

## INOVATĪVA AUGSNES MĒSLOŠANAS UN KAĻĶOŠANAS LĪDZEKĻA RAŽOŠANAS TEHNOLOĢIJAS IZSTRĀDE

### DEVELOPMENT OF INNOVATIVE SOIL FERTILIZER AND LIMING REMEDY PRODUCTION TECHNOLOGY

Aleksandrs Adamovičs<sup>1</sup>, Jānis Millers<sup>2</sup>, Mārtiņš Vaļko<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte, <sup>2</sup>AS "Ziedi JP", Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte, <sup>3</sup>SIA "Pampāļi"

aleksandrs.adamovics@lbtu.lv

**Abstract.** *In order to promote a balanced development of agriculture and forestry, the scientists of the Latvia University of Life Sciences and Technologies (LBTU) within the framework of the cooperation project of nine partners researched to use the by-products of biogas production plants and cogeneration plants for the purpose of soil liming and fertilization, which, as a result, created a new innovative product from the mixtures of the by-products. Wood ash was mixed with digestate in certain proportions based on the laboratory studies on the chemical composition of the raw materials. The effectiveness of the composition of the mixtures was first tested on soils of different acidity in a greenhouse, using the fast-growing plant species lettuce and cucumber. The preparation of the best mixtures evaluated in greenhouses under production conditions was carried out at the companies "Ziedi JP, Ltd" and "Pampāļi, Ltd". The production scheme of soil liming and fertilization was developed and approved at both companies. The set of machines and aggregates required for the preparation and spreading of the new type of fertilizer on the field was made. The digestate, after complete development in bioreactors, was fed to the mechanical screw press separator, where it was divided into solid (dry matter < 25 %) and liquid (dry matter > 3%) fractions. The digestate of solid fractions was mixed with wood ash in portions in a screw-type mixer equipped with electronic scales. The ingredients were poured in parts so that the mixer could mix a uniform mass. The mixing process for each batch took 10-15 minutes to obtain a perfectly uniform and consistent mixture.*

**Key words:** *digestate, wood ash, mixtures.*

#### Ievads

Anearobās fermentācijas un biogāzes ražošanas iekārtas tiek uzskatītas par aprites ekonomikas centru, kur antropogēnās organiskās atliekas, kas iepriekš tika uzskatītas par atkritumiem, var pārvērst enerģijā, organiskajos mēslošanas līdzekļos un citos pievienotās vērtības komponentos un materiālos (Adekunle et al., 2019).

Pēcfermentācijas atliekas tiek sauktas par digestātu, un digestāta izkliedēšana uz lauka ir ierasta prakse lauksaimniecības uzņēmumos. Digestāta izkliedes normas nitrātjutīgajās teritorijās ir limitētas līdz 170 kg N ha<sup>-1</sup> gadā (Ministru kabineta noteikumi Nr. 834, 2014). Fosfora izkliedes normas nav tieši iekļautas Nitrātu direktīvā, taču daudzās Eiropas valstīs pastāv dažādas fosfora mēslojuma maksimāli atļautās normas. Atkarībā no kultūraugu sugas, fosfora daudzuma augsnē un citiem mainīgiem faktoriem tā izkliedes daudzums ir robežās no 0 līdz 250 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> gadā (Amery, Schoumans, 2014). Latvijā šis daudzums ir līdzīgs. Ja augsnē barības vielu daudzums jau ir pietiekams, bet digestāta apjoms ir vairāk nekā nepieciešams, tad var rasties vajadzība transportēt digestātu uz tālākiem laukiem. Lielu transportēšanas attālumus attaisno ekonomiskos ieguldījumus digestāta mehāniskajā separēšanā. Separējot digestātu tiek sadalīts cietajā un šķidrā frakcijā. Dažkārt šķidrai frakcijai joprojām ir augsts cietvielu saturs (līdz 10% sausnas), savukārt cietajai frakcijai tiek konstatēts augsts (15–45% sausnas) mitruma līmenis (Guilayn, 2018). Digestāta sadalīšana frakcijās ļauj samazināt mitruma saturu cietajā frakcijā, tādējādi samazinot cietās frakcijas transportēšanas un uzglabāšanas izmaksas. Šķidrā frakcija ir viegli pārsūknējama un laukos viegli iestrādājama tieši augsnē, kas būtiski samazina slāpekļa zudumus (Fuchs & Drog, 2013).

Mehāniski separējot digestātu, šķidrā frakcijā parasti saglabājas vairāk slāpekļa, bet cietajā frakcijā ir vairāk fosfora un kālija. Ņemot vērā šo aspektu, var labāk pārvaldīt barības vielas (Möller & Müller, 2012).

Koksnes biomasas sadedzināšana enerģijas ieguvei rada interesi daudzām valstīm, jo tās vēlas samazināt fosilā kurināmā patēriņu un atkarību no tā (Perkiomaki & Fritze, 2005). Koksnes koģenerācijas stacijās, kā arī ar biomasu kurināmās katlu mājās rodas arvien vairāk pelnu. Pelni koksnes koģenerācijas stacijās ir blakusprodukts (Silva, 2018). Koksnes pelni sastāv no sadedzinātās

biomasas neorganiskajiem savienojumiem, smiltīm un ļoti neliela daudzuma līdz galam nesadegušas organiskās daļas (Ingerslev, 2011). Sadegušās koksnes pelnu sastāvā ir saglabāties fosfors (P) un kālijs (K); lielākā daļa slāpekļa (N) sadegšanas laikā tiek zaudēta NO<sub>x</sub> savienojumu veidā, bet atlikušais N ir cieši saistīts ar organiskajām, nesadegušajām atliekām un ir mikroorganismiem neuzņemamā veidā. Biomasas sadegšanas laikā veidojas dažādi oksīdi, un secīgi īstenotā aerācija sekmē karbonātu veidošanos koksnes pelnos, padarot tos ļoti sārmainus – pH vērtība no 8 līdz 12 (Augusto, 2008). Ja pelnus neapglabā atkritumu poligonos, bet pārstrādā augu mēslošanas līdzekļos, tad augsnē tiek atgrieztas visas pelnos esošās barības vielas – K, P, Ca, Mg, utt., kā arī tiek paaugstināts augsnes pH (Pitman, 2006).

Pētījuma mērķis bija radīt tehnoloģiju, kā pagatavot inovatīvu mēslošanas līdzekli, izmantojot divus ražošanas blakusproduktus: biogāzes pēcfermentācijas digestātu un biomasas koģenerācijas pelnus. Maisījuma izveidošanai tika izmantoti izmēģinājumu saimniecības rīcībā esošie lauksaimniecības agregāti.

Līdz šim ir pieejams šaurs pētījumu loks, kas veikts ar mērķi atbilstošā attiecībā sajaukt biogāzes digestātu ar koksnes pelniem.

### Materiāli un metodes

Eksperimentiem tika izmantots biogāzes pēcfermentācijas digestāts, kura izejviela bija liellopu mēsli, kas iegūti saimniecībās AS "Ziedi JP" un SIA "Pampāļi". Digestāti pirms jaunā mēslojuma maisījumu gatavošanas tika separēti cietajā un šķidrā frakcijā. Eksperimentiem izmantoti koksnes pelni no SIA "Gren Jelgava" un SIA "Dobeles Eko" koģenerācijas stacijām. Separētu digestātu cieto frakciju un koksnes pelnu analīžu rezultāti ir pārādīti tabulā.

1. tabula / Table 1

### Pētījumos izmantotā digestāta un koksnes pelnu ķīmiskais sastāvs Chemical composition of the digestate and wood ash used in the research

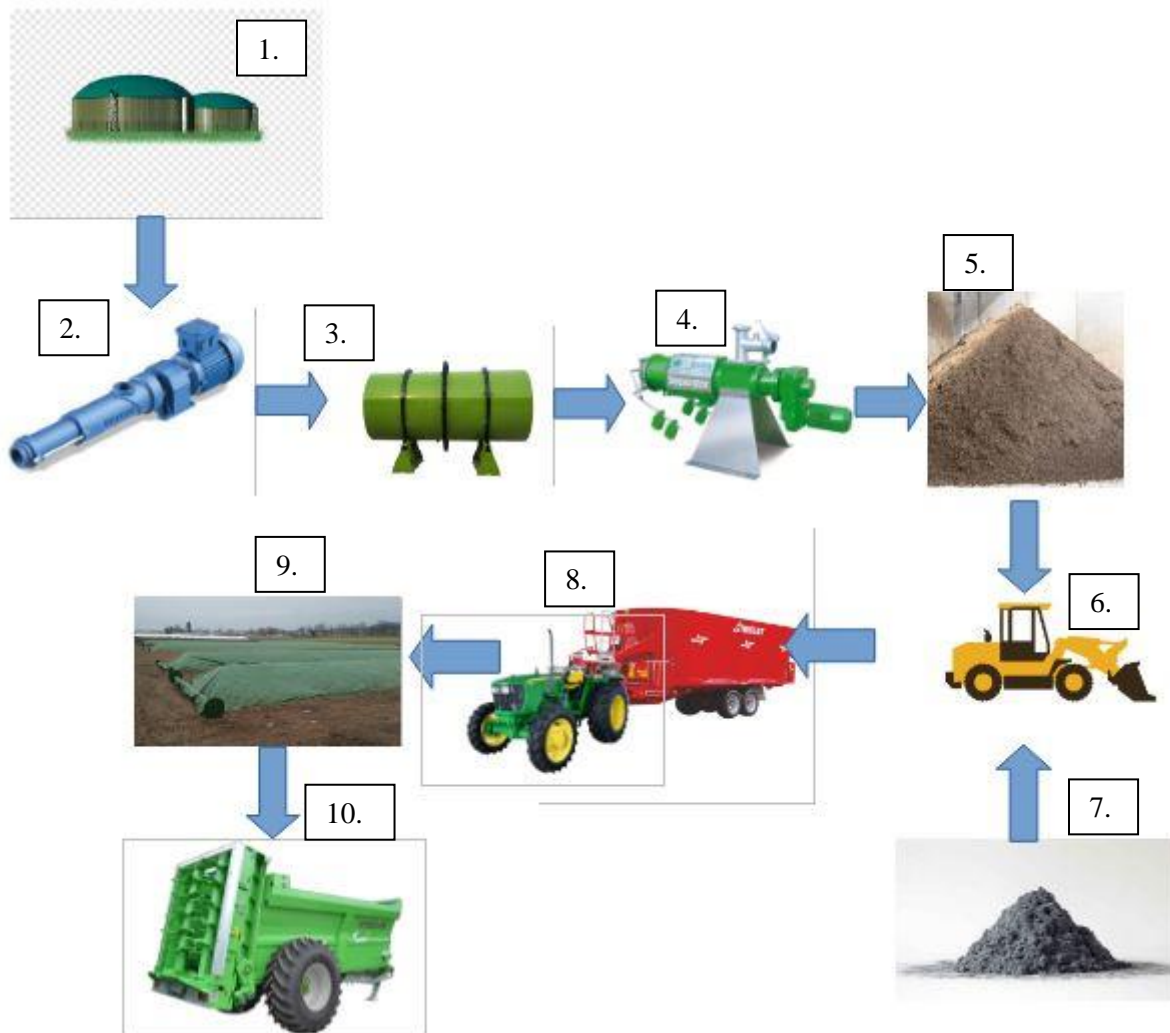
Radītāji/Indicators	Liellopu mēslu digestāts / Cattle manure digestate		Koksnes pelni / Wood ash	
	no SIA "Ziedi JP" / from "Ziedi JP"	no SIA "Pampāļi" / from "Pampāļi"	no SIA "Dobeles Eko" / from "Dobeles Eko"	no SIA "Gren Latvija" / from "Gren Latvia"
Sausna / Dry matter (DM), %	26.07	22.06	99,9	99.8
Kopslāpekļis (dabiskā produktā) / Total nitrogen (in a natural product), %	0.70	0.55	-	-
Fosfors (sausnā) / Total phosphorus (P), % in DM	0.62	0.55	6.1	1.8
Kālijs (sausnā) / Total potassium (K), % in DM	1.63	1.32	9.7	7.7
pH	10.5	8.9	13.4	12.1

Analīzes tika veiktas LBTU Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā (LBTU BZL) pirms un pēc digestāta lietošanas.

Maisījumu izveidošanai izmantoja izmēģinājumu saimniecības rīcībā esošos lauksaimniecības agregātus.

### Rezultāti un diskusijas

Lietojot atbilstošu tehnoloģiju, digestāta izturēšanas dienu skaits fermenteros ilgst, līdz digestāts ir pilnībā izstrādājies un, noslēdzot pēcfermentācijas posmu, biogāzi vairs neizdala vai gandrīz to neizdala. Digestāta un koksnes pelnu maisījumu sagatavošanas tehnoloģiskā shēma iekļauta 1. attēlā.



1. att. Mēslojuma sagatavošanas tehnoloģiskā shēma.

1. – biogāzes fermenteri; 2. – digestāta sūknis; 3. – digestāta starpkrātuve; 4. – digestāta separēšana frakcijās; 5. – digestāta cietās frakcijas noliktava; 6. – digestāta un pelnu iekraušana; 7. – pelnu noliktava; 8. – maisīšanas iekārta “Trioliet” ar svāriem un traktoru; 9. – sajauktā mēslojuma izpilde stirpās un apsegšana; 10. – mēslojuma izkliedētājs.

*Fig. 1. Scheme of the new fertilizer preparation technology.*

1. – biogas fermenters; 2. – digestate pump; 3. – digestate intermediate storage; 4. – separation of digestate into fractions; 5. – digestate solid fraction storage; 6. – loading of digestate and ash; 7. – ash storage; 8. – mixing machine “Trioliet” with scales and tractor; 9. – application of the mixed fertilizer in stirring and the covering; 10. – spreading of the new fertilizer on the field.

Pēcfermentācijas digestātu, kura sausnas saturs veidoja līdz 7.5%, pārsūknēja ar zīmola “Wangen Pumpen” gliemežtipa sūkni. Pārsūknēšanu veica pa 150 mm cauruļvadu, lai digestāta plūsma būtu optimāla. Digestāts tika aizsūknēts uz 10 m<sup>3</sup> digestāta separatora starpkrātuvi. Tā darbojas kā bufertilpne, lai nodrošinātu vienmērīgu un nepārtrauktu digestāta padevi uz separatoru, kā arī lai

novērstu sifona efektu. Šķidrmēslu separatora "EYS SP600" darbojas nepārtrauktas darbības režīmā, jo ir salāgots ar šķidrā digestāta 10 m<sup>3</sup> starpkrātuvi, kas nepārtraukti ir piepildīta

Separatorā tika izmantots vienpakāpes siets ar caurumu izmēru 0.75 mm. Pēc separēšanas digestāta šķidrā frakcija, lai nepatērētu papildu enerģiju, pašplūsmā aiztek uz šķidrā digestāta krātuvi. Šķidrajā frakcijā sausnas saturs saglabājās 2% robežās, jo cietvielu daļiņu izmērs bija mazāks par 0.75 mm un separatora siets tās nespēja aizturēt. Digestāta cietā frakcija no separatora iekrīt zem separatora telpas izveidotā noliktavā, lai digestāts būtu pajumtē un ērti savācams. Tas jādara, lai nokrišņu gadījumā digestāta cietajā frakcijā nemainītos sausnas saturs, kas pēc separācijas bija 25.7%.

Pēc separēšanas digestāta cietā frakcija ar frontālā iekrāvēja kausu tika iekrauta maisīšanas iekārtā "Trioliet". Maisīšanas iekārta ir aprīkota ar elektroniskiem svāriem, lai tiktu ievērotas maisījuma proporcijas. Izmantotā "Trioliet" maisīšanas iekārta ir aprīkota ar trīs maisītājiem, kas novietoti metra attālumā viens no otra, un tie nodrošina vienmērīgu sastāvdaļu sajaukšanu visā iekārtas tilpumā. Katrā jaunā mēslošanas līdzekļa maisīšanas porcijā iespējams pagatavot 8 t maisījuma. Maisītājs tiek darbināts ar kardānpārvalu no traktora jūgvārpstas. Jūgvārpstas darbināšanai tiek izmantots 130 PS "John Deere 6430". Lai maisījums tiktu pagatavots ātrāk, digestātu un koksnes pelnus maisītājā pievieno pamīšus. Pēc visas pagatavotās mēslojuma devas papildīšanas maisītājā maisīšanas process ilgst 15 minūtes. Operators uzmanīgi vēro procesu, lai sastāvdaļas tiktu pilnībā sajauktas. Maisīšanas procesā operators lieto individuālās aizsardzības līdzekļus.

Pēc maisījuma sajaukšanas jaunais mēslošanas līdzeklis tiek izbērts no maisītāja stirpās ar integrēta konveijera palīdzību. Stirpu augstums un platums tiek kārtoti tā, lai veidotos maksimāli lielākais šķautnes leņķis. Stirpas nekavējoties tiek apsegtas ar gāzu necaurlaidīgu pārklāju, lai aizkavētu amonjaka emisijas veidošanos. Jaunā mēslošanas līdzekļa pH bija 11.5, tādēļ slāpekļa izdalīšanās noritēja strauji. Pateicoties augstajam pH, iegūtais maisījums neitralizē digestātā esošos mikroorganismus. Sajauktais maisījums ar frontālo iekrāvēju tika iekrauts kompānijas "Joskin" kūtsmēslu izkliedētājā. Izkliedētājs ir aprīkots ar aparāturu precīzai mēslojuma dozēšanai no traktora kabīnes, kā arī tam ir savi svāri. Izklijes platums bija 24 m. Lai mēslojums pēc transportēšanas uz izmēģinājumu laukiem nebūtu sablīvējies, izkliedētājā ir divi gliemežtransportieri un transportiera lente.

## Kopsavilkums

Ir izstrādāta tehnoloģiska shēma jauna, inovatīva augsnes auglības uzlabošanas produkta ražošanai. Izmantojot koģenerācijas staciju, kā arī katlumāju darbības rezultātā iegūta blakusprodukta – koksnes pelnu – un biogāzes staciju darbības rezultātā iegūta blakusprodukta – digestāta – maisījums. Tādējādi iespējams secināts, ka var iegūt inovatīvu augsnes auglības uzlabošanas produktu ar augstu pievienoto vērtību.

Koksnes pelnu un biogāzes digestāta maisījumu izmantošana kultūraugu mēslošanai un augsnes auglības uzlabošanai var būt efektīvs abu produktu pārstrādes veids, turklāt tā var kalpot kā videi draudzīga alternatīva minerālmēsliem.

**Pateicība.** Pētījums veikts ar Latvijas Zemkopības ministrijas un Lauku atbalsta dienesta projekta "Jaunas tehnoloģijas izstrāde augu mēslošanas līdzekļu ražošanai no biogāzes ražotnes fermentācijas atliekām – digestāta un šķeldas koģenerācijas atliekām – koksnes pelniem" finansiālu atbalstu, līguma Nr. 19-00-A01612-000008.

## Izmantotā literatūra

1. Amery, F., Schoumans, O.F., 2014. *Agricultural Phosphorus Legislation in Europe. Institute for Agricultural and Fisheries Research ILVO*. 45 P.
2. Augusto, L., Bakker, M.R., Meredieu, C., 2008. *Wood ash applications to temperate forest ecosystems - potential benefits and drawbacks. Plant Soil*, 181–198 <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9570-z>.
3. Fuchs, W., Drog, B., 2013. *Assessment of the state of the art of technologies for the processing of digestate residue from anaerobic digesters. Water Sci. Technol.* 67,1984–1993.
4. Guilayn, F., Jimenez, J., Martel, J.-L., Rouez, M., Crest, M., Patureau, D., 2018a. *First fertilizing-value typology of digestates: a decision-making tool for regulation. Submitted to Waste Manag. in September, 2018.*

5. Ingerslev, M., Skov, S., Sevel, L., Pedersen, L.B., 2011. *Element budgets of forest biomass combustion and ash fertilisation – a Danish case-study*. Biomass Bioenergy 35, 2697–2704. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.03.018>.
6. Ministru kabineta noteikumi Nr. 834, *Prasības ūdens, augsnes un gaisa aizsardzībai no lauksaimnieciskās darbības izraisīta piesārņojuma*, 2014.
7. Möller, K., Müller, T., 2012. *Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: a review*. Eng. Life Sci. 12, 242–257.
8. Perkiomaki, J., Fritze, H., 2005. *Cadmium in upland forests after vitality fertilization with wood ash - a summary of soil microbiological studies into the potential risk of cadmium release*. Biol. Fertil. Soils 41, 75–84. <https://doi.org/10.1007/s00374-004-0816-5>.
9. Pitman, R.M., 2006. *Wood ash use in forestry - a review of the environmental impacts*. Forestry <https://doi.org/10.1093/forestry/cpl041>.
10. A.S.Adekunle<sup>1</sup> S.E.Ibitoye<sup>1</sup> P.O.Omoniyi<sup>1</sup> L.J.Jilantikiri<sup>2</sup> C.V.Sam-Obu<sup>3</sup> T.Yahaya<sup>4</sup>B.G. Mohammad<sup>5</sup> H.D.Olusegun<sup>2</sup> *Production and Testing of Biogas Using Cow Dung, Jatropha and Iron Filins*, 2019, <https://doi.org/10.12162/jbb.v4i3.002>.
11. Silva, F.C., Cruz, N.C., Tarelho, L.A.C., Rodrigues, S.M., 2019. Use of biomass ash-based materials as soil fertilisers: critical review of the existing regulatory framework. J. Clean. Prod. 214, 112–124. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.268>.