

Skirtingomis sąlygomis augančių gluosnių fiziologinė būklė

Laima Skuodienė,
Audrius Gradeckas

Lietuvos miškų institutas,
Liepų g. 1,
LT-53101 Girionys, Kauno r.,
Lietuva

Įvertintas gluosnių augimas ir fiziologinė būklė priklausomai nuo dirvožemio sąlygų. Gluosnių fiziologinė būklė vertinta tiriant aminorūgšties prolino kiekį lapuose. Tyrimams pasirinktas derlingų augaviečių gluosnis – *S. viminalis americana* ir tipiškas smėlio augaviečių gluosnis – *S. daphnoides*, kurie buvo auginami durpinuose ir mineraliniuose dirvožemiuose, tręšiant vandenvalos nuosėdomis. Nustatyta, kad *S. viminalis* geriausiai auga vandenvalos nuosėdomis patręštame su kultūrintame priesmėlio dirvožemyje ir sukaupia didžiausią biomasę. Nepalankiausi gluosniams augti yra netręšti durpiniai dirvožemiai, o nederlingame smėlio dirvožemyje geriausiai auga smėlio augaviečių gluosnis *S. daphnoides*.

Gluosnių gyvybingumas bei prisitaikymas naujomis augimo sąlygomis buvo glaudžiai susijęs su prolino kiekybiniais pokyčiais. Nustatyta, kad nepalankiausioms augimo sąlygomis (netręštame durpiniame dirvožemyje) prolino kiekis gluosnių lapuose padidėjo iki 30%.

Raktažodžiai: gluosnių energetiniai želdiniai, fiziologinė būklė, vandenvalos nuosėdos

ĮVADAS

Gluosnių (*Salix* L.) gentis yra gausiausia rūšių skaičiumi Lietuvos savaiminėje dendrofloroje (Smaliukas, 1996). Atskiros gluosnių rūšys paplitusios įvairiuose biotopuose: jie auga upių ir ežerų pakrantėse, pelkėse, miškuose, dykvietėse, smėlio kopose. Parenkant gluosnių rūšis energetiniams želdiniams, labai svarbu nustatyti jų atitikimą dirvožemiams, kuriuose bus veisiamos plantacijos.

Optimaliomis sąlygomis gluosniai sukaupia energetinių želdinių biomasės produktyvumui keliamus reikalavimus atitinkanti metinį biomasės prieaugį – 8 t sausos medžiagos iš 1 ha (Larsson and Rosenqvist, 1996). Tačiau gluosnių plantacijos dažnai veisiamos ir mažiau derlinguose žemės ūkiui naudotuose smėlio dirvožemiuose, taip pat technogeniškai pažeistose žemėse (durpynai, mineralinių medžiagų telkiniai). Siekiant panaudoti mažiau derlingus dirvožemius, gluosnių energetinių želdinių veisimui (Švedijoje) pagal augaviečių sąlygas atrenkami dirvožemio derlingumui mažiau reiklūs gluosnių klonai (Aronsson and Perttu, 1994; Ledin and Alriksson, 1992). Todėl atrenkant energetiniams želdiniams perspektyvius gluosnius aktualu įvertinti aplinkos sąlygų poveikį augalams, jų prisitaikymą ir atsparumą pagal jų fiziologinę būklę ir augimo intensyvumą.

Augalų fiziologinė būklė dažnai vertinama pagal aminorūgšties prolino kiekį vegetatyviniuose organuose (Seagal et al., 1968; Skuodienė, 1996; Бритиков,

1975; Кайрюкштитс, Скуодене, 1984). Prolinas dalyvauja daugelyje bendrųjų metabolizmo reakcijų augalo ląstelėje: aktyvina kvėpavimą, reguliuoja deguonies asimiliaciją, yra NH_2 grupės donoras vykstant aminorūgščių sintezei. Reikšminga ir prolino apsauginė funkcija, augalui patekus į nepalankias arba stresą sukeliančias sąlygas. Prolino apsauginė funkcija augalo ląstelėje daugelio autorių siejama su padidėjusiu jo kiekiu. Apie prolino kiekio padidėjimą žoliniuose augaluose, esant vandens, sausros stresams, duomenis pateikia autoriai (Проценко и др., 1968; Palfi, Juhasz, 1968; Aspinall et al., 1971); vystančiuose lapuose – Thompsonas (Thompson et al., 1996). Ištyrus eksperimentinių medžių būklę streso metu, kurį jie patyrė dėl stiprios cheminės taršos, eksperimentinių medžių spygliuose buvo rasta 4–6 kartus daugiau prolino, palyginti su medžiais, augusiais foninės taršos sąlygomis (Skuodienė, 1996).

Neigiamų aplinkos veiksnių įtaka medžiams yra transformuojama per fiziologines funkcijas ir biochemines reakcijas, kurias tam tikra dalimi sąlygoja individo genetinės savybės. Todėl, remiantis gausiais tyrimo duomenimis, prolina, kaip bioindikatoriu, siūloma naudoti nustatant medžių pažeidimą ankstyvoje stadijoje (Skuodienė, 1999), dar prieš pasirodant vizualiai pastebimiems pažeidimo požymiams lapijoje.

Naujausi ląstelės tyrimai, kurie buvo atlikti genų inžinerijos lygmenyje (Sandermann et al., 1997; Schnitzler et al., 1996), parodė, kad genetiniai kodo

skirtumai vidurūšyje turi įtaką individo reakcijos į tą patį patogeną pobūdžiui. Gauti rezultatai galėtų būti ypač reikšmingi genetiškai atsparių individų klonavimo srityje. Ištyrus *Populus nigra* trijų klonų jautrumą sunkiųjų metalų bei SO₂/NO_x, O₃/NO_x ir SO₂/O₃/NO_x derinių poveikiui, buvo išskirti chemiškai poveikiui mažiau jautrūs klonai (Ballach et al., 1997).

Teorinės prielaidos ir gauti rezultatai paskatino tirti atskirų gluosnių klonų reakciją į skirtingas dirvožemio sąlygas.

METODIKA

Šiame darbe buvo palyginti du įvairiuose dirvožemiuose augančių gluosnių būklę apibūdinantys rodikliai. Gluosnių augimas bei produktyvumas įvertintas biomasės prieaugiu ir prolino kiekiu gluosnių lapuose.

Gluosnių augimas ir fiziologinė būklė tirta 3 metų želdiniuose, įveistuose žemutinio tipo durpiniuose ir mineraliniuose įvairaus derlingumo (priesmėlio ir smėlio) dirvožemiuose, patreštuose vandenvalos nuosėdomis. Tirtas derlingų augaviečių gluosnis *S. viminalis americana* ir tipiškas nederlingų smėlio augaviečių gluosnis – *S. daphnoides*.

Bandomųjų želdinių augimui įvertinti kiekvienų metų vegetacijos periodo pabaigoje atlikta ištisinė gluosnių apskaita, kurios metu išmatuotas visų stiebų krūmė aukštis, skersmuo 50 cm aukštyje ir išlikusių stiebų bei krūmų skaičius ploto vienetu. Vertinant gluosnių augimą, svarbiausias apibendrinantis rodiklis yra ūglių sausos medžiagos (s. m.) biomasė hektare. Ūglių sausos medžiagos biomasėi hektare nustatyti iš kiekvieno bandymų varianto atrinkta po 3 vidutinius modelinius stiebus, kurie nupjauti ir pasverti. Stiebų biomasė perskaičiuota į masę hektare, naudojant sausos medžiagos koeficientą: 3–4 metų stiebams – 0,5; 5–9 metų stiebams – 0,52. Matavimo duomenys apdoroti matematinės statistikos metodais. Atskirų rodiklių skirtumai įvertinti pagal Studento kriterijų (t).

Prolino analizės metodas. Laisvas prolino buvo išskirtas 3% sulfosalicilo rūgštimi iš skystu azotu fiksuotų ir homogenizuotų lapų masės pagal Bates (Bates et al., 1973) metodiką. Lapų mėginiai šiam tikslui buvo paimti iš modelinių krūmų vidurinės ūglių dalies. Analizė atlikta kompiuterinėje sistemoje pagal biologinę programą SLT. Prolinas identifikuotas 520 nm bangos ilgiu.

REZULTATAI

Bandomųjų želdinių tyrimų rezultatai parodė, kad gluosnių fiziologinė būklė kito priklausomai nuo dirvožemio sąlygų, kurios turėjo esminės įtakos gluos-

Eil. Nr.	Dirvožemis	Trešmas t/ha s. m.	Krūmų išsilaikymas %	Stiebų aukštis		Stiebų skersmuo 50 cm aukštyje		Stiebų skaičius tūkst. vnt./ha	Stiebų biomasė				
				M ± m cm	t	%	M ± m mm		t	%	žalia, 1 stiebo, kg	sausas t/ha	%
1	Sukultūrintas velėninis jaurinis glėjiškas priesmėlio	250	83	493,6 ± 4,6	0,0	100	25,8 ± 0,7	0,0	100	1,62	30,8	10,26	100
2	Jaurinis menkai nujaurėjęs smėlio	100	66	132,1 ± 2,2	70,9	27	6,0 ± 0,2	21,2	23	0,05	1,4	0,5	5
3	Rekultivuotas pelkinis žemutinio tipo durpinis	250	55	343,1 ± 5,3	21,4	70	17,4 ± 0,5	9,8	67	0,461	13,2	4,4	42
4		0	37	150,3 ± 7,9	37,6	30	7,3 ± 0,6	12,9	28	0,073	1,3	0,9	4

1 lentelė. Trejų metų gluosnio *S. viminalis* augimas ir produktyvumas įvairiuose vandenvalos nuosėdomis trėštuose dirvožemiuose
Table 1. Growth of *S. viminalis* on different soils fertilised with sewage sludge

nių išsilaikymui, augimo intensyvumui ir biomasės sukauptumui.

Optimaliausios augimo sąlygos ir didžiausias *S. viminalis americana* (žilvitis) biomasės produktyvumas buvo sukultūrintame patręštame priemolio dirvožemyje (kontrolinis variantas). Šiomis sąlygomis augusių gluosnių per 4 metus sukaupta biomasė buvo lygi 36,9 t/ha s. m. (3 lentelė) ir visiškai atitiko energetinių želdinių biomasės produktyvumui keliamus reikalavimus. Šiame, derlingiausiame, dirvožemyje augusio gluosnio *S. viminalis americana* krūmų lapuose nustatyta mažiausiai prolino – $5,47 \pm 1,26$ mg/100 g žalių lapų masės (ž. l. m.) (4 lentelė), o tai apibūdina geriausią gluosnių fiziologinę būklę, palyginus su kitų variantų gluosniais.

S. viminalis americana blogiausiai augo jauriniame menkai nujaurėjusiame smėlio, patręštame nuotekų nuosėdomis, dirvožemyje: jo stiebų aukštis sudarė 27%, o stiebų biomasė vos 5%, palyginti su kontroliniu variantu (1 lentelė). Šiame dirvožemyje, esant normaliam drėgmės režimui, gluosnių visai nepakenkė šalnos bei grybinės ligos. Net ir blogai augusių gluosnių krūmų fiziologinė būklė išliko gera – jų lapuose prolino padaugėjo tik 10%, palyginti su kontroliniu variantu (4 lentelė).

Durpiniame dirvožemyje *S. viminalis americana* stiebų biomasės ir augimo rodikliai iš esmės skyrėsi tręštame ir netręštame variantuose, palyginti su sukultūrintu velėniniu jauriniu glėjišku priemolio dirvožemiu (kontrolė). Tręštame durpiniame dirvožemyje gluosnių krūmai augo vidutiniškai, t. y. 3 metų gluosnių stiebų skersmuo ir aukštis buvo apie 30% mažesnis (1 lentelė). Tačiau biomasės prieaugį smarkiai sumažino blogai (55%) išsilaikę krūmai (3 lentelė). Gluosnius veikė durpinio dirvožemio užmirktumas, bloga aeracija, nepalankios sąlygos apsirūpinant maistmedžiagėmis. Dėl drėgmės pertekliaus durpiniame dirvožemyje *S. viminalis americana* krūmai periodiškai buvo pakenkiami šalnu, todėl daugėjo grybinių ligų pakenkimų. Tai turėjo neigiamos įtakos gluosnių fiziologinei būklei. Gluosnių lapuose nustatytas 16% didesnis prolino kiekis. Pasireiškusi stresinė reakcija į nepalankius aplinkos veiksnius rodo, kad augavietės sąlygos *S. viminalis americana* buvo netinkamos.

Ypač smarkiai į pasikeitusias mitybos sąlygas gluosnis reagavo netręštame durpiniame dirvožemyje: labiausiai pakenkė šalnos ir grybinės ligos, 63% krūmų žuvo. Palyginti su tręštais gluosniais, kurie smarkiai pradėjo džiūti 2–3 metais, netręštame variante šie požymiai išryškėjo jau pirmais metais. Išlikę krūmai labai blogai augo visus 3 metus ir sukauptė nedaug biomasės (1,3 t/ha s. m.). Krūmų džiūvimas buvo susijęs su prolino kiekio kaupimo lapuose aktyvumu, kuris padidėjo iki 1,5–1,9 karto. Didėjantį prolino kiekį lapuose galima vertinti kaip sustip-

2 lentelė. Gluosnių <i>S. viminalis</i> ir <i>S. daphnoides</i> augimas ir produktyvumas jauriniame menkai nujaurėjusiame dirvožemyje (tręšta vandenvalos nuosėdomis 100 t/ha s. m.) Table 2. Growth and biomass productivity of willow species <i>S. viminalis</i> and <i>S. daphnoides</i> on poor sandy soil fertilised with sewage sludge (100 t/ha s. m.)		Stiebų skersmuo 50 cm aukštyje		Stiebų aukštis		Krūmų išsilaikymas %	Stiebų/šaknų amžius m.	Gluosnis	Stiebų biomasė			
Eil. Nr.	Gluosnis	M ± m	t	M ± m	t				Stiebų skaičius tūkst. vnt./ha	žalia, 1 stiebo, kg	sausas t/ha	
		mm	cm	mm	cm	iš viso	iš vid. 1 m. prieaug.					
1	<i>S. viminalis</i>	132,1 ± 2,2	0,0	6,0 ± 0,2	0,0	66	3/3		0,05	1,4	0,5	100
2	<i>S. daphnoides</i>	214,6 ± 3,2	21,2	10,7 ± 0,2	21,5	84	3/3		0,2	6,5	2,2	464
1	<i>S. viminalis</i>	156,5 ± 3,8	0,0	8,7 ± 0,3	0,0	61	6/6		0,12	3,5	0,6	100
2	<i>S. daphnoides</i>	361,5 ± 7,0	25,9	20,0 ± 0,7	14,0	80	6/6		0,68	22,0	3,7	613
1	<i>S. viminalis</i>	240 ± 14,2	0,0	17,0 ± 0,9	0,0	56	9/9		0,385	6,4	0,7	100
2	<i>S. daphnoides</i>	550 ± 8,4	18,8	41,4 ± 1,6	13,3	77	9/9		4,19	67,8	7,5	1058

rėjusių organizmo adaptyvinės-apsauginės funkcijos reakciją į išskirtinai blogas augimo sąlygas.

Siekiant išryškinti dviejų ekologinėmis savybėmis smarkiai besiskiriančių gluosnių rūšių reakciją į tas

3 lentelė. **Gluosnių išsilaikymas ir sukaupta biomasė 1–4 metus įvairiuose vandenvals nuosėdomis tręštuose dirvožemiuose (sodinta 28,6 tūkst. vnt./ha)**

Table 3. **Survival and stem biomass accumulation of willow on different soils fertilised with sewage sludge**

Eil. Nr.	Gluosnis	Krūmų skaičius tūkst. vnt./ha išsilaikymas %				Stiebų sausa biomasė							
		1 m.	2 m.	3 m.	4 m.	1 m.		2 m.		3 m.		4 m.	
						t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
Sukultūrintas velėninis jaurinis glėjiškas priemolio dirvožemis													
1	<i>S. viminalis</i> , 250	<u>28,6</u> 100	<u>25,0</u> 87	<u>23,8</u> 83	<u>22,2</u> 78	3,8	100	17,3	100	30,8	100	36,9	100
Jaurinis menkai nujaurėjęs smėlio dirvožemis													
2	<i>S. viminalis</i> , 100	<u>25,4</u> 89	<u>23,2</u> 81	<u>19,0</u> 66	<u>17,1</u> 60	0,02	0,5	0,9	5	1,4	5	3,3	9
Rekultivuotas pelkinis žemutinio tipo durpinis dirvožemis su 0,8–1,0 m durpės sluoksniu													
3	<i>S. viminalis</i> , 250	<u>24,0</u> 84	<u>15,7</u> 55	<u>15,7</u> 55	<u>13,7</u> 48	2,8	74	8,1	47	13,1	42	16,4	44
4	<i>S. viminalis</i> , 0	<u>12,1</u> 42	<u>12,1</u> 42	<u>10,6</u> 37	<u>10,5</u> 37	0,2	5	2,4	14	1,3	4	3,2	9
Jaurinis menkai nujaurėjęs smėlio dirvožemis													
1	<i>S. viminalis</i> , 100	<u>25,4</u> 89	<u>23,2</u> 81	<u>19,0</u> 66	<u>17,1</u> 60	0,02	100	0,9	100	1,4	100	3,3	100
2	<i>S. daphnoides</i> , 100	<u>26,1</u> 91	<u>24,3</u> 85	<u>24</u> 84	<u>22,3</u> 79	0,04	200	2,4	266	6,5	464	15,0	454

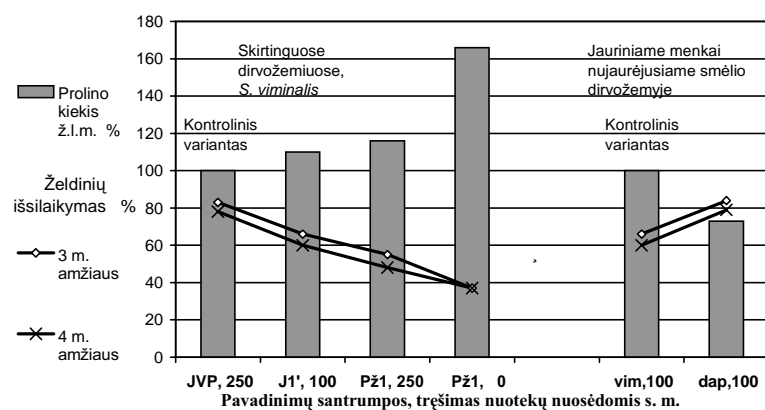
4 lentelė. **Prolino kiekis gluosnių lapuose priklausomai nuo dirvožemio sąlygų**

Table 4. **Amino acid content in leaves of *Salix* species depending on the site conditions**

Eil. Nr.	Dirvožemis	Gluosnis	Tręšimas t/ha s. m.	Pakartojimas	Prolino kiekis mg/100 g ž. l. m.	Paklaida %	% nuo kontrolės
1	Sukultūrintas velėninis jaurinis glėjiškas priemolis		250	1	5,96	1,411	100
				2	5,75	1,074	
				3	4,71	1,311	
				Vid.	5,47	1,26	
2	Jaurinis menkai nujaurėjęs smėlis	<i>S. viminalis americana</i>	100	1	6,66	0,607	110
				2	5,82	0,000	
				3	5,60	0,417	
				Vid.	6,03	0,51	
3	Rekultivuotas pelkinis žemutinio tipo durpinis dirvožemis su 0,8–1,0 m durpės sluoksniu		250	1	5,71	0,409	116
				2	6,50	0,622	
				3	6,88	0,679	
				Vid.	6,36	0,57	
4	Rekultivuotas pelkinis žemutinio tipo durpinis dirvožemis su 0,8–1,0 m durpės sluoksniu		0	1	9,09	0,770	166
				2	8,43	0,733	
				3	9,74	1,099	
				Vid.	9,09	0,87	
1	Jaurinis menkai nujaurėjęs smėlis	<i>S. viminalis americana</i>	100	1	6,66	0,607	100
				2	5,82	0,000	
				3	5,60	0,417	
				Vid.	6,03	0,51	
2	<i>S. daphnoides</i>		100	1	4,41	1,399	73
				2	4,47	1,382	
				3	4,36	1,855	
				Vid.	4,41	1,54	

pačias augimui nepalankias dirvožemio sąlygas, *S. viminalis americana* (žilvitis) buvo palygintas su *S. daphnoides* (pajūrio gluosnis). Eksperimentiniai želdiniai įveisti jauriniame menkai nujaurėjusiame smėlio dirvožemyje, patręštame nuotekų nuosėdomis. Kaip parodė tyrimų rezultatai, šiomis sąlygomis geriausiai išsilaikė tipiškas smėlio augaviečių gluosnis *S. daphnoides*. *S. daphnoides* biomasės kaita rodo, kad didžiausias vidutinis metinis biomasės prieaugis buvo devintaisiais metais (7,54 t/ha s. m. (2 lentelė)), t. y. apie 10 kartų didesnis, palyginti su *S. viminalis americana*. Jo lapuose nustatyta mažiausiai prolino – 4,41 mg/100 g ž. l. m. (4 lentelė), o tai rodo pastebimai geresnę fiziologinę būklę. Šie rodikliai byloja, jog *S. daphnoides* yra mažiausiai reiklus dirvožemio derlingumui ir aprūpinimui drėgme. *S. daphnoides* pranašumas nederlingame smėlio dirvožemyje, tręštame nuotekų nuosėdomis, ypač išryškėjo 3–4 metais, tuo tarpu *S. viminalis*, stingant maistmedžiagių, pradėjo skursti. Šiuo ir vėlesniu laikotarpiu po tręšimo, kai dauguma maistmedžiagių jau buvo išsiplovusi, *S. daphnoides* nereikėjo papildomai tręšti.

Gauti rezultatai parodė, kad prolino kiekis gluosnių lapuose didėjo blogėjant gluosnių fiziologinei būklei ir proporcingai mažėjant gluosnių išsilaikymui visuose eksperimentų variantuose. Ši tendencija nustatyta ne tik vertinant 3 metų gluosnių fiziologinę būklę, bet ir vėliau (pav.) tiek įvairiomis dirvožemio sąlygomis auginto *S. viminalis*, tiek skirtingų biologinių savybių *S. viminalis americana* ir *S. daphnoides* rūšių, augintų nederlingame smėlio dirvožemyje.



Pav. Prolino kiekis gluosnių lapuose ir jų išsilaikymas priklausomai nuo dirvožemio sąlygų

Figure. Amino acid content in leaves of *Salix* species and their survival depending on the site conditions

DISKUSIJA

Gauti tyrimo rezultatai parodė, kad nuotekų nuosėdų teigiamas poveikis *S. viminalis* (žilvičio) ir jo klonų augimui, augimo intensyvumui ir biomasės prieaugio padidėjimui 1–2 augimo metais buvo pasiek-

tas tik tręšiant nuotekų nuosėdomis ir neatskleidė rūšies prisitaikymo savybių bei tinkamumo tolimesniam augimui. Todėl *S. viminalis americana* biometrinių augimo rodiklių pokyčius vertinti ekstremaliomis sąlygomis yra tikslinga tik vėlyvesniame augimo etape, pradedant trečiaisiais augimo metais po tręšimo.

Analogiški rezultatai gauti jau anksčiau, įvertinus dirvožemių cheminių savybių pokyčius tręšiant vandenvalos nuotekų nuosėdomis ir jų poveikį energetiniams želdiniams (Kubertavičienė, Gradeckas, 1997). Didžiausi fizikiniai ir cheminiai dirvožemių parametrai bei jų teigiamas poveikis želdiniams pastebėti tik 1–2 metais po tręšimo nuotekų nuosėdomis, tačiau trečių metų pabaigoje augalų rizosferoje sumažėjo hidrolizuojamojo azoto, judriojo fosforo ir kalio kiekis, o tai neigiamai atsiliepė trumpos apyvartos želdinių produktyvumui.

S. daphnoides, auginamo natūralioje augavietėje nederlingame smėlio dirvožemyje, pranašumas išryškėjo 3–4 metais po tręšimo nuotekų nuosėdomis, tuo tarpu *S. viminalis americana*, stingant maistmedžiagių, pradėjo skursti. Papildomo tręšimo nereikalaujančio *S. daphnoides* didžiausias biomasės produktyvumas buvo apie 9-uosius metus (vidutinis metinis biomasės prieaugis 7,5 t/ha s. m.), pagal kurį atitiko energetiniams želdiniams keliamus reikalavimus. Net ir negausiai tręšiamuose nederlinguose smėlio dirvožemiuose *S. daphnoides* yra perspektyvus energetiniams želdiniams veisti.

Gauti rezultatai parodė, kad ekstremaliomis sąlygomis išbandomų gluosnių rūšių ir klonų tinkamumą energetiniams želdiniams galima identifikuoti pagal gluosnių fiziologinę būklę, nes biometrinių augimo rodiklių pokyčiai pasireiškia vėlyvesniame augimo etape, nei atsiranda fiziologiniai pokyčiai metabolizme. Prolino kiekis gluosnių lapuose didėjo blogėjant gluosnių fiziologinei būklei ir proporcingai mažėjant gluosnių išsilaikymui visuose eksperimentų variantuose. Ši tendencija nustatyta ne tik gluosnių fiziologinės būklės vertinimo metais, bet ir vėliau, tiek įvairiomis dirvožemio sąlygomis auginto *S. viminalis*, tiek skirtingų ekologinių savybių *S. viminalis* ir *S. daphnoides* rūšių, augintų nederlingame smėlio dirvožemyje.

Fiziologinės būklės vertinimas taip pat aktualus selekciniu požiūriu, nes įgalina prognozuoti gluosnių želdinių stabilumą konkreciomis augavietės sąlygomis, taip pat išbandant gluosnių rūšių bei klonų prisitaikymo ekstremaliomis sąlygomis savybes bei išskiriant perspektyviausius klonus pagal augavietės sąlygas. Tai ir sudaro

prielaidas gluosnių energetinių želdinių, kaip tam tikros ekosistemos dalies, augimo ir biomasės prieaugiui modeliuoti.

IŠVADOS

Nustatyta, kad *S. daphnoides* (pajūrio gluosnis) yra mažiausiai reiklus dirvožemio derlingumui ir perspektyvi rūšis energetiniams želdiniams veisti nederlingame smėlio dirvožemyje: tręšiamas vandenvalos nuosėdomis biomasės prieaugi *S. daphnoides* padidino apie 10 kartų, palyginti su *S. viminalis americana* (žilvitis).

Nustatyta, kad *S. viminalis americana* optimalios augimo sąlygos yra sukultūrintame priemėlio dirvožemyje. Patręštas nuotekų nuosėdomis jis sukaupe daugiausia biomasės (36,9 t/ha s. m. per 4 metus), atitinkančios energetinių želdinių biomasės produktyvumui keliamus reikalavimus.

Nustatytas didžiausio poveikio laikas gluosnių biomasės kaupimo procese, tręšiant vandenvalos nuotekų nuosėdomis skirtingų biologinių savybių gluosnių rūšis: *S. viminalis americana* didžiausią biomasės prieaugį pasiekia 3–4-aisiais metais nuo tręšimo pradžios, *S. daphnoides* – 9-aisiais metais.

Nustatyta, kad aminorūgšties prolino kiekybiniai pokyčiai gluosnių lapuose apibūdina jų fiziologinę būklę: prolinas gali būti gluosnių auginimo ir ankstyvųjų fiziologinių pokyčių indikatorius biomasės prieaugio modeliavimo schemoje.

Santrumpos

JVP – sukultūrintas velėninis jaurinis glėjiškas priemėlis

J1' – jaurinis menkai nujaurėjęs smėlis

PŽI – rekultivuotas pelkinis žemutinio tipo durpinis dirvožemis

vim – *S. viminalis* (žilvitis)

dap – *S. daphnoides* (pajūrio gluosnis)

Gauta

2003 11 20

Literatūra

- Aronsson P. and Perttu K. L. Willow vegetation filters for municipal wastewaters and sludges. A biological purification system. *Proceedings of a study tour, conference and workshop in Sweden, 5–10 June 1994*. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, 1994. 230 p.
- Aspinall D., Bogges S. F., Paley L. *Water stress and metabolism*. Biochem. report of the waite agricultural research institute South. Australia, 1971. 91 p.
- Ballach H. J., Oppenheimer S., Mool J. Reactions of Cloned Poplars to Air Pollution: Premature Leaf Loss and Investigations of the Nitrogen Metabolism. *Z. Naturforsch.* 1997. Vol. 47. P. 109–119.
- Bates L. S., Waldren R. P. and Teare I. D. Rapid determination of tre proline for water stress studies. *Plant and soil*. 1973. Vol. 39. P. 205–207.
- Kubertavičienė L., Gradeckas A. Dirvožemių cheminių savybių pasikeitimai tręšiant vandenvalos nuosėdomis ir jų poveikis energetiniams želdiniams. *Mokslinės konferencijos, skirtos Lietuvos dirvožeminkų draugijos 40-mečiui, pranešimai*. Kaunas 1997 m. spalio 1–2 d. Kaunas, 1997. P. 159–163.
- Larsson S. and Rosenqvist H. *Willow production in Sweden – politics, cropping development and economy*. Svalof Weibull AB, Sweden, 1996. 8 p.
- Ledin S. and Alriksson A. Handbook on how to grow short rotation forests. *Swedish University of Agricultural Sciences*. Uppsala. 1992, 298 p.
- Palfi G., Juhasz J. Changements de la feneur des plantes acides amines sous l'effet de la carence en eau et du sol salin. *Agrokemia es talajtan*. 1968. Vol. 17. P. 243–254.
- Sandermann H., Nasse B., Langebartels Ch. Luftreinigung durch Zimmerpflanzen. Eine Beurteilung aus Wissenschaftlicher Sicht. *Manuskript Fur UTECH Berlin'97*. 1997. 11 p.
- Schnitzler J. P., Jungblut T. P., Heller W. et al. Tissue localization of u.v. B - screening pigments and of chalcone synthase m RNA in needles of Scots pine seedlings. *New Phytol.* 1996. Vol. 132. P. 247–258.
- Seagal H. L., Abraham G. I., Matsuzava T. *Biochem. Biophys.* 1968. Vol. 30. P. 63–68.
- Skuodienė L. Medžių būklės vertinimas prolino analizės metodu. *Ekologija*. 1996. Nr. 8. P. 55–63.
- Skuodienė L. Response of *Picea abies* (L.) Karst and *Pinus sylvestris* (L.) to environmental changes. *Biologija*. 1999. Nr. 1. P. 76–79.
- Smaliukas D. *Lietuvos gluosniai (Salix L.). Taksonomija, biologija, fiteconologija, biocheminės savybės ir ištekliai*. Vilnius, 1996. 252 p.
- Thompson I. F., Stewart C. R., Morris C. I. The response of the feather moss, *Pleurozium chreberi*, to 5 years of simulated acid precipitation in the Canadian boreal forest. *Plant Physiol.* 1996. Vol. 41. P. 1579–1584.
- Бритиков Е. А. *Биологическая роль пролина*. Москва, 1975. 87 с.
- Кайрюкшис Л., Скуодене Л. Изучение стрессовых и адаптивных реакций, возникающих у древесных под влиянием их взаимодействия и воздействием промышленных эмиссий. Влияние промышленного загрязнения на лесные экосистемы и мероприятие по повышению их устойчивости. *Тез. докл. ЛумНИИЛХ*. Каунас, Гирёнис, 1984. С. 44–46.
- Проценко Д. Ф., Шматько И. Г., Рубанюк Е. А. Устойчивость озимых пшениц к засухе в связи с их аминокислотным составом. *Физиология растений*. 1968. Т. 15. С. 680–688.

Laima Skuodienė, Audrius Gradeckas

PHYSIOLOGICAL STATE OF WILLOW SPECIES DEPENDING ON THE SITE CONDITIONS

Summary

The physiological state of willow species was investigated by the method of determining the quantity of amino acid

in leaves. Evaluated was the growth and physiological state of *S.viminalis*, the needs of which in soil fertility are high, and *S. daphnoides*, which adapted to grow on poor sandy soil. The experimental plots were established on fertile arable clayey soil, poor sandy soil and cut-lower type peatland fertilized with sewage sludge.

It was determined that the quantity of amino acid in leaves varied according to the site conditions and the adaptivity of the *Salix* species. The growth of *Salix* species was optimal on fertile arable clayey soil fertilized with

sewage sludge: the smallest quantity of amino acid in leaves was noted. The growth conditions were most unfavourable on non-fertilized cut peatland: the content of amino acid in the leaves of *S. viminalis* was by 30% higher than in the fertilized variant. *S. daphnoides*, being not demanding to nutrients and adapted to grow on poor sandy soil, had a much lower content of amino acid in leaves as compared to *S. viminalis* which needs highly fertile soil.

Key words: energy forests, willow species, physiological state, wastewater sludge