

**Daudzfunkcionālu enerģētisko augu plantāciju ierīkošana un
apsaimniekošana: zālaugu ražība atšķirīgos mēslojuma fonos**
*Establishment and Management of Multifunctional Energy Plant Plantations:
Perennial Grasses Productivity using Different Fertiliser Types*
Sarmīte Rancāne¹, Dagnija Lazdiņa², Iveta Gūtmane¹, Pēteris Bērziņš¹, Vija Stesele¹,
Ieva Dzene¹

¹LLU aģentūra, Zemkopības zinātniskais institūts, ²LVMI „Silava”
E-pasts: sarmite.rancane@inbox.lv

Abstract. Environmental protection and decreasing resources of non-renewable energy lead to increasing interest in energy acquisition from renewable resources. Energy crop plantations, where in one place there are cultivated agricultural crops and trees, are an alternative way for feedstock obtaining in renewably energy production. This type of farming – sustainable agroforestry – significantly expands the range of production and provides even more turnover of finances. At the same time the successful management of waste product enlarged amount is very important. With the aim to explore the use of by-products in energy crop biomass increasing, field trials were established in 2011 at the Research Institute of Agriculture „Skriveri” in collaboration with Latvian State Forestry Research Institute „Silava” within the framework of the ERDF Project. The project is focusing on the study of various fast-growing deciduous tree species with and without perennial grass growing between the trees, as well as herbaceous energy crops. The objective of this research was to evaluate the grass biomass yield using different bio-energy and municipal waste products as fertilisers with the aim to promote nutrient recycling. Reed canary grass (*Phalaris arundinacea* L.), festulolium (*Festulolium* Asch., Graebn.) and goos grass (*Galega orientalis* Lam.) sward condition and biomass yield were investigated using mineral and different organic fertilisation treatments – sewage sludge, biogas digestate and wood ash. Doses of organic fertilisations were calculated to provide similar amount of plant available potassium (K_2O) from each fertiliser. Trial results of first sward production year showed significant dry matter yield dependence on used grass species and fertiliser.

Keywords: biomass yield, fertilisation, perennial grasses, renewable energy.

Ievads

Pieaugošais enerģijas patēriņš, ierobežotie fosilā kurināmā krājumi, kā arī vides piesārņojums rada aizvien lielāku interesi par atjaunojamo energoresursu (AER), tajā skaitā biomasas, izmantošanu enerģijas ražošanai. Galvenie AER Latvijā ir biomasas (koksne). Latvijas koksnes potenciālu kopumā nosaka tas, ka 45% valsts teritorijas aizņem meži, to platība ir 2923.2 tūkst. ha. Vidēji uz vienu iedzīvotāju Latvijā ir 1.25 ha meža, kas ir 4.5 reizes vairāk nekā vidēji Eiropā (Atjaunojamo energoresursu, 2006).

Lai nodrošinātu koksnes izmantošanas ilgtspējību, tās ieguvei nevajadzētu pārsniegt koksnes resursu atjaunošanās iespējas. Tādēļ līdzās koksnes izmantošanai mežaudzēs tiek meklēti citi biomasas ieguves veidi; viens no perspektīviem virzieniem ir enerģētisko plantāciju ierīkošana neapsaimniekotajās platībās. Tās aizaug ar mazvērtīgiem augiem, līdz ar to samazinās bioloģiskā daudzveidība, teritoriju ainaviskā, ekonomiskā un ekoloģiskā vērtība.

Šādās teritorijās ierīkotām plantācijām, kurās kombinēti audzē kokaugus un kultūraugus dažādiem mērķiem, ir vairākas priekšrocības – tās nodrošina ilgtspējīgu saimniekošanas sistēmu, ievērojami paplašina iegūstamās produkcijas spektru un izlīdzina finanšu līdzekļu apriti. Pasaulē un Eiropā jau kopš pagājušā gadsimta 80. – 90. gadiem šāds saimniekošanas veids ir pazīstams ar terminu „ilgtspējīga lauku mežsaimniecība”, kas nozīmē iedzīvotāju ekoloģisko, ekonomisko un sociālo vajadzību apmierināšanu. Tas ir kopīgs apzīmējums zemes un tehnikas izmantošanas sistēmai, kur vienuviet kopā ar lauksaimniecības kultūraugiem un/vai dzīvniekiem tiek kultivēti arī koki. Šajā sistēmā

pastāv ekoloģiska un ekonomiska, kā arī kulturāla mijiedarbība (Lundgren, Raintree, 1982).

Lauku mežsaimniecības priekšrocība ir paaugstināta resursu izmantošanas efektivitāte, augi mazāk konkurē savā starpā barības vielu ziņā, kokus mazāk ietekmē ilgstošie sausuma periodi, līdz ar to tiek nodrošināti stabili ikgadēji biomasas pieaugumi un lauku mežsaimniecība ir bioloģiski produktīvāka, ekonomiski izdevīgāka un daudz ilgtspējīgāka nekā mežsaimniecības vai lauksaimniecības monokultūras.

Lai kāpinātu biomasas pieaugumus, plantācijās kā mēslošanas līdzekļus ir lietderīgi izmantot dažādus atkritumproduktus – notekūdeņu dūņas, digestātu un koksnes pelnus. To apjomi beidzamajos gados līdz ar atjaunojamās enerģijas ražošanas pieaugumu strauji palielinās, tāpēc svarīgi tiem rast pielietojumu. Minētie produkti satur ķīmiskos elementus ar vērā ņemamu mēslošanas līdzekļu vērtību. Dūņas ir bagātīgs slāpekļa (N) un fosfora (P) avots. Digestāts ir anaerobās raudzēšanas galaprodukts, tas ir līdzīgs vircai un satur daudzus augu augšanai nozīmīgus mikro- un makroelementus. Digestātā ir daudz minerālā slāpekļa, pārsvarā augiem viegli izmantojamā amonija formā. Tādēļ digestāts ir labs augu barības elementu avots un izmantojams kā efektīvs mēslošanas līdzeklis kultūraugiem. Digestātā esošās organiskās frakcijas var veicināt augsnes organisko vielu apriti, sekmējot bioloģisko, ķīmisko un fizikālo augsnes īpašību uzlabošanu (Makadi et al., 2012).

Pelni ir bagātīgs kālija (K), kalcija (Ca), sēra (S), kā arī hlora (Cl) un silīcija (Si) avots (Insam et al., 2009). Visi minētie elementi ir nozīmīgi augu dzīvē, taču tradicionāli pelni galvenokārt tiek lietoti kā K un Ca mēslojums. Kālijs ir otrs nozīmīgākais makroelements aiz slāpekļa. Pelnus lietderīgi izmantot skābākās augsnēs, jo tie paaugstina augsnes pH līmeni. Pētījumi apliecina pelnu pozitīvu ietekmi uz augsnes struktūru, aerāciju, ūdens uzturēšanas un katjonu apmaiņas kapacitāti (Wallingford, 1980).

ERAF projekta ietvaros 2010. – 2011. gadā Skrīveros tika ierīkota daudzfunkcionāla plantācija ar mērķi izveidot bioloģiski daudzveidīgus, ekonomiski efektīvus dažādu kokaugu un zālaugu stādījumu un sējumu modeļus koksnes un nekoksnes produktu nepārtrauktai ieguvei, lai nodrošinātu atjaunojamās enerģijas izejvielu bāzi un veiktu rekomendāciju izstrādi plantācijā iegūtu produktu izmantošanas rezultātā radušos blakusproduktu (pelnu, digestāta) lietošanai plantāciju produktivitātes kāpināšanā, veicot barības vielu atgriešanu bioloģiskajā aprītē.

Projekta ietvaros tika pētīti dažādi kokaugi: kārkli, papeles, melnalkšņi, baltalkšņi, hibrīdie alkšņi, bērzi, saldie ķirši, apses, liepas, kļavas u.c. Inovatīvs risinājums plantāciju izveidē ieguldīto līdzekļu ātrākai aprītei ir daudzgadīgo zālaugu audzēšana koku pasējā. Plantācijā izmēģinājumos iekļauti daudzgadīgie zālaugi: miežabrālis (*Phalaris arundinacea* L.), auzeņairene (\times *Festulolium* Asch., Graebn.) un galega (*Galega orientalis* Lam.). Pētījumos Latvijā, kā arī mūsu kaimiņvalstī Lietuvā šīs sugas atzītas par potenciāli piemērotām bioenerģijas ieguvei, jo tās ir ilggadīgas un ražīgas (Tilvikiene et al., 2010; Adamovičs et al., 2011).

Šajā rakstā apskatīti pirmie rezultāti zālaugu audzēšanā. Pētījuma mērķis bija novērtēt atšķirīgu mēslojumu veidu ietekmi uz daudzgadīgo zālaugu biomasas ražu. Kā mēslošanas līdzekļi izmantoti minerālmēsli un dažādi blakusprodukti: notekūdeņu dūņas, koksnes pelni un digestāts.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumi iekārtoti 2011. gadā Skrīveros, LLU Zemkopības zinātniskā institūta laukos. Augsnes reakcija vāji skāba – vidējais pH KCl – 6.1 (5.5 – 7.1). Oglekļa (C) saturs augsnes aramkārtā – 21.3 – 25.4 g kg⁻¹. Izmēģinājumu laukā ļoti labs nodrošinājums ar fosforu – augiem viegli izmantojamā fosfora saturs vidēji ir 277.1 mg kg⁻¹ P₂O₅ (244 – 325 mg kg⁻¹). Augiem viegli izmantojamā kālija saturs vidējs – 136.8 mg kg⁻¹ K₂O (102 – 155 mg kg⁻¹).

Pirms sējumu un stādījumu ierīkošanas augsnē iestrādāti mēslošanas līdzekļi šādos variantos: notekūdeņu dūņas – 10 t ha⁻¹ sausnas; koksnes pelni – 6 t ha⁻¹; digestāts – 30 t ha⁻¹. Zālaugu mēslošanā tika iekļauts arī variants ar minerālmēslojumu – 480 kg ha⁻¹ amofosa (5 – 10 – 25). Minētie mēslošanas varianti salīdzināti ar kontroli, kur netika lietots nekāda veida mēslojums.

Zālaugiem mēslošanas līdzekļu normas izvēlētas ar aprēķinu, lai visos variantos augsnē tiktu ienests līdzvērtīgs daudzums augiem viegli izmantojamā kālija (K₂O – 120 kg ha⁻¹ gadā). Tā kā notekūdeņu dūņas satur maz kālija, tad to deva aprēķināta, ņemot vērā vidējās N lietošanas normas lauksaimniecības kultūraugiem. 1. tabulā parādītas galveno augu barības elementu (NPK) gada devas, ko nodrošināja katra mēslošanas līdzekļa lietošana.

Zālaugi: miežabrālis – 15 kg ha⁻¹, niedru auzenes tipa (*F. arundinacea* × *L. multiflorum*) auzeņairene – 12 kg ha⁻¹ un austrumu galega – 30 kg ha⁻¹ sēti parastajā rindsējā vasaras vidū (jūlijā) bez virsauga. Galegas sēklas pirms sējas apstrādātas ar rizotorfīnu.

1. tabula

Barības elementu daudzums gadā dažādos mēslošanas variantos

Applied Nutrient Amount per Year, kg ha⁻¹

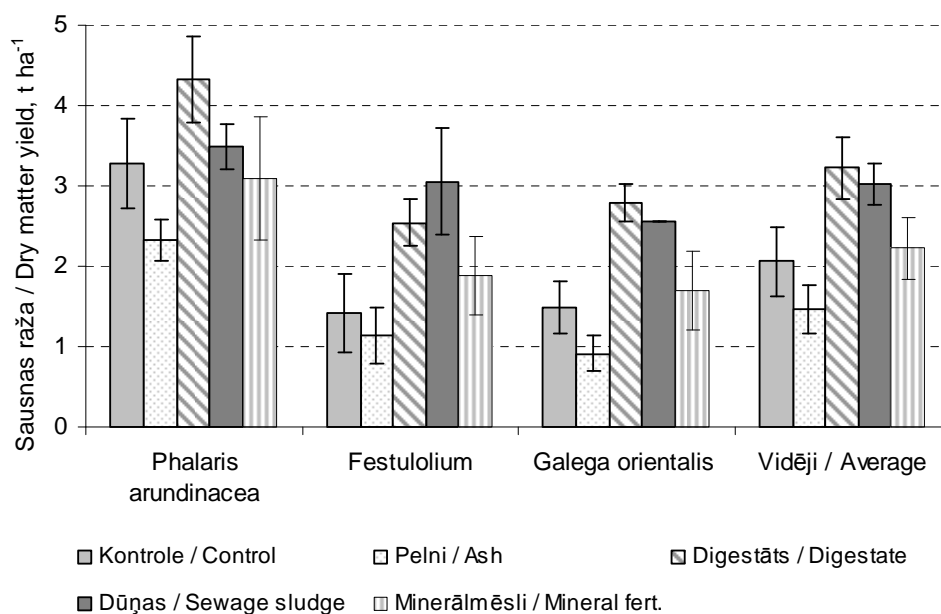
Barības elementi <i>Nutrients</i>	Kontrole <i>Control</i>	Notekūdeņu dūņas <i>Sewage sludge</i>	Digestāts <i>Digestate</i>	Koksnes pelni <i>Wood ash</i>	Minerālmēsli <i>Mineral fertiliser</i>	Pelni + minerālmēsli <i>Ash + mineral fert.</i>
N	0	150	65	1	24	70
P ₂ O ₅	0	230	50	20	48	20
K ₂ O	0	8	120	120	120	120

Izmēģinājumu lauciņi izvietoti randomizēti 4 atkārtojumos. Biomasas uzskaites veikta, pļaujot zālaugus ar zaļās masas kombainu „Hege 212”. Uzskaites lauciņa lielums – 20 m². Sējas gadā veikta viena ražas uzskaitē – septembrī. Pirmajā izmantošanas gadā zālaugu raža uzskaitīta divējādi: pļaujot trīs reizes veģetācijas laikā un vienu reizi sezonā – oktobra vidū. Iegūtajiem rezultātiem veikta datu matemātiskā apstrāde izmantojot, dispersijas analīzi.

Rezultāti un diskusija

Mēslošanas līdzekļu efektivitāte plantācijas ierīkošanas gadā pirmām kārtām bija vērojama vizuāli. Sevišķi izcēlās variants ar dūņu mēslojumu, kurā lielā slāpekļa deva nodrošināja to, ka strauji attīstījās kociņi un zālaugi, lekni zēla arī nezāles. Līdzīgs, tikai mazāk izteikts efekts bija vērojams variantā ar digestātu. Pelnu mēslojums nodrošina augus ar kāliju un fosforu, tie bija ieguvuši nedaudz tumšāk zaļu nokrāsu, kaut arī auguma ziņā vizuāli daudz neatšķīrās no augiem kontroles variantā.

Pirmie rezultāti liecina, ka mēslošanas līdzekļu izmantošana plantācijā kopumā sekmēja augiem labākus sākotnējās augšanas un attīstības apstākļus, kas nodrošināja lielākas biomasas veidošanos jau plantācijas ierīkošanas gadā. Būtisku zālaugu sausnas ražas pieaugumu sējas gadā nodrošināja dūņu (vidēji par 0.97 t ha⁻¹) un digestāta (vidēji par 1.16 t ha⁻¹) lietošana (Attēls). Lietojot pelnus, zālaugu sausnas ražas pieaugums netika konstatēts. Iepējams, ka pelnos esošo minerālvielu izmantošanu kavēja sausais laiks. Kopumā zālaugu ražas sējas gadā nav augstas. Tas skaidrojams ar pavēlo sējas laiku (jūlija vidus) un mitruma deficīta apstākļiem vasaras mēnešos.



Att. Zālaugu sausnas ražas sējas gadā, t ha⁻¹.
 Fig. Dry Matter Yield in Sowing Year, t ha⁻¹.

No barības elementu mērķtiecīgas izmantošanas viedokļa, izdevīgāk būtu plantācijas mēslošanu par vienu sezonu atlikt, jo kultūraugi augšanas sākumā vēl nespēj pilnvērtīgi izmantot doto mēslojumu. Tomēr šādam mēslošanas variantam ir arī zināmas priekšrocības: mēslošanas līdzekļus ir vienkāršāk vienmērīgi izkliedēt un iestrādāt augsnē, bez tam ir iespēja lakstaugu masu kopā ar nezālēm nopļaut un lietderīgi izmantot anaerobās raudzēšanas iekārtās biogāzes ieguvei. Pieredze liecina, ka zālaugu zelmeņos šāda applaušana ir sekmīgs nezāļu ierobežošanas paņēmiens, jo turpmākajā attīstības gaitā sētie zālaugi tās nomāc. Nedrīkst tikai nokavēt pirmo applaušanas reizi, jo sētie zālaugi sākumā aug lēni un atsevišķas zālaugu sugas, t.sk. miežabrālis, sākotnējās attīstības stadijās ir īpaši jutīgas pret noēnojumu.

Pirmajā izmantošanas gadā zālaugu vidējā sausnas raža variantos ar mēslošanu bija būtiski augstāka salīdzinājumā ar kontroli, tomēr zālaugu produktivitāte mēslošanas variantos bija ļoti atšķirīga. Zemākās sausnas ražas iegūtas kontroles variantā miežabrālim – vidēji 5.42 t ha⁻¹. Lielāko sausnas ražu pieaugumu miežabrālim un auzeņairenei nodrošināja minerālmēsli lietošana gan atsevišķi, gan kopā ar pelniem. Vidējās sausnas ražas šajos mēslošanas variantos miežabrālim bija attiecīgi 9.11 un 9.06 t ha⁻¹, bet auzeņairenei – attiecīgi 9.74 – 9.94 t ha⁻¹. Augsta efektivitāte pirmajā izmantošanas gadā auzeņairenei bija arī dūņu mēslojuma lietošana (2. tabula). Minētajos variantos iegūtā sausnas raža vidēji bija par 50 – 60% augstāka salīdzinājumā ar kontroli. Digestāta izmantošana būtiski paaugstināja miežabrāļa ražu, savukārt auzeņairenei labāki rezultāti šoreiz iegūti variantā ar dūņu mēslojumu.

Galegas ražas pirmajā izmantošanas gadā bija zemākas salīdzinājumā ar stiebrzālēm, pa variantiem tās atšķīrās mazāk. Kontroles variantā vidēji iegūtā sausnas raža bija 5.75 t ha⁻¹. Lielākos vidējos sausnas ražas pieaugumus galegai nodrošināja pelnu mēslojums kopā ar minerālmēsliem (par 1.91 t ha⁻¹) un dūņas (par 1.94 t ha⁻¹). Pārējie mēslošanas varianti arī pozitīvi ietekmēja galegas produktivitāti, paaugstinot ražu vidēji par 1.54 t ha⁻¹.

2. tabula

Zālaugu sausnas ražas pirmajā izmantošanas gadā divos pļaušanas režīmos, t ha⁻¹
*Dry matter Yield of Perennial Grasses in 1st Year of Sward use at two
 Cutting Regimes, t ha⁻¹*

Pļāvumu skaits Cuts (F _B)	Suga (F _C) Cultivar	Mēslojums <i>Fertiliser</i> (F _A)					
		bez mēslojuma without <i>fertilizer</i>	pelni <i>ash</i>	digestāts <i>digestate</i>	dūņas <i>sewage sludge</i>	pelni + min. m. <i>Ash + min.fert.</i>	minerālmēsli <i>mineral fert.</i>
Trīs pļāvumi <i>Three cuts</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>	4.99	5.62	6.43	6.27	7.95	7.53
	<i>Festulolium</i>	5.29	6.57	6.09	8.15	8.86	8.08
	<i>Galega orientalis</i>	5.51	6.92	6.92	7.90	8.03	7.30
Viens pļāvums <i>One cut</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>	5.85	6.34	7.42	7.00	10.16	10.68
	<i>Festulolium</i>	6.43	7.25	6.86	10.15	11.03	11.41
	<i>Galega orientalis</i>	6.00	7.01	7.73	7.49	7.29	7.91
RS _{0.05} : F _A = 0.87; F _B = 0.50; F _C = 0.61; F _{AB} = 1.22; F _{AC} = 1.50; F _{BC} = 0.87							

Zelmeņa izmantošanas veids būtiski ietekmēja zālaugu sausnas ražas. Augstākas sausnas ražas tika iegūtas, veicot vienu pļāvumu sezonā (vidēji 8.00 t ha⁻¹), salīdzinājumā ar trīsreizēju pļaušanas režīmu (vidēji 6.91 t ha⁻¹). Veicot vienu pļāvumu sezonā, tika iegūts arī lielāks sausnas ražas pieaugums variantos ar mēslojumu (vidēji par 2.43 t ha⁻¹) salīdzinājumā ar trīsreizēju pļaušanas režīmu (par 1.95 t ha⁻¹).

Secinājumi

Izmēģinājumu rezultātā Latvijas lauksaimnieki tiek iepazīstināti ar jaunu saimniekošanas veidu – lauku mežsaimniecību – lauksaimniecības kultūraugu un kokaugu kombinētu audzēšanu plantācijās, kas nodrošina ilgtspējīgu saimniekošanas sistēmu, paaugstina resursu izmantošanas efektivitāti, paplašina iegūstamās produkcijas spektru un izlīdzina finanšu līdzekļu apriti.

Daudzgadīgajiem zālaugiem sējas gadā vislielāko sausnas ražas pieaugumu nodrošināja digestāta un dūņu izmantošana. Pirmajā izmantošanas gadā pozitīvu ietekmi nodrošināja visu atkritumproduktu – digestāta, notekūdeņu dūņu un koksnes pelnu – lietošana. Salīdzinoši efektīvāka bija mēslošana ar minerālmēsliem, gan lietojot tos atsevišķi, gan kopā ar koksnes pelniem.

Uzsāktie pētījumi jāturpina, lai rastu precīzas atbildes par zaļās enerģijas ražošanas atkritumproduktu mērķtiecīgas izmantošanas iespējām enerģētisko augu mēslošanā.

Pateicība

Pētījumu bija iespējams veikt, iesaistoties ERAF projektā „Daudzfunkcionālu lapu koku un enerģētisko augu plantāciju ierīkošanas un apsaimniekošanas modeļu izstrāde”, vienošanās Nr. 2010/0268/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/118.

Literatūra

- Adamovičs A., Dubrovskis V., Plūme I., Adamoviča O. (2011). Biogas production from *Galega orientalis* Lam. and galega-grass biomass. *In: Proceedings of the 16th EGF Symposium „Grassland farming and land management systems in mountainous regions 2011”*, Vol. 16, p. 416 – 418.
- Atjaunojamo energoresursu izmantošanas pamatnostādnes 2006. – 2013. gadam (2006). http://www.vidm.gov.lv/files/text/VIDMPamn_201006__AERPamn.pdf – Resurss apraksts 2012. gada 29. oktobrī.

3. Insaam H., Franke-Whittle I.H., Knapp B.A., Plank R. (2009). Use of wood ash and anaerobic sludge for grassland fertilization: Effects on plants and microbes. *Die Bodenkultur*, Vol. 60, No. 2, p. 39 – 50.
4. Lundgreen B., Raintree J.B. (1982). *Agroforestry*. Conference of Directors of National Agro-forestry Research Systems in Asia: Jakarta. 12 p.
5. Makadi M., Tomocsik A., Orosz V. (2012). Digestate: A New Nutrient Source. <http://www.intechopen.com/books/biogas/digestate-a-new-nutrient-source-review> – Resurss aprakstīts 2012. gada 16. oktobrī.
6. Tilvikiene V., Kadžiulienė Z., Dabkevičius Z. (2010). The evaluation of tall fescue, cocksfoot and reed canary grass as energy crops for biogas production. *Grassland Science in Europe*, Vol. 15, p. 304 – 306.
7. Wallingford W. (1980). Function of Potassium in Plants. *In: Potassium for Agriculture*. Potash and Phosphate Institute, Atlanta. http://www.iclfertilizers.com/Fertilizers/Knowledge%20Center/K_quality_aspects_in_horticultural_crops.pdf – Resurss aprakstīts 2012. gada 20. oktobrī.