

Daugiamečių kiečių (*Artemisia vulgaris* L. ir *Artemisia dubia* Wall.) potencialo biokuro gamybai įvertinimas

Aldona Kryževičienė,

Lina Šarūnaitė,

Vaclovas Stukonis,

Zenonas Dabkevičius,

Žydrė Kadžiulienė

Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro
Žemdirbystės institutas,
Instituto al. 1,
LT-58344 Akademija, Kėdainių r.
El. paštas: akryzeviciene@lzi.lt

Kėdainių rajone, Dotnuvoje, nuo 2007 m. tiriamas paprastųjų kiečių (*Artemisia vulgaris*) ir pavėsinių kiečių (*Artemisia dubia*, sin. *A. codonocephala*) auginimas biokuroi.

Lauko tyrimų duomenys parodė, kad abiejų rūšių kiečiai (sodinti daigais po 40 vnt. į 10 m²) jau pirmaisiais metais intensyviai augo ir vystėsi, vidutinis derlingumas patręštųjų 60 kg ha⁻¹ azoto, atsižvelgus į rūšį, skyrėsi reikšmingai: *A. vulgaris* sausos biomasės buvo 5,6 t ha⁻¹, *A. dubia* – 7,94 t ha⁻¹. Antraisiais metais daugiamečių kiečių produktyvumas padidėjo: patręšus N60 kg ha⁻¹ azoto *A. vulgaris* sausos biomasės buvo 7,23 t ha⁻¹, *A. dubia* – 15,60 t ha⁻¹. Dėl gausesnio tręšimo (N120 kg ha⁻¹ azoto) tik *A. vulgaris* derlingumas padidėjo iki 9,38 t ha⁻¹. *A. dubia* buvo produktyvesni už *A. vulgaris*, nepaisant tręšimo azotu.

Abiejų rūšių kiečiai pasižymi dideliu produktyvumo potencialu jau pirmaisiais ir antraisiais augimo metais bei tinkama biomasės struktūra ir chemine sudėtimi biokuro žaliavai, todėl galima rekomenduoti augini biomasės gamybai.

Raktažodžiai: *Artemisia vulgaris*, *Artemisia dubia*, augimas, biomasė, kietis, produktyvumas, tręšimas, biokuras

ĮVADAS

Didelį biomasės potencialą turinčių augalų paieškas vykdo įvairiose klimato zonose esančių šalių tyrėjai. Švedijoje ir kitose šiauresnio klimato zonoje esančiose šalyse biokuroi rekomenduojama augini sparčiai augančius miško želdinius – žilvičius (*Salix viminalis* L.) ir daugiameses žoles – nendrinius dryžučius (*Phalaris arundinacea* L.) (Larsson, Rosenqvist, 1996; Larsson, Nilsson, 2005). Vidurio Europoje bei šiltesnio klimato zonoje (Danijoje, Vokietijoje, Portugalijoje) atlikti tyrimai parodė, kad biomasės produktyvumu ir tinkamumu biokuro gamybai perspektyvios yra drambliazolė (*Miscanthus* spp.) ir daugiametė sora (*Panicum virgatum* L.) (Lewandowski, Scurlock, Lindwal et al., 2003; Heaton, Voigth, Long, 2004). Kaimyninėje Lenkijoje ir Čekijoje energetiniams tikslams jau daugelį metų tiriamos ir teigiamai vertinamos sida (*Sida hermaphrodita* L.), legėstas (*Silphium perfoliatum* L.) bei rūgštyinės hibridas (*Rumex OK 2* Usteush) (Ust'ak, Petrikova, 2002; Majtkowski, Majtkowska, 2005; Borkowska, Styk, 2006; Borkowska, Lipinski, 2007).

Lietuvoje tyrimų apie augalų parinkimą ir auginimą biokuroi turime mažai. Karklų (gluosnių) panaudojimą biokuro gamybai tyrė Lietuvos miškų instituto ir Botanikos instituto mokslininkai (Daujotas, Kirklys, 1978; Smaliukas, 1996; Gradeckas, 1997; 2001). Lietuvos žemdirbystės institute tirtos daugiametės aukštaūgės žolės ir nustatyta, kad jų sausos

biomasės derlius buvo 6–9 t ha⁻¹, o palankiais metais – iki 12 t ha⁻¹ (Kryževičienė, Navickas, Venslauskas et al., 2007; Jasinskas, Žaltauskas, Kryzeviciene 2008). Šiuo metu Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro (LAMMC) Žemdirbystės institute tiriami daugiamečių žolių energetinę vertę lemiantys veiksniai (Tilvikienė, Butkutė, Dabkevičius ir kt., 2009). Iš LŽI Vokėje tyrimuose lengvose žemėse auginamų gluosnių per pirmuosius trejus metus gauta 5,6 t ha⁻¹ biomasės (Nedzinskas, Nedzinskienė, 2005).

Tyrimais nustatyta, kad parenkant augalų rūšis energetiniams poreikiams tenkinti pirmumas teikiamas ilgamečiams augalams, turintiems didelį produktyvumo potencialą ir gebantiems produkuoti kasmet, todėl sumažėja žaliavos išauginimo sąnaudos, turinčios teigiamą įtaką grynosios energijos balansui (Lewandowski, Scurlock, Lindwal et al., 2003; Heaton, Voigt, Long, 2004).

Daugiamečiai kiečiai (*Artemisia*) Lietuvoje auga natūraliai ir dažni, tačiau mažai tirti (Judžentienė, Buzelytė, 2006) ir iki šiol neturintys specialios paskirties augalai. Tyrimų objektu jie pasirinkti dėl pakankamo prisitaikymo prie klimato sąlygų, gebėjimo kasmet išauginti naujus, tvirtus ir greitai medėjančius stiebus (kurie net ir po sniego dangos išlieka statūs iki pavasario) bei patrauklaus produktyvumo. Netirtos jų biomasės savybės ir potencialas, jos kaupimosi ypatumai vegetacijos metu ir per metus bei nežinomas jų produktyvus amžius.

Kietis (lot. *Artemisia*, angl. *mugwort*) – astrinių (*Asteraceae*) šeimos augalų gentis. Gentyje yra apie 250 rūšių. Lietuvoje auga 11 rūšių, iš jų populiariausias: diamedis (*A. abrotanum*), kartusis kietis arba pelynas (*A. absinthium*), dirvoninis (*A. campestris*), vaistinis kietis arba peletrūnas (*A. dracunculus*) ir paprastasis kietis (*A. vulgaris*). Tiriamos dvi kiečių rūšys – vietinis paprastasis (*A. vulgaris*) ir svetimžemis pavėsinis (*A. dubia*).

Paprastasis kietis *A. vulgaris* L. gausiai paplitęs žemės ūkio naudmenose kaip piktžolė ir atskiromis bendrijomis užleistuose bei netinkamų žemdirbystei plotuose, kartais kietis naudojamas kaip vaistinis ir aromatingas prieskoninis augalas (Galinis, Jankevičienė, Kizienė ir kt., 1980; Gudžinskas, Rašomavičius, 2004).

Pavėsinis kietis (*A. dubia* Wall., sin. *A. codonocepala* Diels.) – reta rūšis, kada ir kaip atkeliavusi į Lietuvą nežinoma (Gudžinskas, 1999). Kilmė – Rytų Azija, Lietuvoje rastas 1988 m. Šie kiečiai išauga iki 2–2,5 m aukščio, labai dekoratyvūs ir kartais aptinkami sodybose darželiuose.

Artemisia genties augalai JAV ir Didžiosios Britanijos paskelbtuose šaltiniuose priskiriami ateities augalams dėl jų plataus pritaikymo maisto pramonėje ir medicinoje (Huxley, 1992; Wright, 2002; Geszprych, 2007). Platų šių augalų pritaikymą sąlygoja juose randamos eterinių aliejų sudėtinės dalys, pasižyminčios retomis insekticidinėmis, antimikrobinėmis bei antiparazitinėmis savybėmis (Kil, Yun, Lee, 1992; Qasem, Foy, 2001). Biomasėje randama ir pluoštinių medžiagų (Morales-Cerdeira, Krans, Mcchesney et al., 1995). Tenka manyti, kad turtinga šios genties augalų cheminė sudėtis lemia ir jų biomasės išskirtinai gerą degimą, kuris jau nuo senų laikų buvo pastebėtas ir augalai buvo naudojami laužų įkūrimui (Johnson, 1862). Plačiau tirtos šios genties rūšys (*A. tridentata* Nutt., *A. cana* Pursh.), išplitusios JAV kalnuotose srityse ir natūraliai sudarančios kelių dešimčių milijonų hektarų plantacijas dykumose ir pusdykumėse (Rittenhouse, Sneva, 1977; Brown, 1982). Jų krūmai (nuo 1–2 iki 5 m aukščio) išgyvena 40–50 ir daugiau metų. Tyrimais nustatyta, kad jų antžeminė dalis ir sėklos yra labai aukštos kokybės pašaras ir labai kaloringas biokuras, siekiantis apie 4 500 kcal kg⁻¹ (Van Epps, Barker, Mckell, 1982; Frandsen, 1983). Taip pat nurodoma, kad šie augalai patys užsisėja ir plinta, nereiklūs maisto medžiagoms ir dirvožemiui, yra pagrindinis maisto šaltinis elniams, avims, zuikiams, tetervinams, antilopėms bei priskiriami invazinių augalų grupei dėl didelio gebėjimo konkuruoti. Jie labai svarbūs ekologiniu požiūriu – išlaikant gyvūnijos ir augmenijos, dirvožemio erozijos ir vandens infiltracijos reiškinių, topografinių ir mikroklimato ypatumų santykį (Spaeth, Pierson, Robichoud et al., 2007). Beje, sauso

ir karšto klimato zonoje esančiose srityse, tokiose kaip JAV Denio ir Nevados dykumose, *Artemisia* genties augalų plitimas yra kontroliuojamas dėl dažnų gaisrų pavojaus (Pierson, Carlson, Spaeth, 2002).

Lietuvoje, esančioje drėgno klimato zonoje, minėti pavojai neturėtų kilti auginant kiečius biokuroi energetinėse plantacijose. Kadangi galima būtų kontroliuoti jų plitimą, koreguojant biomasės nuėmimo laiką arba herbicidais neleidžiant (pvz., paprastiesiems kiečiams) subrandinti sėklų. Jų biomasė tiktų granulių ir briketų gamybai ar kaip tinkamas priedas mažiau degios biomasės savybėms pagerinti. Manoma, kad užleistose ir mažiau tinkamose maistiniams, pašariniams ir perdirbimui skirtiems augalams žemėse įveistos ilgametės kiečių plantacijos, išaugintų daug biokuroi tinkamą masę.

Darbo tikslas – ištirti vietinių ir svetimžemių daugiamečių kiečių rūšių – *A. vulgaris* ir *A. dubia* augimą, vystymąsi, azoto trąšų poveikį jų produktyvumui Lietuvos sąlygomis, nustatyti jų biomasės potencialą.

TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

Bandymai atliekami LAMMC Žemdirbystės institute (iki 2010 m. LŽI) Dotnuvoje (55°24'N), Bandymų skyriaus lauke. Dirvožemis lengvas, smėlis ant smėlio su smulkių akmenų priemaiša, artimas smėlžemio tipui *Arenosols* pagal Lietuvos dirvožemių klasifikaciją (Mažvila, Vaičys, Buivydaite, 2006). Šiems bandymams parenkant dirvožemį orientuotasi į energetinių augalų plantacijų rengimą mažiau žemdirbystei tinkamuose šalies plotuose. Dirvožemis neutralus, giliau šarminis, pH_{KCl} – 8–8,2, humuso buvo apie 2 % (1 lent.). Viršutinis dirvožemio sluoksnis pagal jame rasto bendro azoto, judriųjų fosforo ir kalio kiekius buvo vidutinio turtingumo. Dirvožemio cheminės analizės atliktos LŽI Agrocheminių tyrimų centre, Kaune.

Vietinės kilmės paprastųjų (*A. vulgaris*) ir svetimžemių pavėsinių (*A. dubia*) kiečių populiacijų augalai pasodinti 2007 m. gegužės pradžioje. Paprastųjų kiečių sodinukai, išaugę natūraliai iš sėklų ir turintys po 2–4 tikruosius lapelius, surinkti iš gretimų pasėlių. Pavėsiniai kiečiai Lietuvoje nesubrandina sėklų, todėl jų sodinukai paruošti susmulkinus šakniastiebius bei kerus ir atrinkus dalis su 2–4 lapelius turinčiais daigais. Pradinė šių kiečių sodinamoji medžiaga gauta iš augalų mėgėjo Sigito Obelevičiaus (jų pirminė augavietė nurodyta Radviliškio r. pageležiunkelio zona). Priešėlis buvo trečių metų raudonieji dobilai, juos suarus anksčiau pavasarį, kultivatoriumi bei akėčiomis paruošta dirva kiečių sodinimui. Abiejų rūšių kiečiai buvo auginami greta,

1 lentelė. Dirvožemio charakteristikos

Table 1. Soil characteristics

Dirvožemio gylis cm Soil depth, cm	N % bendrasis Total N, %	C _{org.}	P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	K ₂ O mg kg ⁻¹	pH _{KCl}
0–30	0,15–0,16	1,25–1,57	81–108	154–171	8,0–8,2
30–60	0,08–0,10	0,69–0,89	36–62	78–107	8,0–8,2

pasodinti trijose 10 m ilgio eilėse, trimis pakartojimais. Atstumai tarp eilių ir tarp augalų eilėse buvo 0,5 m, sodinti 4 augalai 1 m² arba 40 000 augalų hektare. Apskaitinis laukelis pirmaisiais metais buvo 15 m² (10 m ilgio ir 0,5 m pločio × 3 eilės), augalams prigijus, pradiniam augimui buvo išberta 400 kg ha⁻¹ kompleksinių ARVI trąšų (N₁₆P₁₆K₁₆). Antraisiais metais, susiformavus pasėliams, kiekvienoje eilėje augantys kiekiai (apskaitinis laukelis 5 m²) buvo skirtingai tręšti azoto trąšomis (N₀, N₆₀, N₁₂₀ kg ha⁻¹), tręšimo variantai išdėstyti atsitiktine tvarka – randomizuotai. Vykdyti šie fenologiniai stebėjimai: augalų prigijimas, augimas, krūmijimasis, žydėjimas, sėklų brendimas, žiemojimas, vegetacijos atsinaujinimas. Augalų aukščio kitimui įvertinti matavimai atlikti kas mėnesį (birželio, liepos, rugpjūčio ir rugsėjo paskutinę savaitę) vertinant po 9 augalus kiekviename variante visuose pakartojimuose pirmaisiais metais, po 5 augalus antraisiais metais. Stiebų storis ir skaičius kvadratiname metre nustatytas vegetacijai baigiantis.

Augalų vystymuisi ir biomasės prieaugiui daug įtakos turėjo labai kontrastingos meteorologinės oro sąlygos. Lyginant 2007 ir 2008 metų ir vidutinius 1924–2008 m. Dotnuvos meteorologijos stoties duomenis, ryškėja klimato kaitos požymiai: beveik visų mėnesių vidutinė oro temperatūra buvo aukštesnė už daugiamečių vidurkį (2 lentelė). Ankstyvas

2007 m. pavasaris buvo labai palankus augalų sodinimui ir augimui. Drėgmės augalams truko gegužės ir birželio pirmas 2 dekadas, per pastarąją iškrito tik 26,5 mm kritulių, tuo tarpu minėto laikotarpio vidutinis daugiamečių vidurkis buvo 40 mm. Birželio kritulių kiekis buvo pakankamas, tačiau jų pasiskirstymas buvo labai netolygus. Vėliau pakako ir šilumos, ir kritulių.

2007–2008 m. žiema buvo švelni ir besniegė, augalai gerai peržiemojo ir anksti pradėjo vegetuoti. Kovo pradžioje ir pabaigoje oro temperatūra dienomis pakildavo iki 14 °C, tačiau naktimis dar ir gegužę pasitaikė šalnų. Drėgmės pradėjo trūkti jau pavasarį, per gegužę iškrito tik 25 % normos, hidroterminis koeficientas (HTK) pagal G. Selianinovą, reiškiantis kritulių sumos per laikotarpį, kai temperatūra buvo aukštesnė kaip +10 °C, ir to paties laikotarpio efektyvių temperatūrų sumos santykį, buvo tik 0,4 (norma 1,4). Produktivos drėgmės atsargos laidžiame dirvožemyje birželį ir liepą visuose sluoksniuose buvo artimos kritinėms arba kritinėms. Šių sausų metų vegetacijos periodu kiekiai antroje vasaros pusėje nustojo augti, kai kurių augalų nudžiūvo viršūnėlės.

Biomasės derliui nustatyti augalai vegetacijos pabaigoje (2007 m. spalio 18 d., 2008 m. spalio 10 d.) buvo nupjauti krūmų žirkklėmis ir žalia biomasė pasverta. Sausos biomasės

2 lentelė. Temperatūra ir kritulių kiekis vegetacijos laikotarpiu

Table 2. Temperature and precipitation during the vegetation period

Dotnuvos agrometeorologinės stoties duomenys / Data of Dotnuva Agrometeorological station

Mėnuo / Month	Oro temperatūra °C / Air temperature, °C						
	2007 m.			2008 m.			1924–2008 m. vidutinė Mean
	Vidutinė / Mean	Maksimali Maximal	Minimali Minimal	Vidutinė / Mean	Maksimali Maximal	Minimali Minimal	
Sausis / January	1,0	11,4	-19,4	0,5	6,0	-14,7	-4,8
Vasaris / February	-7,4	3,2	-22,2	2,2	8,7	-9,4	-4,5
Kovas / March	5,2	16,0	-2,0	2,6	14,5	-5,5	-0,8
Balandis / April	6,9	23,1	-3,2	8,8	20,9	-0,1	5,8
Gegužė / May	13,5	30,4	-2,0	12,2	23,7	1,7	12,2
Birželis / June	17,6	27,0	6,8	16,1	26,0	6,4	15,6
Liepa / July	17,2	30,8	8,5	18,2	28,2	9,3	17,6
Rugpjūtis / August	18,7	32,0	6,3	18,0	28,6	8,8	16,7
Rugsėjis / September	12,8	23,2	3,9	12,1	29,3	2,3	12,0
Spalis / October	7,7	17,0	-0,2	8,9	16,4	-0,6	6,8

Mėnuo / Month	Kritulių kiekis mm / Precipitation, mm				
	2007 m.		2008 m.		1924–2008 m. vidutinis per mėn. / Mean per month
	Per mėnesį Per month	HTK / HTC	Per mėnesį Per month	HTK / HTC	
Sausis / January	88,3	–	68,8	–	30,1
Vasaris / February	25,7	–	31,1	–	25,4
Kovas / March	23,6	–	53,4	–	28,2
Balandis / April	15,8	0,0	38,7	–	37,2
Gegužė / May	98,2	1,8	13,2	0,4	52,5
Birželis / June	61,5	1,2	49,2	1,0	61,1
Liepa / July	118,1	2,2	47,6	0,8	73,3
Rugpjūtis / August	50,8	0,9	90,8	1,6	73,8
Rugsėjis / September	49,1	1,3	16,0	0,4	51,3
Spalis / October	48,7	1,0	80,4	1,7	49,7

HTK – hidroterminis koeficientas / HTC – Hydrothermal coefficient.

derliui apskaičiuoti iš kiekvieno varianto pakartojimo buvo imti apie 1 kg žalios masės ėminiai, juos pasvėrus masė susmulkinta šakų smulkintuvu PAC A SH Redder 22 000 W ir išdžiovinta +105 °C temperatūroje iki pastovios masės, kuri vėl pasverta. Sausos ir žalios masės svorių santykio procentas rodė sausų medžiagų išėigą (SM) ir buvo naudotas apskaičiuoti sausos biomasės derliui. Cheminėms analizėms imti jungtiniai 3 pakartojimų susmulkintos masės mėginiai ir išdžiovinus + 65 °C temperatūroje sumalti. Analizės atliktos LŽI Cheminių tyrimų laboratorijoje.

Tyrimų duomenys apdoroti EXCEL programa, naudojantis statistinės analizės programų paketo SELEKCIJA programomis ANOVA ir STAT (Tarakanovas, Raudonius, 2003). Pirmų tyrimo metų duomenys apdoroti dispersinės analizės metodu, taikant vieno veiksnio variantą, antrų metų duomenys apdoroti taikant dviejų veiksnų variantą: A veiksnys – augalo rūšis, B veiksnys – azoto trąšos. Antrų metų rezultatų jungtinė dispersinė analizė buvo atliekama siekiant įvertinti šių, pirmą kartą auginamų, augalų rūšies ir tręšimo azotu sąveikos esmę. Esmingumui nustatyti naudotas Fišerio kriterijus. Esminiams skirtumams tarp dviejų variantų esmingumui įvertinti apskaičiuotas mažiausias esminis skirtumas R_{05} . Darbe vartoti simboliai: R_{05} – patikimo skirtumo riba esant 95 % tikimybės lygiui; $\bar{x} \pm S\bar{x}$ – derliaus vidurkis ir vidurkio vidutinė kvadratinė paklaida, V % – variacijos koeficientas.

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Daugiamečių kiečių augimas ir vystymasis pirmaisiais metais. Abiejų rūšių daugiamečiai kiekiai sodinimo metais (2007) greitai prigijo ir jau gegužę intensyviai augo, mėnesio pabaigoje jų aukščio skirtumai buvo esminiai: *A. dubia* vidutinis aukštis siekė 28,8 cm ir buvo beveik 10 cm didesnis už *A. vulgaris* vidutinį aukštį (3 lent.). Vegetacijos laikotarpiu intensyviausiai abiejų rūšių kiekiai augo birželį. Liepą, esant vėsiems ir lietingiems orams, sparčiau augo *A. vulgaris*, vėliau augimas sulėtėjo ir lapų pažastyse pradėjo formuotis šakos ir žiedynai. Rugsėjo 5 d. nustatyta žydėjimo pradžia, o mėnesio viduryje – masinis žydėjimas. Spalį jau buvo subrendusios šios rūšies kiečių sėklos. *A. dubia* augimas buvo nuoseklus iki pat vegetacijos pabaigos, pavienių augalų aukštis siekė net 2 m, arba vidutiniškai 25 cm jie buvo aukštesni už *A. vulgaris* kiečius. Nors vegetacijos pabaigoje *A. dubia* buvo aukštesni, tačiau žiedus buvo suformavę tik pavieniai augalai ir sėklų neužmezgę. Vegetacijos pabaigoje *A. dubia* kerai buvo tankesni stiebų, stiebai storesni negu *A. vulgaris* kiečių.

Daugiamečių kiečių augimas ir vystymasis antraisiais metais. Daugiamečių kiečių antrųjų metų produktyvumą lemiančių rodiklių (aukščio, stiebų tankio m^2 ir storio) dispersinė analizė parodė kiečių rūšies ir azoto trąšų įtakos biomasės derliui esmingumo lygį (4 lent.). Augalų

3 lentelė. Daugiamečių kiečių aukštis ir išsivystymas pirmaisiais auginimo metais

Table 3. Plant height and development of perennial mugwort during the first growing season

Augalo rūšis / Plant species	Mėnuo / Month				
	Gegužė / May	Birželis / June	Liepa / July	Rugsėjis / August	Rugsėjis / September
	Vidutinis augalų aukštis, cm / Mean plant height, cm				
<i>Artemisia vulgaris</i>	18,4	75,5	131,5	150,0	149,7
<i>Artemisia dubia</i>	28,8**	77,2	118,3	165,9	175,2*
R_{05}/LSD_{05}	3,39	15,99	26,78	32,80	17,36
	Vidutinis stiebų skaičius $1 m^2$ / Mean number of stems per $1 m^2$				
<i>Artemisia vulgaris</i>					24
<i>Artemisia dubia</i>					39,2
R_{05}/LSD_{05}					0,99
	Vidutinis stiebo diametras mm / Mean stem diameter, mm				
<i>Artemisia vulgaris</i>					15,6
<i>Artemisia dubia</i>					19,3*
R_{05}/LSD_{05}					2,45

* ir ** – patikima esant 0,05 ir 0,001 tikimybės lygiui / * and ** – significant at the 0.05 and 0.01 probability levels.

4 lentelė. Daugiamečių kiečių produktyvumo rodiklių antraisiais auginimo metais dispersinė analizė

Table 4. Analysis of variance of perennial mugwort productivity after the second growing season

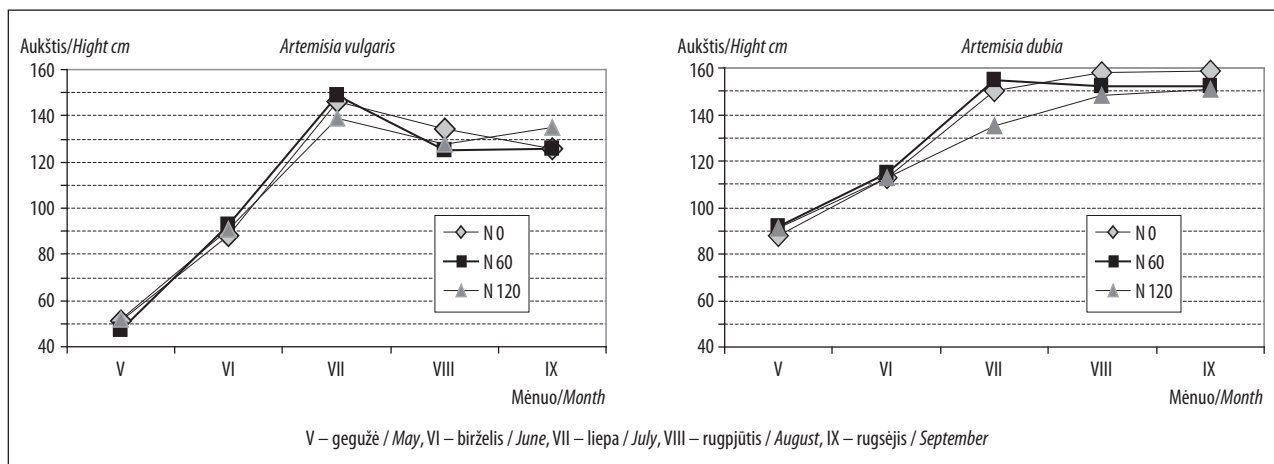
Variacijos kilmė Source of variation	I. l. d. f.	Vidutiniai kvadratai / Mean squares of				
		Aukštis / Height, cm	Stiebų sk. m^2 Number of stems per m^2	Stiebo skersmuo Steam diameter, mm	Žalia biomasė Green biomass, $t ha^{-1}$	Sausa biomasė Dry biomass, $t ha^{-1}$
Variantas / Treatment	5	611,8**	4092,8**	10,2**	191,3**	35,2**
Rūšis / Species	1	2357,6**	19338,9**	6,9*	626,6**	121,3**
N norma / N rate	2	302,4*	502,9**	21,0**	111,6*	14,8
Rūšis \times N norma Species \times N rate	2	48,4	59,6	0,9	53,2	12,5

* ir ** – patikima esant 0,05 ir 0,001 tikimybės lygiui / * and ** – significant at the 0.05 and 0.01 probability levels.

aukščio skirtumai vegetacijos mėnesiais tarp skirtingų rūšių (A veiksnys) buvo esminiai. Labai panašūs rezultatai gauti atlikus analogišką biomasės derlių sąlygojančių kitų parametrų (stiebų tankio m^2 bei jų skersmens) statistinę analizę. Azoto trąšų (B veiksnys) poveikis minėtiems parametrams ir žalios biomasės derliui buvo patikimas ir esminis, tuo tarpu sausos biomasės derliui neesminis. Skirtumus tarp variantų sumažino sausų medžiagų išėiga, kuri buvo didesnė netręštų kiečių biomasėje. Augalo rūšies ir azoto trąšų sąveikos

įtaka kiečių derlingumui buvo nepatikima. Tačiau siekiant pateikti kuo daugiau informacijos apie skirtingų azoto trąšų dozių poveikį dviejų rūšių kiečių augimui, vystymuisi ir produktyvumui, tikslinga gautus rezultatus aptarti detaliau (1 pav. ir 5–6 lent.).

Sėkmingai peržiemoję abiejų rūšių kiečiai antrųjų augimo metų kovo pabaigoje pradėjo vegetuoti, ypač anksti ir intensyviai pradėjo atželti *A. dubia*. Gegužės pabaigoje *A. dubia* buvo per 90 cm aukščio, tuo tarpu tokio aukščio



1 pav. Daugiamečių kiečių aukštis antrųjų augimo metų vegetacijos periodu

Fig. 1. Plant height of perennial mugwort during the second growing season

5 lentelė. Daugiamečių kiečių išsivystymas antraisiais augimo metais

Table 5. Development of perennial mugwort after the second growing season

Augalo rūšis / Plant species	Tręšimo N dozė $kg\ ha^{-1}$ / Nitrogen application rate, $kg\ ha^{-1}$		
	N_0	N_{60}	N_{120}
Vidutinis stiebų skaičius $1\ m^2$ / Mean number of stems per $1\ m^2$			
<i>Artemisia vulgaris</i>	56	76	79
<i>Artemisia dubia</i>	129	140	139
Vidurkis / Mean	92,5	108	109
Veiksny / Factor A $R_{05} / LSD_{05} = 3,016$		Veiksny / Factor B $R_{05} / LSD_{05} = 4,266$	
Vidutinis stiebo diametras mm / Mean stem diameter mm			
<i>Artemisia vulgaris</i>	9,0	8,9	12,4
<i>Artemisia dubia</i>	7,2	8,53	10,8
Vidurkis / Mean	8,1	8,7	11,6
Veiksny / Factor A $R_{05} / LSD_{05} = 0,597$		Veiksny / Factor B $R_{05} / LSD_{05} = 0,844$	

6 lentelė. Daugiamečių kiečių derlingumas pirmisiais ir antraisiais augimo metais

Table 6. Biomass yield of perennial mugwort in the first and second growing years

Augalo rūšis / Plant species	Tręšimo N dozė $kg\ ha^{-1}$ / Nitrogen application rates, $kg\ ha^{-1}$			
	0	60	120	Vidurkis / Mean
Pirmieji augimo metai / The first growing year				
Žalia biomasė $t\ ha^{-1}$ / Green biomass, $t\ ha^{-1}$				
<i>Artemisia vulgaris</i>	–	12,90	–	–
<i>Artemisia dubia</i>	–	21,60**	–	–
R_{05} / LSD_{05}	–	1,434	–	–
Sausa biomasė $t\ ha^{-1}$ / Dry biomass, $t\ ha^{-1}$				
<i>Artemisia vulgaris</i>	–	5,55	–	–
<i>Artemisia dubia</i>	–	7,94*	–	–
R_{05} / LSD_{05}	–	1,483	–	–

* ir ** – patikima esant 0,05 ir 0,001 tikimybės lygiui / * and ** – significant at the 0.05 and 0.01 probability levels.

6 lentelė (tęsinys)
 Table 6 (continued)

Augalo rūšis / Plant species	Tręšimo N dozė kg ha ⁻¹ / Nitrogen application rates, kg ha ⁻¹			Vidurkis / Mean
	0	60	120	
Antrieji auginimo metai / The second growing year				
Žalia biomasė t ha ⁻¹ / Green biomass, t ha ⁻¹				
				Veiksny / Factor B R ₀₅ / LSD ₀₅ = 3,678
<i>Artemisia vulgaris</i>	15,15	15,83	23,26	18,22
<i>Artemisia dubia</i>	23,27	34,37	31,77	30,02
Vidurkis / Mean	19,33	25,33	27,7	24,12
Veiksny / Factor A R ₀₅ / LSD ₀₅ = 2,601	Sąveika / Interaction A × B R ₀₅ / LSD ₀₅ = 5,815			
Sausa biomasė t ha ⁻¹ / Dry biomass, t ha ⁻¹				
				Veiksny / Factor B R ₀₅ / LSD ₀₅ = 1,617
<i>Artemisia vulgaris</i>	7,30	7,15	9,68	8
<i>Artemisia dubia</i>	10,15	15,49	13,66	13,19
Vidurkis / Mean	8,78	11,42	11,58	10,6
Veiksny / Factor A R ₀₅ / LSD ₀₅ = 1,143	Sąveika / Interaction A × B R ₀₅ / LSD ₀₅ = 2,556			

A. vulgaris buvo tik dar praėjus mėnesiui, birželio pabaigoje (1 pav.). Liepos mėnesį abiejų rūšių kiečių augimas buvo sparčiausias, patręšti 60 kg azoto *A. vulgaris* per mėnesį paaugo 46 cm, *A. dubia* – 40 cm. Beje, azoto trąšų pasisavinimą ir jų dozių poveikio stiebų aukščiui nenuoseklius svyravimus galėjo nulėmti drėgmės stygius. Tai patvirtino ir rugpjūtį sustojęs visų augalų augimas bei lapų ir stiebų viršūnių džiūvimas. Dėl šios priežasties augalų aukštis vegetacijai baigiantis sumažėjo. Rugsėjo pabaigoje *A. vulgaris* aukščiausi buvo patręšti N120 kg ha⁻¹. Aukštis *A. dubia*, patręštų N60 ir N120 kg ha⁻¹, buvo panašus. Apskritai, šiais metais (antramečiai) kiečiai buvo apie 15 cm žemesni už praėjusiais metais augusius. Nepaisant sausros, *A. vulgaris* stiebų viršutinėje dalyje formavo šakas ir žiedynus, subrandino sėklas. *A. dubia* ir antraisiais augimo metais sėklų neužmezgė.

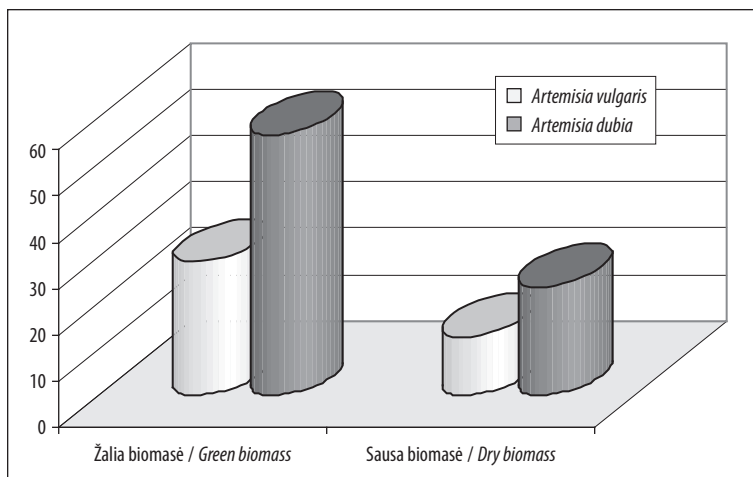
Kiečių rūšys labai skyrėsi gebėjimu formuoti naujus stiebus arba krūmytis, visais tręšimo azotu lygiais *A. dubia* buvo patikimai tankesni stiebų negu *A. vulgaris* (5 lent.). Tręšimas azotu skatino stiebų formavimąsi, tačiau neadekvačiai jo dozėms. Antrais metais stiebų skaičius 1 m² padidėjo apie 3 kartus palyginus su buvusiais pirmais metais. Stiebų skersmenį iš esmės lėmė augalų rūšis, teigiamai jį veikė azoto trąšos, ypač jų dozės.

Biomasės derlius pirmaisiais ir antraisiais auginimo metais. Pirmamečių kiečių biomasės derlių labai akivaizdžiai lėmė augalo rūšis. Vienodomis sąlygomis augusių ir tręštų N60 kg ha⁻¹ azoto, skirtingų rūšių kiečių žalios ir sausos biomasės derliaus skirtumai buvo esminiai. Produktyvesni buvo *A. dubia*, jų žalios biomasės gauta 21,6 t ha⁻¹, sausos biomasės – 7,94 t ha⁻¹, arba 67 ir 43 % daugiau nei *A. vulgaris* (6 lent.).

Antraisiais metais kiečių, nupjautų 2008 m. spalio pradžioje, derlingumą, kaip ir pirmaisiais, lėmė augalo rūšis, tik jų biomasės buvo žymiai daugiau, *A. vulgaris* žalios biomasės derlingumas kito nuo 15,15 iki 23,26 t ha⁻¹, *A. dubia* – nuo 23,27 iki 34,37 t ha⁻¹. Azoto trąšų patikimas ir esminis poveikis nustatytas tik *A. vulgaris* kiečius patręšus 120 kg ha⁻¹, biomasės priedas iki 8 t ha⁻¹ (52 %), palyginus su netręštais kiečiais. Sausos biomasės skirtumai skirtingo tręšimo lygiuose buvo mažesni negu žalios biomasės (iki 27 %) dėl sausųjų medžiagų išėigos, vis dėlto tendencijos trąšų naudai buvo nuoseklios ir patikimos, tačiau neesminės. *A. dubia* didžiausiam sausos biomasės derliui (15,6 t ha⁻¹) antraisiais metais suformuoti pakako mažiau azoto trąšų (60 kg ha⁻¹) negu *A. vulgaris*. Didinant trąšų dozę, kiečių derlius nebedidėjo.

Sudėjus pirmų ir antrų metų kai kurių rūšių daugiamečių kiečių biomasės derlių, tręšiant N60 kg ha⁻¹, *A. dubia* išaugino beveik dvigubai daugiau žalios ir sausos biomasės negu *A. vulgaris* (2 pav.).

Azoto trąšų įtaka daugiamečių kiečių biomasės struktūrai. Abiejų rūšių kiečių lapai panašūs forma ir palyginti smulkūs. Kaip ir daugumos augalų, lapų skaičius ir plotas sudaro augalo asimiliacinį paviršių, turi įtakos jų augimui, vystymuisi ir biomasės derliui. Nepaisant tręšimo lygio, didesnė lapų dalis nustatyta *A. dubia* biomasėje (7 lent.). Lapų masės dalis bendrojoje sausoje biomasėje tarp kiečių skirtingų rūšių skyrėsi vidutiniškai 14 %. Paprastai augalų stiebuose yra daugiau ląstelienos ir mažiau drėgmės negu lapuose, tai ypač svarbios biomasės, kaip žaliavos biokurui, savybės. Pagal stiebų ir lapų santykį tinkamesnė žaliava biokurui buvo *A. dubia*, tręštų N60 kg ha⁻¹, o *A. vulgaris* – tręštų N120 kg ha⁻¹. Apskaičiuotas lapų ir stiebų dalies bendrojoje



2 pav. Daugiamečių kieklių, dauginėtų vegetatyviniu būdu, derlingumas per dvejus metus t ha⁻¹

Fig. 2. Total biomass yield of perennial mugwort, propagated by vegetative method, per two years, t ha⁻¹

7 lentelė. Daugiamečių kieklių biomasės struktūra pasibaigus antriesiems auginimo metams

Table 7. Biomass structure of perennial mugwort after the second growing season

Augalo rūšis / Plant species	Tręšimo N dozė kg ha ⁻¹ / Nitrogen application rates, kg ha ⁻¹				
	0	60	120	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V %
Lapų masės procentas sausoje biomasėje / Leaf percentage in dry biomass					
<i>Artemisia dubia</i> Wall.	60,51	41,76	48,65	50,31 ± 5,48	18,8
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	41,88	34,77	32,32	36,32 ± 2,87	13,7
Stiebų masės procentas sausoje biomasėje / Stem percentage in dry biomass					
<i>Artemisia dubia</i> Wall.	39,50	58,24	51,35	49,70 ± 5,47	19,0
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	58,12	65,23	67,68	63,68 ± 2,87	7,8

biomasėje variacijos koeficientas *A. dubia* (V = 18,8–19 %) rodo vidutinę variaciją, sąlygotą tręšimo azotu lygio, tuo tarpu *A. vulgaris* biomasės struktūros svyravimai mažesni ir tai rodo mažesnis variacijos rodiklis.

Biomasės cheminė sudėtis. Augalų biomasę sudaro visas kompleksas cheminių elementų, turinčių daugiau ar mažiau įtaką iš jų gaminamo biokuro energetinėms savybėms, pvz., biodujų išeiga priklauso nuo anglies ir azoto kiekių ir jų santykio biomasėje (Tilvikienė, Butkutė, Dabkevičius ir kt., 2009). Kieto kuro šilumingumas tiesiogiai priklauso nuo ląstelienos kiekio (Kryževičienė, Žaltauskas, Jasinskas, 2005). Kiečių biomasėje ląstelienos, išplautos neutraliame (NDF) ir rūgščiame (ADF) medžiagos tirpale, buvo daug, atitinkamai 78 ir 68 %, ypač *A. dubia* (8 lent.). *A. vulgaris* biomasėje ląstelienos buvo apie 5 % mažiau. Pagrindinių elementų koncentracija skirtingų rūšių kiečių biomasėje taip pat skyrėsi. Bendrojo azoto koncentracija buvo didesnė *A. vulgaris* biomasėje, kaip ir jų poreikis azoto trąšoms. Abiejų rūšių kiečių biomasėje rastas sieros santykinis kiekis buvo mažiausias,

palyginus su kitų greta plantacijoje tirtų augalų. Organinės anglies koncentracija abiejų rūšių kiečių biomasėje skyrėsi tik 1 %. Pelenų santykinis kiekis bendrojoje sausoje biomasėje nesiekė net 5 %, ypač mažai pelenų (tik 2,6 %) nustatyta sudeginus *A. dubia* biomasę.

Apibendrinant duomenis, galima teigti, kad abiejų tirtų rūšių kiekiai Lietuvos klimato sąlygomis per pirmuosius dvejus auginimo metus (vieneri iš jų sausi) buvo pakantūs drėgmės stygiui ir nereiklūs azoto trąšoms. Daugiamečių kiečių derlingumą pirmuosius dvejus metus lėmė jų rūšis, derlingesni buvo pavėsiniai kiekiai (*Artemisia dubia*). Azoto trąšų poveikis didesnis žalios biomasės derliui negu sausos biomasės. Toks daugiamečių kiečių potencialas prilygsta biokurui augintų įvairios rūšinės sudėties daugiamečių žolynų produktyvumui bei jį lenkia, taip pat abi jų rūšys gali būti rekomenduojamos auginimui biokuro žaliavų bazei kurti. Tolesni kiečių tyrimai leis išplėsti duomenų bazę, jų analizę, taip pat jų auginimo ir tinkamumo energetikos tikslams galimybes, palyginti su kitais augalais.

8 lentelė. Daugiamečių kieklių antžeminės dalies sausos biomasės cheminė sudėtis

Table 8. Chemical composition of perennial mugwort aboveground biomass parts

Augalo rūšis / Plant species	%						
	N	C	S	NDF	ADF	Pelenai / Ash	Ligninas / Lignine
<i>Artemisia vulgaris</i>	0,63	47,2	0,062	67,6	62,7	4,29	16,8
<i>Artemisia dubia</i>	0,38	48,2	0,079	78,1	67,7	2,63	12,3

NDF – ląsteliena, išplauta neutraliame tirpale / Neutral detergent fibre, ADF – ląsteliena, išplauta rūgščiame tirpale / Acid detergent fibre.

IŠVADOS

Lietuvos žemdirbystės institute 2007 ir 2008 m. vykdytų paprastųjų (*Artemisia vulgaris* L.) ir pavėsinių kiečių (*Artemisia dubia* W.) tyrimų duomenys leidžia daryti tokias išvadas:

1. Abiejų rūšių kiečiai pasižymi dideliu produktyvumo potencialu jau pirmaisiais ir antraisiais auginimo metais. Biomasės struktūra ir cheminė sudėtis yra tinkami biokuro žaliavai, todėl gali būti rekomenduojami auginti energetikos poreikiams tenkinti.

2. Azoto trąšų didesnę poreikį turėjo *Artemisia vulgaris* L., jų antrų metų didžiausias derlingumas buvo patinęs N 120 kg ha⁻¹ (9,38 t ha⁻¹ sausos biomasės), o *Artemisia dubia* W. optimali tręšimo azotu dozė buvo N 60 kg ha⁻¹ (15,49 t ha⁻¹ sausos biomasės).

Gauta 2009 06 03
Priimta 2009 10 20

Literatūra

- Borkowska H., Lipinski W. Zawartość wybranych pierwiastków w biomasie kilku gatunków roślin energetycznych. *Acta Agrophysica*. 2007. Vol. 10(2). P. 287–292.
- Borkowska H., Styk B. *Slazowiec pensylwanski (Sida hermaphrodita Rusby) Uprawa i wykorzystanie*. Liublin, 2006. 69 p.
- Brown J. K. *Fuel and Fire Behavior Prediction in Big Sagebrush*. Research paper INT-290. Ogden, Utah: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, 1982. 10 p.
- Daujotas M., Kirklys A. Karklų plantacijų produktyvumas antrąmetėje plantacijoje. *Lietuvos miškų ūkio mokslinių tyrimų instituto darbai*. 1978. Vol. 28. P. 108–110.
- Frandsen W. H. Modeling big sagebrush as a fuel. *Journal of Range Management*. 1983. Vol. 36(5). P. 596–600.
- Galinis V., Jankevičienė R., Kizienė B. ir kt. *Lietuvos TSR flora*. Vilnius: Mokslas, 1980. T. 6. P. 115–117.
- Geszprych A. Diversity of wormwood (*Artemisia absinthium* L.) growing wild in Mazury area in respect of the content and composition of the essential oil. *Zeszyty problemowe postepow nauk rolniczych*. 2007. Vol. 517(1). P. 317–324.
- Gradeckas A. Gluosnių parinkimas energetinėms plantacijoms mineralinius dirvožemius tręšiant vandenvalos nuosėdomis. *Miškininkystė*. 1997. T. 2(40). P. 59–65.
- Gradeckas A. Vandenvalos nuotėkų nuosėdų paskleidimo būdų įtaka gluosnių energetiniams želdiniams išeksploatuotuose durpynuose. *Ekologija*. 2001. Nr. 4. P. 39–44.
- Gudžinskas Z. *Lietuvos induočiai augalai*. Vilnius, 1999. 212 p.
- Gudžinskas Z., Rašomavičius V. Kelis lietuviškus pavadinimus turinčių augalų genčių nomenklatūra ir jos normavimo principai. *Botanica Lithuanica*. 2004. Suppl. 6. P. 3–18.
- Heaton E., Voigt T., Long S. A quantitative review comparing the yields of two candidate C₄ perennial biomass crops in relation to nitrogen, temperature and water. *Biomass and Bioenergy*. 2004. Vol. 27(1). P. 21–30.
- Huxley A. *The new RHS Dictionary of Gardening*. Macmillan Press, 1992. 290 p.
- Jasinskas A., Zaltauskas A., Kryzevičienė A. The investigation of growing and using of tall perennial grasses as Energy crops. *Biomass and Bioenergy*. 2008. Vol. 32(11). P. 981–987.
- Johnson C. P. *The Useful Plants of Great Britain*. London: Robert Hardwicke, 1862. 324 p.
- Judžentienė A., Buzelytė J. Šiaurės Lietuvoje augančio paprastojo kiečio (*Artemisia vulgaris* L.) eterinių aliejų cheminė sudėtis. *Chemija*. 2006. T. 17(1). P. 12–15.
- Kryzevičienė A., Navickas K., Venslauskas K. et al. Energy potential for reed canary grass as energy crops in organic agriculture in Lithuania. *Grassland Science in Europe*. 2007. Vol. 18. P. 587–590.
- Kryzevičienė A., Žaltauskas A., Jasinskas A. Daugiamečių žolių auginimas ir panaudojimas biokurui. *Žemės ūkio mokslai*. 2005. Nr. 1. P. 40–49.
- Kil B. S., Yun K., Lee S. Y. Influence of *Artemisia princeps* var. *orientalis* components on callus induction and growth. *Journal of Chemical Ecology*. 1992. Vol. 18. P. 1455–1500.
- Larsson S., Rosenqvist H. *Willow Production in Sweden – Politics, Cropping Development and Economy*. Svalof Weibull AB, Sweden, 1996. 8 p.
- Larsson S., Nilsson C. A remote sensing methodology to assess the costs of preparing abandoned farmland for energy crop cultivation in northern Sweden. *Biomass and Bioenergy*. 2005. Vol. 28(1). P. 1–5.
- Lewandowski I., Scurlock J. M. O., Lindwal E. et al. The development and current status of perennial rhizomatous grasses as energy crops in the US and Europe. *Biomass and Bioenergy*. 2003. Vol. 25(4). P. 335–361.
- Majtkowski W., Majtkowska G. The natural and technical resources of botanical garden of PBAI in Bydgoszcz as a basis for renewable Energy education. *Bulletin of Botanical Gardens*. 2004. Vol. 13. P. 151–153.
- Mažvila J., Vaičys M., Buivydaitė V. V. *Dirvožemių makromorfologinė diagnostika*. Lietuvos žemdirbystės institutas, 2006. P. 34–46, 119–130.
- Moraes-Cerdeira R. M., Krans J. V., Mcchesney J. D. et al. Cotton fiber as a substitute for agar support in tissue culture. *Hortscience*. 1995. Vol. 30(5). P. 955–972.
- Nedzinskas A., Nedzinskienė T. L. Trumpos apyvartos gluosnių (*Salix*) auginimas priesmėlio dirvožemyje. *Žemdirbystė-Agriculture*. 2005. T. 3(91). P. 69–79.
- Pierson F. B., Carlson D. H., Spaeth K. E. Impacts of wildfire on soil hydrologic properties of steep sagebrush-steppe rangeland. *International Journal of Wildland Fire*. 2002. Vol. 11. P. 145–151.
- Qasem J. R., Foy C. L. Weed allelopathy, its ecological impacts and future prospects: A review. *Journal of Crop Production: Agricultural Management in Global Context*. 2001. Vol. 4. P. 43–119.

29. Rittenhouse L. R., Sneva F. A. technique or estimating big sagebrush production. *Journal of Range Management*. 1977. Vol. 30. P. 68–70.
30. Smaliukas D. *Lietuvos gluosniai (Salix L.)*. Vilnius, 1996. 252 p.
31. Spaeth K. E., Pierson F. B., Robichaud P. R. et al. Hydrology, erosion, plant and soil relationships after rangeland wild-fire. *USDA Forest Service RMRS-P-47*. 2007. P. 62–68.
32. Tarakanovas P., Raudonius S. *Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT*. Akademija (Kėdainių r.), 2003. 57 p.
33. Tilvikienė V., Butkutė B., Dabkevičius Z. ir kt. Nendrinų eraičinų ir paprastųjų šnažolių biomasės kaita plaukėjimo bei žydėjimo tarpsniais. *Žemdirbystė-Agriculture*. 2009. T. 96(2). P. 138–150.
34. Ust'ak S., Petrikova V. Hybrid sorrel of Uteush as a new perspective crops for feed, food and bioenergy production. *Proceedings of the Second International Conference on Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry*. Institute of Botany, Chinese Academy of Science. 2002. Vol. 2. P. 1390–1395.
35. Van Epps G. A., Barker J. R., Mickell C. M. Energy biomass from Large Rangeland shrubs of the Intermountain USA. *Journal of Range Management*. 1982. Vol. 35(1). P. 22–25.
36. Wright C. W. *Artemisia. Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles*. CRC Press, 2002. 362 p.

Aldona Kryževičienė, Lina Šarūnaitė, Vaclovas Stukonis, Zenonas Dabkevičius, Žydrė Kadžiulienė

ASSESSMENT OF PERENNIAL MUGWORT (*ARTEMISIA VULGARIS* L. AND *ARTEMISIA DUBIA* WALL.) POTENTIAL FOR BIOFUEL PRODUCTION

Summary

Cultivation of perennial mugwort *Artemisia vulgaris* and *Artemisia dubia*, sin. *Artemisia codonocephala*, designed for biofuel production has been studied at the Lithuanian Institute of Agriculture in Dotnuva since 2007.

Data from the field experiments suggest that mugwort of both species (planted at a rate of 40 plants 10 m⁻²) grew and developed intensively already in the first year; the average productivity of plants, fertilised with nitrogen at a rate of 60 kg ha⁻¹, significantly differed between the species: *A. vulgaris* produced a dry biomass yield of 5.60 t ha⁻¹ and *A. dubia* 7.94 t ha⁻¹. In the second year, the productivity of mugwort increased: fertilization with 60 kg ha⁻¹ nitrogen of *A. vulgaris* produced a dry biomass yield of 7.23 t ha⁻¹ and of *A. dubia* 15.60 t ha⁻¹. More abundant nitrogen fertilization (120 kg ha⁻¹) increased only the productivity of *A. vulgaris* up to 9.4 t ha⁻¹. *A. dubia* was more productive than *A. vulgaris*, irrespective of the nitrogen fertilization level.

Both mugwort species were characterised by a high productivity potential already in the first and second years of cultivation, and their biomass structure and chemical composition well suited for biofuel production. These facts allow us to recommend them for cultivation for biomass production.

Key words: *Artemisia vulgaris*, *Artemisia dubia*, growth, biomass, mugwort, productivity, fertilization, biofuel