybių mokslininkai teigia, kad greito auginimo gluosnių kasmetinė medienos gamyba siekia 10–20 t ha<sup>-1</sup>, o gerai patręštuose dirvožemiuose gali siekti ir iki 30 t ha<sup>-1</sup> (Ericsson et al., 2006; Helby et al., 2006; Mola-Yudego, Gonzáles-Olabarria, 2010). Tačiau nėra tikslaus modelio, nusakančio auginamo medienos kiekio galimybes (Ericsson, Nilsson, 2006).

Nustatyta, kad apšodinus pusę hektaro žemės, jau po trejeto metų gluosnių medienos užtektų apšildyti vidutinio dydžio gyvenamąjį namą. Gluosniai auga net 10 kartų greičiau nei įprastos medžių rūšys, yra atsparūs įvairiems kenkėjams (Nordh, Verwijst, 2004; Dimitriou, Aronsson, 2010; Iglinski et al., 2011).

Iš Europos Sąjungos gaunama finansinė parama skatina ir Lietuvoje plėsti greitai augančio miško plotus, tačiau mokslinių tyrimų duomenų, kuriais remiantis būtų galima teikti rekomendacijas gluosnių auginimo agrotechnikos klausimais, labai trūksta. Lietuvoje tyrimų, susietų su bioenergetinių augalų auginimu, yra atliekama daugiausia su gluosniniais žilvičiais (*Salix viminalis L.*). Jų tinkamumas išbandytas Botanikos institute ir LAMMC Vokės filiale (Smaliukas ir kt., 2001; Nėdzinskienė, Bakšienė, 2008). LAMMC Žemdirbystės institute atliekami tyrimai su žolinių bioenergetinių augalų kolekcija (Kryževičienė ir kt., 2005; Tilvikienė ir kt., 2009; Kanapeckas ir kt., 2011). Šiuose tyrimuose daugiau dėmesio skiriama biomasės išauginimui. Trūksta mokslinės informacijos apie įvairesnes tręšimo galimybes (siekiant užauginti kuo didesnę masę) ir procesus, vykstančius dirvožemyje. Ne tik Lietuvoje, bet ir užsienio valstybėse trūksta duomenų apie gluosnių sodinimo tankumą ir tolimesnį jų auginimą. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Vokės filiale atliekamų tyrimų tikslas – ištirti gluosnių (*Salix viminalis*) įvairių veislių auginimo kurui galimybes, jų vystymąsi ir medienos auginimą.

## TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODIKA

Tyrimai atlikti Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Vokės filiale. Pagal agrocheminių analizių duomenis, bandymų vietovės dirvožemis – priemėlis ant karbonatinio fluvio-glacialinio žvyro, paprastasis išplautžemis (JDp) – *Haplic Luvisolis (LVL)*. Agrocheminiai rodikliai:  $pH_{KCl}$  5,6–5,7, hidrolitinis rūgštingumas – 2,9–3,8 mekv  $kg^{-1}$ , sorbuotų bazių suma – 6,4–7,2 mekv  $kg^{-1}$  dirvožemio, humuso – 1,97–2,1 %, judriojo fosforo (182) ir kalio 167–180 mg  $kg^{-1}$  dirvožemio.

Gluosnių priešsėlis – sėklai auginti aliejiniai ridikai. Sodinta (75 cm tarpueiliai, tarp augalų eilučių – 65 ir 50 cm atstumas) gluosnių žilvičių (*Salix viminalis*) ‘Tora’, ‘Tordis’ veislių ir ilgalapių gluosnių (*Salix dasyclados*) ‘Gudrun’ gyvašakės.

Tarp dviejų eilučių palikti 1,5 m tarpueiliai, kuriuose piktžolės naikintos mechaniniu būdu – kultivuojant dirvą. Tarp gluosnių eilučių, esančių 0,75 m pločio tarpueiliuose, piktžolės naikintos panaudojant herbicidą raundapą.

Dirva prieš gluosnių gyvašakių sodinimą paręšta fosforo ir kalio trąšomis, o pavasarį, gegužės mėnesį, gyvašakėms prigijus, gluosniai azotu buvo tręšiami pagal bandymo schemą: 1) kontrolė (netręšiama); 2) tręšiama  $N_{30}P_{60}K_{80}$ ; 3) tręšiama  $N_{60}P_{60}K_{80}$ ; 4) tręšiama  $N_{90}P_{60}K_{80}$ ; 5) tręšiama  $N_{120}P_{60}K_{80}$ .

Kiekvienais metais gluosniams buvo nustatoma augalų augimo dinamika, užaugusios masės ir sausųjų medžiagų derlius.

Antraisiais tyrimų metais, pavasarį, 1,5 m pločio tarpueiliai kultivuoti tik vieną kartą, nes gluosniai labai sparčiai augo, gerai stebė piktžoles, be to, su technika jau negalima buvo įvažiuoti. Trečiaisiais ir ketvirtaisiais metais, gluosniams sparčiai paaugus, gausiai nukritę lapai apsaugojo juos nuo piktžolių.

Iš visų 2005 m. pasodintų 4 500 gluosnių gyvašakių neprigijo tik 73 vienetai, t. y. apie 1,8 % visų sodinių. Gluosnių veislė ‘Tora’ prigijo geriausiai – net 99,7 % gyvašakių. Viena dalis 2005 m. pasodintų visų veislių gluosnių 2006 m. pavasarį buvo nupjauta, o kita palikta augti.

Tyrimų duomenys apskaičiuoti dispersinės analizės metodu taikant statistinę duomenų apdorojimo programą ANOVA (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Duomenų patikimumas vertintas pagal Fisherio kriterijų.

## TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

2005 m. pavasarį buvo pasodintos ‘Tora’, ‘Tordis’ ir ‘Gudrun’ veislių gyvašakės. Vegetacijos metu tyrinėtus jų išsišakojimas ir ūglių prieaugis. Skirtingų veislių gluosnių gyvašakės pirmaisiais metais užaugino skirtingą atžalinių ūglių kiekį. Daugiausia jų – vidutiniškai 3,3 ūglius – turėjo ‘Tordis’ veislės, o ‘Tora’ ir ‘Gudrun’ veislės gluosniai tik po 1,9–2,3 ūglio. Tręšiant azoto trąšomis įvairių veislių gluosnių ūglių kiekis nepakito (1 lentelė).

2006 m. pavasarį nupjauti gluosniai išaugino 4 kartus daugiau atžalinių ūglių nei turėjo pasodinus pirmaisiais (2005) metais. 2006 bandymų metais vidutiniškai išaugo 8–12 atžalų, o kai

1 lentelė. Įvairių gluosnių veislių augalo ūglių kiekis tręšiant azoto trąšomis

Table 1. Individual plant shoot units of different varieties of willows (fertilised with nitrogen)

Gluosnių veislės Varieties of willows	N <sub>0</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>
<b>2005 m.</b>				
‘Tora’	2,10	2,05	2,00	1,95
‘Tordis’	2,74	3,15	3,30	3,25
‘Gudrun’	1,90	1,90	2,20	2,35
R <sub>05</sub> /LSD <sub>05</sub>	0,28	0,36	0,41	0,37
<b>2006 m.</b>				
‘Tora’	11,0	10,8	12,1	12,4
‘Tordis’	10,6	11,4	11,8	12,5
‘Gudrun’	9,7	12,0	10,7	11,4
R <sub>05</sub> /LSD <sub>05</sub>	1,52	1,41	2,02	1,73

kurie augalai turėjo 15 ir net 19 atžalinių ūglių. Tręšimas azotu didino ūglių skaičių, bet įtaka buvo neesminė.

2005 m. tiriamų gluosnių veislių užaugusių ūglių ilgis visuose bandymų laukeliuose buvo matuojamas birželio–spalio mėnesiais (2 lentelė). Nustatyta, kad sparčiausiai augo ‘Tordis’ veislės gluosnių ūgliai. Labai didelę įtaką jų augimui turėjo azoto trąšos.

Spalio 20 d. azotu netręštų ‘Tordis’ gluosnių vidutinis ūglių ilgis buvo 1,78 m, patręšus azotu N<sub>60</sub> – 2,16 m. Patręšus N<sub>90</sub>, ūglių ilgis padidėjo iki 2,51 m, arba jie buvo 0,73 m ilgesni, palyginti su azotu netręštais. Analogišką įtaką tręšimas azotu turėjo ir ‘Tora’ veislės gluosniams. Rugsėjo ir spalio mėn. vidutiniškai kas 30 dienų atžalos pailgėjo 0,43–0,54 m. Gluosniai ‘Gudrun’ augo žymiai lėčiau.

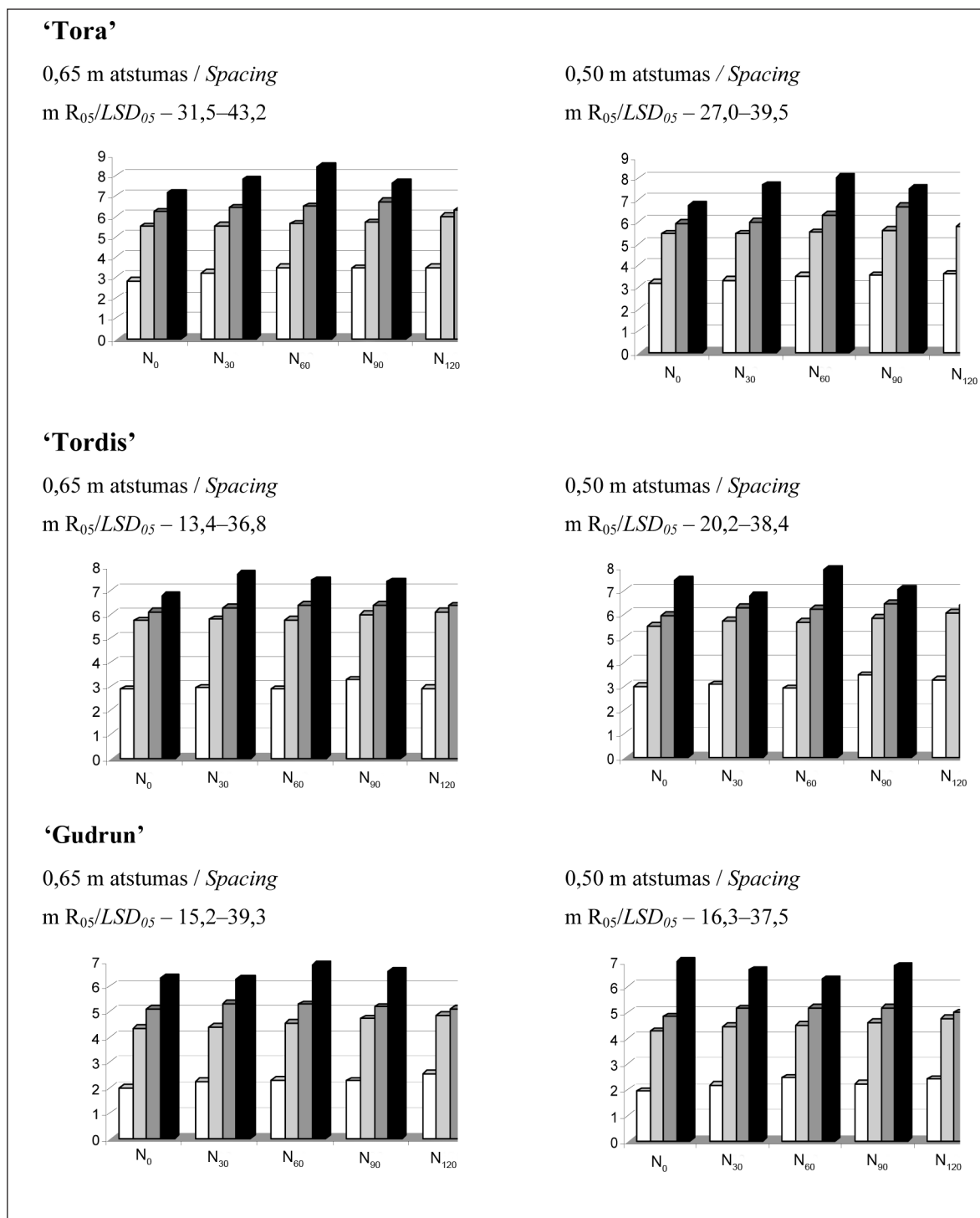
2 lentelė. Įvairių veislių gluosnių ūglių augimo dinamika (m) pirmaisiais (2005) metais

Table 2. Shoot growth dynamics (m) of different varieties of willows during the first year (2005)

Matavimo data Date of measurement	N <sub>0</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	R <sub>05</sub> /LSD <sub>05</sub>
<b>‘Tora’</b>					
06–21	0,37	0,44	0,48	0,52	0,11
07–20	0,76	0,88	0,90	1,01	0,13
08–22	1,43	1,55	1,58	1,69	0,36
09–21	1,74	1,85	2,13	2,17	0,28
10–20	1,92	1,99	2,41	2,46	0,30
<b>‘Tordis’</b>					
06–21	0,41	0,45	0,50	0,53	0,12
07–20	0,82	0,89	0,97	1,09	0,14
08–22	1,33	1,61	1,68	1,77	0,38
09–21	1,64	1,78	1,97	2,28	0,35
10–20	1,78	1,99	2,16	2,51	0,26
<b>‘Gudrun’</b>					
06–21	0,24	0,24	0,32	0,37	0,10
07–20	0,60	0,64	0,69	0,78	0,12
08–22	0,87	1,19	1,27	1,32	0,31
09–21	1,18	1,41	1,49	1,56	0,35
10–20	1,27	1,50	1,66	1,78	0,23

Pavasariį nupjauti gluosniai greitai atžėlė, atžaliniai ūgliai labai sparčiai augo. Vienas augalas vidutiniškai užaugino 8,5–12 atžalų. Per metus ‘Tora’ ir ‘Tordis’ gluosnių ataugę ūgliai vidutiniškai pasiekė 3,20–3,40 m aukščio (pav.).

Glušnių augimui, kaip jau minėta, labai didelę įtaką turėjo azoto trąšos. 0,65 m atstumu tarp augalų eilutėje pasodinti ir patręšti azoto  $N_{120}$  norma ‘Tora’ veislės gluosnių atžalos jau birželio pabaigoje buvo vidutiniškai net 1,92 m ilgio, arba 0,59 m



Pav. Nupjautų įvairių veislių gluosnių ūglių augimo dinamika  
Figure. Shoot growth dynamics of different varieties of willows after cutting

ilgesnės nei azotu nepatręštos. Vegetacijos pabaigoje visų 'Tora' veislės gluosnių, patręštų azotu, atžalų ilgis žymiai viršijo trejų metrų ribą. 0,50 m atstumu tarp augalų eilutėje pasodintų gluosnių atžalos vidutiniškai buvo 0,15 m ilgesnės, už 'Tordis' ir 'Gudrun' veislių gluosnius jos buvo tiesesnės, mažiau išlinkusios į plačių tarpueilių pusę.

Gluosnių 'Tordis' veislės augalų atžalos taip pat labai sparčiai augo. Patręšus azotu  $N_{60}$ ,  $N_{90}$ ,  $N_{120}$  normomis, jų atžaliniai ūgliai buvo iki 0,30 m aukštesni nei kontrolinio varianto, kur azotu netręšta. Analogiškas augimo skirtumas buvo 'Gudrun' veislės gluosnių vegetacijos laikotarpiu. Patręštų azoto  $N_{60}$ ,  $N_{90}$ ,  $N_{120}$  normomis, atžalų ūglių ilgis visais atvejais buvo patikimai didesnis, palyginti su azotu netręštais.

'Gudrun' veislės gluosnių atžaliniai ūgliai augo žymiai lėčiau nei kitų veislių, tačiau ir jie, patręšus  $N_{90}$  ir  $N_{120}$  azoto norma, visais 2006–2008 m. laikotarpiais buvo aukštesni už azoto trąšomis netręštus. 'Gudrun' veislės gluosniai vidutiniškai buvo 0,70 m ir net visu metru žemesni, palyginti su 'Tora' ir 'Tordis' veislių gluosniais.

Nupjauti gluosniai antraisiais auginimo metais (2007 m.) savo lapija anksti pavasarį uždengė visus tarpueilius, nustelbė piktžoles, kurių matėsi tik atskiri vienetai, ir jos įtakos gluosnių augimui neturėjo. Gluosniai užaugo labai dideli, nemaža dalis 'Tora' ir 'Tordis' veislių atžalų siekė daugiau kaip 6 m aukštį. 2007 m. per vegetacijos laikotarpį atžalų ilgis vidutiniškai padidėjo 2,30–2,54 m.

'Gudrun' veislės gluosniai augo žymiai lėčiau. Vidutinis pagrindinių atžalų aukštis siekė 4,59 m, jos buvo 1,20–1,30 m žemesnės už 'Tora' ar 'Tordis' veislių atžalas.

Palyginus kasmetinius įvairių veislių augimo rodiklius, galima teigti, kad sparčiausiai gluosniai augo antraisiais metais (po nupjovimo) – jų aukštis padvigubėjo.

'Tora' ir 'Tordis' veislių ilgesni ūgliai užaugo tuose augynuose, kur buvo tankiau pasodinti (kas 0,50 m). Ūgliai čia buvo 0,10–0,20 m ilgesni negu rečiau pasodintuose augynuose (0,65 m).

'Gudrun' veislės gluosnių ūgliai – atvirkščiai, buvo 0,10–0,20 m ilgesni 0,65 m atstumu pasodintame augyne negu augantys 0,50 m atstumu.

Trečiaisiais auginimo metais (2008 m.) visų tyrinėtų veislių nupjautų gluosnių ūgliai paaugo iki 1 m, nes iškrita mažiau kritulių nei 2006 ir 2007 m. Drėgmės stygius sustabdė ūglių augimą.

Trečiaisiais metais ilgesni (iki 0,50 m) ūgliai užaugo plotuose, kur įvairių veislių gluosniai buvo rečiau pasodinti, t. y. 0,65 m atstumu.

2008 m. vegetacijos pabaigoje 'Tora' veislės gluosnių ūgliai siekė 6,00–6,70 m aukštį, 'Tordis' – 6,00–6,45 m, o 'Gudrun' – 4,90–5,30 m. Tokio aukščio gluosniai gali būti pjaunami kurui, tačiau, kai nėra galimybių nupjauti, jie paliekami augti toliau. Atliktų stebėjimų duomenimis, per tris tolimesnius metus (2009–2011 m.) gluosniai nebepraugina tiek medienos, kiek jos priauga per tris pirmuosius metus. 2011 m. vegetacijos pabaigoje atlikti išmatavimai rodo, kad visų veislių gluosnių ūglių aukštis mažai skyrėsi dėl pasodinimo tankumo ir siekė: 'Tora' – 7,00–8,50 m, 'Tordis' – 6,80–7,90 m, 'Gudrun' – 5,80–6,90 m.

Atliekant tyrimus, kaip jau minėta, viena dalis 2005 m. pasodintų įvairių veislių gluosnių buvo nupjauta, kita palikta toliau augti. Palyginamieji biometriniai ir užaugintos medienos duomenys pateikti 3 ir 4 lentelėse. Čia išskirta dominuojančių ir vidutinių stiebų diametras ir aukštis.

Plote, kur po pirmųjų metų gluosniai buvo nupjauti, jie užaugo stambūs ir aukšti (3 lentelė). Vidutinių stiebų diametras mažai skyrėsi tarp veislių bei pasodinimo tankumo (paklaidos riba 21,4–23,2 mm). Stambiausių stiebų diametras tarp veislių buvo skirtingas. Ploniausi stiebai buvo 'Tora' veislės (31,4–33,6 mm), o storiausi – 'Tordis' ir 'Gudrun' – (35,2–35,4 mm).

Stiebų ilgio matavimai parodė, kad ilgiausi vidutiniai ir dominuojantys stiebai (4,63–5,11 m ir 6,26–6,42 m) buvo 'Tora' ir 'Tordis' veislių, o 'Gudrun' veislės stiebai buvo gerokai trumpesni (4,04–4,06 m ir 5,08–5,20 m).

Pirmaisiais po pasodinimo metais nupjauti 'Gudrun' veislės gluosniai išaugino gana daug ūglių (vienas augalas turėjo vidutiniškai 8 atžalinius ūglius), tačiau jie augo žymiai lėčiau, o stiebai gausiau šakojosi už kitų minėtų veislių gluosnius. Šie gluosniai užaugo 1,09–1,22 m žemesni (0,65 m atstumu pasodintame augyne) ir 0,57–1,22 m žemesni (0,50 m atstumu pasodintame plote) negu kitų veislių ūgliai.

Įvairių gluosnių veislių stiebų diametras ir ilgis lėmė atitinkamą medienos išėigą. Jos 1,9–3,2 t ha<sup>-1</sup> daugiau priaugo plote, kur gluosniai buvo tankiau susodinti. Nors šiame augyne gluosnių biometriniai duomenys buvo šiek tiek menkesni nei rečiau susodintame augyne, tačiau didesnis plote augančių gluosnių kiekis davė

3 lentelė. Trejų metų gluosnių derlius 2008 m., kai pirmųjų metų ūgliai buvo nupjauti

Table 3. The yield of three-year-old willow in 2008 when the shoots of the first year were cut

Gluosnių veislė Varieties of willows	Vidutinių stiebų diametras Diameter of medium stems, mm	Dominuojančių stiebų diametras Diameter of dominant stems, mm	Vidutinių stiebų ilgis Length of medium stems, m	Dominuojančių stiebų ilgis Length of dominant stems, m	Medienos derlius Yield of wood, t ha <sup>-1</sup>	Sausosios medžiagos Dry matter, t ha <sup>-1</sup>
0,65 m atstumas / Spacing						
‘Tora’	23,2	33,6	4,89	6,42	85,9	42,6
‘Tordis’	22,4	35,2	5,11	6,29	83,5	42,3
‘Gudrun’	23,2	35,4	4,04	5,20	61,2	30,8
R <sub>05</sub> /LSD <sub>05</sub>	1,50	2,33	0,34	0,41	9,00	4,07
0,50 m atstumas / Spacing						
‘Tora’	21,4	31,4	4,63	6,26	89,1	44,8
‘Tordis’	22,2	35,2	4,98	6,27	84,4	42,9
‘Gudrun’	22,0	35,0	4,06	5,08	63,4	32,0
R <sub>05</sub> /LSD <sub>05</sub>	1,90	3,15	0,35	0,38	7,44	4,37

didesnį derlių. Atskirų veislių medienos derlius buvo itin skirtingas. Nors ‘Tora’ ir ‘Tordis’ gluosnių veislių medienos derlius buvo paklaidos ribose, tačiau vis dėlto ‘Tora’ veislės derlius visais atvejais buvo 2,4–4,9 t ha<sup>-1</sup> didesnis nei ‘Tordis’ veislės derlius. ‘Gudrun’ veislės gluosnių medienos derlius buvo net 22,3–24,7 ir 21,0–25,7 t ha<sup>-1</sup> mažesnis nei ‘Tora’ ir ‘Tordis’ veislių medienos derlius.

Analogiškai keitėsi ir užaugintos medienos sausųjų medžiagų derlius. Visų veislių derlius užaugo 1,2–2,2 t ha<sup>-1</sup> didesnis tankiau susodintame gluosnyne. ‘Tora’ ir ‘Tordis’ veislės davė 11,5–11,8

ir 10,9–12,8 t ha<sup>-1</sup> daugiau sausosios medienos nei ‘Gudrun’ veislės gluosniai.

Kai įvairių veislių gluosniai po pasodinimo nebuvo nupjauti, augalai užaugino tik 2–3 stiebus (1 lentelė), tačiau jie buvo per 10,0 mm stambesni nei po pirmųjų metų nupjautame plote. Kai kurių diametras 0,50 m aukštyje siekė 39,8–43,0 mm (4 lentelė).

Keliais milimetrais šakų diametras buvo dar didesnis rečiau (0,65 m) pasodintame augyne. Beveik 10,0 mm storesnius stiebus už ‘Gudrun’ užaugino ‘Tora’ ir ‘Tordis’ veislės gluosniai.

4 lentelė. Trejų metų gluosnių derlius 2008 m., kai pirmųjų metų ūgliai buvo nenupjauti

Table 4. The yield of three-year-old willow in 2008 when the shoots of the first year were not cut

Gluosnių veislė Varieties of willows	Vidutinių stiebų diametras Diameter of medium stems, mm	Stambiausių stiebų diametras Diameter of dominant stems, mm	Vidutinių stiebų ilgis Length of medium stems, m	Dominuojančių stiebų ilgis Length of dominant stems, m	Medienos derlius Yield of wood, t ha <sup>-1</sup>	Sausosios medžiagos Dry matter, t ha <sup>-1</sup>
0,65 m atstumas / Spacing						
‘Tora’	34,4	43,0	4,37	5,37	73,8	37,62
‘Tordis’	31,8	37,6	4,26	5,06	70,7	35,50
‘Gudrun’	29,4	35,0	3,75	4,26	53,7	27,82
R <sub>05</sub> /LSD <sub>05</sub>	2,51	2,30	0,41	0,39	9,67	4,820
0,50 m atstumas / Spacing						
‘Tora’	34,0	39,8	4,29	5,24	72,6	36,78
‘Tordis’	31,6	37,0	4,07	4,77	71,9	36,10
‘Gudrun’	26,8	34,2	3,63	4,25	55,7	28,22
R <sub>05</sub> /LSD <sub>05</sub>	1,96	1,85	0,38	0,42	8,92	45,30

Nepjautame augyne stiebų ilgis buvo net 1,02–1,50 m mažesnis nei gluosnyne, kuris po pirmųjų auginimo metų buvo nupjautas. Vidutinių stiebų ilgis siekė 3,63–4,30, o dominuojančių – 4,25–5,37 m.

Plotuose, kur įvairių veislių gluosniai po pasodinimo nebuvo nupjauti, krūmai turėjo galimybę augti ne tris, kaip prieš tai analizuotieji, bet ketverius metus. Tačiau per tuos metus jie užaugino daug mažiau stipresnių, bet žemesnių kamienų nei nupjautieji. Tai lėmė gerokai mažesnę medienos derlių. Jų derlius ketvirtaisiais tyrimų metais buvo 11,8–12,5 t ha<sup>-1</sup> mažesnis, palyginti su tų gluosnių derliumi, kurie pirmaisiais jų auginimo metais buvo nupjauti. Lyginant derlių tarp veislių, galima teigti, kad mažiausias jis buvo 'Gudrun' veislės gluosnių. Jų vidutinis masės derlius buvo atitinkamai 11,2–12,6 t ha<sup>-1</sup> mažesnis už 'Tora' ir 8,5–9,5 t ha<sup>-1</sup> mažesnis už 'Tordis' medienos derlių.

Visų veislių medienos derlius mažai keitėsi skirtingo tankio augynuose. Iš pat pradžių buvęs nedidelis šakų kiekis netrukde gluosniams augti. Atitinkamai mažesnis derlius nustatytas ir visų veislių gluosnių sausųjų medžiagų. 'Tora' ir 'Tordis' veislių medienos derlius svyravo nuo 35,5 iki 37,6 t ha<sup>-1</sup>, o 'Gudrun' nuo 27,8 iki 28,2 t ha<sup>-1</sup>.

Pasibaigus gluosnių auginimo kurui pirmajam ciklui, t. y. praėjus ketveriems metams nuo gluosnių pasodinimo, paaiškėjo, kad pirmųjų metų atžalinius gluosnių ūglius reikia nupjauti paliekant apie 10 cm kelmelį. Tada kitais metais jie užaugina 8–12 atžalinių ūglių, kurie augdami labai gerai stelbia piktžoles, sparčiai auga ir užaugina gerokai daugiau medienos.

## IŠVADOS

1. 2005 m. pasodintos gluosnių žilvičių (*Salix viminalis*) 'Tora', 'Tordis' ir ilgalapių gluosnių (*Salix dasyclados*) 'Gudrun' gyvašakės turėjo vidutiniškai po 2–3 atžalas. Nupjautų gluosnių antraisiais (2006) tyrimų metais vienas augalas vidutiniškai išaugino po 10–12 atžalų. Tręšimas įvairiomis azoto trąšų normomis ūglių kiekiui įtakos neturėjo.

2. *Salix viminalis* ir *Salix dasyclados* gluosnių tręšimas N<sub>60-90</sub> norma labiausiai skatino atžalinių ūglių augimą. Per metus gluosnių žilvičių veislių 'Tora' ir 'Tordis' ūgliai užaugo iki 2,50 m, o ilgalapių gluosnių veislės 'Gudrun' – iki 1,78 m.

3. 2006–2008 m. tyrimų metais *Salix viminalis* 'Tora' veislės nupjauti gluosniai vegetacijos pabaigoje vidutiniškai buvo užauginę nuo 3,43 iki 6,70 m ilgio atžalas, 'Tordis' veislės – nuo 3,13 iki 6,40 m. 'Gudrun' veislės gluosnių atžalos – nuo 1,18 iki 5,20 m. 2011 m. pabaigoje gluosnių veislės 'Tora' ūgliai paaugo iki 8,50 m, 'Tordis' – 7,90 m, 'Gudrun' iki 6,90 m. Tankiau (0,50 m atstumu) pasodinti gluosniai buvo 0,20–0,50 m ilgesni nei rečiau (0,65 m atstumu) augantys.

4. 0,50 m atstumu eilutėse pasodintų gluosnių užaugusios masės derlius ketvirtaisiais metais buvo 0,9–3,9 t ha<sup>-1</sup> didesnis, palyginti su derliumi, gautu sodinant 0,65 m atstumu tarp augalų. Daugiausiai natūralios biomasės užaugino 'Tora' ir 'Tordis' gluosniai (vidutiniškai – 83,5–85,9 t ha<sup>-1</sup>). N<sub>90</sub> norma tręštų gluosnių biomasė padidėjo iki 87,0–90,7 t ha<sup>-1</sup>. Gluosnių veislės 'Gudrun' masės derlius buvo vidutiniškai apie 20 t ha<sup>-1</sup> mažesnis.

5. Po pirmųjų metų nepjautų gluosnių atžalos užaugino tik 2–3 stiebus, kurių diametras nors ir buvo didesnis, tačiau masės užaugo 12 t ha<sup>-1</sup> mažiau, palyginti su gluosnių derliumi, kurie pirmaisiais metais buvo nupjauti.

Gauta 2012 02 09  
Priimta 2012 06 20

## LITERATŪRA

1. Baum C., Leinweber P., Weih M., Lamersdorf N., Dimitriou I. 2009. Effects of short rotation coppice with willows and poplar on soil ecology. *Landbauforschung – VTI Agriculture and Forestry Research*. Vol. 3(59). P. 183–196.
2. Dimitriou I., Aronsson P. 2010. Landfill leachate treatment with willows and poplars – Efficiency and plant response. *Waste Management*. Vol. 30. P. 2137–2145.
3. Dzejanavičienė E. F., Pedišius N., Škėma R. 2011. *Darni bioenergetika*. Lietuvos energetikos institutas. Kaunas. 136 p.
4. Ericsson K., Nilsson L. J. 2006. Assessment of the potential biomass supply in Europe using a resource-focused approach. *Biomass and Bioenergy*. Vol. 30. P. 1–15.
5. Ericsson K., Rosenqvist H., Ganko E., Pisarek M., Nilsson L. 2006. An agro-economic analysis of willow cultivation in Poland. *Biomass and Bioenergy*. Vol. 30. P. 16–27.
6. Helby P., Rosenqvista H., Roos A. 2006. Retreat from Salix. Swedish experience with energy crops in the 1990s. *Biomass and Bioenergy*. Vol. 30. P. 422–427.

7. Iglinski B., Iglinska A., Kujawski W., Buczkowski R., Cichosz M. 2011. Bioenergy in Poland. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 15. P. 2999–3007.
8. Jasaitis J. 2006. Lietuvos ūkio transformacija 1990–2005 metais. Ekonominės ir socialinės politikos studijos. *Mokslinių straipsnių rinkinys (II)*. Vilnius: Vilniaus pedagoginis universitetas. 392 p.
9. Kalembasa D., Malinowska E., Siewniak M. 2006. The influence of fertilization on the yield of chosen *Salix* sp. Species. *Acta Agrophysica*. Vol. 8(1). P. 119–126.
10. Kanapeckas J., Lemežienė N., Butkutė B., Stukonis V. 2011. Evaluation of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) varieties and wild ecotypes as feedstock for biogas production. *Žemdirbystė-Agriculture*. T. 98(2). P. 149–156.
11. Kryživičienė A., Žaltauskas A., Jasinskas A. 2005. Daugiamečių žolių auginimas ir panaudojimas biokurui. *Žemės ūkio mokslai*. Nr. 1. P. 40–49.
12. Kunze M., Nielsen H. K., Ahlhaus M. 2006. Yield of woody biomass from southern Norway and their suitability for combustion and gasification purposes depending on the harvest frequency. Use of Bioenergy in the Baltic Sea Region – Proceedings of the 2nd IBBC, Stralsund, Germany. P. 176–185.
13. Mirck J., Isebrands J. G., Verwijsta T., Ledinc S. 2005. Development of short-rotation willow coppice systems for environmental purposes in Sweden. *Biomass and Bioenergy*. Vol. 28. P. 219–228.
14. Mola-Yudego B., Aronsson P. 2008. Yield models for commercial willow biomass plantations in Sweden. *Biomass and Bioenergy*. Vol. 32. P. 829–837.
15. Mola-Yudego B., Gonzáles-Olabarria J. R. 2010. Mapping the expansion and distribution of willow plantations for bioenergy in Sweden: Lessons to be learned about the spread of energy crops. *Biomass and Bioenergy*. Vol. 34. P. 442–448.
16. Nedzinskienė T. L., Bakšienė E. 2008. Ekstensyvaus ūkininkavimo nenašiose žemėse auginant gluosnius (*Salix viminalis*) kurui alternatyva. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*. T. 2(11). P. 201–206.
17. Nordh N. E., Verwijst T. 2004. Above-ground biomass assessments and first cutting cycle production in willow (*Salix* sp.) coppice – A comparison between destructive and non-destructive methods. *Biomass and Bioenergy*. Vol. 27(1). P. 1–8.
18. Rosenqvist H., Dawson M. 2005. Economics of willow growing in Northern Ireland. *Biomass and Bioenergy*. Vol. 28. P. 7–14.
19. Smaliukas D., Noreika R., Kmitienė G., Markevičius V., Gradeckas A. 2001. Investigation of Lithuanian willow (*Salix* L.) genetic resources: evaluation and selection of productive clones. *Biologija*. Vol. 4. P. 89–92.
20. Tarakanovas P., Raudonius S. 2003. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT–PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. *Akademija*. 57 p.
21. Tilvikienė V., Butkutė B., Dabkevičius Z., Kadžiulienė Ž., Kryževičienė A. 2009. Nendriinių eraičinių ir paprastųjų šunažolių biomasės kaita plaukėjimo bei žydėjimo tarpsniais. *Žemdirbystė-Agriculture*. T. 96(2). P. 138–150.

Eugenija Bakšienė, Jelena Titova,  
Teresė Laimutė Nedzinskienė

## INVESTIGATING THE POSSIBILITIES OF GROWING WILLOWS (*SALIX* L.) FOR FUEL

### Summary

The investigation aimed at establishing the possibilities of growing for fuel three varieties of willows (*Salix viminalis*) – Tora, Tordis and Gudrun – in light-textured soils has been performed at the Vokė Branch of the Lithuanian Research Centre for Agriculture and Forestry since 2005.

The cuttings (0.20 m size) of willows (*Salix viminalis*) were planted in spring of 2005. The width of spaces was 0.75 m, the distance between plants was 0.65–0.50 m and 1.5 m row spacings were left between the two rows of willows. The weeds were decimated by the method of mechanization. The willows were grown without fertilizers and fertilised with nitrogen:  $N_{30}$ ,  $N_{60}$ ,  $N_{90}$  and  $N_{120}$ .

The data of the investigation demonstrated that fertilization with nitrogen, different varieties of willows and density of planting had great influence on the yield. Tora and Tordis varieties of willows had the best shoots and grew fastest. At the end of vegetation, individual plant shoots reached up to three meters in height. Gudrun willows grew significantly slower and their branched scions were lower. Most natural biomass was originated from Tora and Tordis willows, the average yield was 83.5 to 85.9 t ha<sup>-1</sup>, and the yield given by the varieties fertilized with nitrogen  $N_{90}$  rose to 87.0–90.7 t ha<sup>-1</sup>. The biomass yield of Gudrun willows was about 20 t ha<sup>-1</sup> lower.

**Key words:** willows, shoots, fertilization with nitrogen, biomass