

## INOVATĪVA DIGESTĀTA UN KOKSNES PELNU MAISĪJUMA MĒSLOJUMA IETEKME UZ KARTUPEĻU PRODUKTIVITĀTI

### THE EFFECTS OF INNOVATIVE DIGESTATE AND WOOD ASH MIXTURES FERTILIZER ON POTATO PRODUCTIVITY

Aleksandrs Adamovičs, Laura Balandina, Kristīne Afoņina

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

aleksandrs.adamovics@llu.lv

**Abstract.** Field trials with the potato variety 'Rigonda' were carried out in sod stagnogley soil (56 ° 66' N, 23 ° 75' E). Soil agrochemical parameters: pH<sub>KCl</sub> 6.7 organic matter (OV) content in soil 2.3%, phosphorus (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) content - 149 mg kg<sup>-1</sup> and potassium (K<sub>2</sub>O) content - 200 mg kg<sup>-1</sup> in soil. Potato plantations were created using different variants of fertilizer mix with pig (from SIA "Latvi Dan Agro") and cattle (from SIA "Ziedi JP") manure digestate and wood ash (from SIA "Gren Jelgava") of different ratio (digestate: wood ash ratio used: 4:1 and 3:1). The rates of innovative mixed fertilizer for pig and cattle manure digestates for potatoes were 15 and 30 t ha<sup>-1</sup>. Both norms for digestate manure from pure pigs and cattle were used as control options. The potato production norm was 3.0 t ha<sup>-1</sup>. The placement of the variants in the trial was randomized, in triplicate. In the study, the two types of fertilizer had different effects on potato tuber yield. Using mixtures of pig manure digestate and wood ash in different ratios, the average yield was 24.92 t ha<sup>-1</sup>, but using mixtures of bovine manure digestate and wood ash, the average yield was 22.78 t ha<sup>-1</sup>. The dry matter and crude protein content are the most ecologically sustainable indicator in potato tubers. The crude protein content of tubers determines the nutritional value of potatoes. In the studied variants, its content in potato dry matter varied in the range of 8.28–10.94%. The amount of dry matter affects the culinary properties of the tubers. The application of fertilizer mixtures increased the dry matter content by an average of 1.4–2.0%, reaching an average of 21%. Starch is the main ingredient in potatoes. Fertilizer variants with higher tuber yield or higher starch content provided the highest starch yield. In our studies, the average starch content in the dry matter was 73.3% and 15.3% in the natural product, but the average starch yield was 3.55 t ha<sup>-1</sup>. In general, the use of mixtures of wood ash and biogas digestate to fertilize crops and improve soil fertility can be an efficient way to process both products and can be an environmentally friendly alternative to fertilizers. The objective of the research was to study the influence of digestate and wood ash mixtures fertilizer rates on potato productivity and quality.

**Keywords:** digestate, wood ash, fertilizer, potatoes, yield, yield quality.

#### Ievads

Kartupeļi ir vieni no svarīgākajiem lauksaimniecības kultūraugiem, un tos pamatoti sauc par otro maizi. Pasaulē audzēšanas platību ziņā tie ieņem vienu no pirmajām vietām līdztekus rīsiem, kviešiem un kukurūzai.

Saskaņā ar literatūrā minētajiem datiem kartupeļu bumbuļi satur vidēji 76–78% ūdens, un no 13 līdz 36% sausas, kurā 12–15% veido ciete, 1–3% ir olbaltumvielas, un aptuveni 1% ir minerālvielas. Kartupeļu olbaltumvielām ir ļoti augsta bioloģiskā vērtība, jo tie satur neaizstājamo aminoskābju kompleksu, kas netiek sintezēts cilvēka un dzīvnieka organismā, un tas ir jāiegūst ar pārtiku vai barību.

Biogāzes un biomasas koģenerācijas staciju darbības rezultātā tiek iegūti ražošanas blakusprodukti – digestāts un pelni. Tas ir labs augu barības vielu avots, jo satur daudzus augu augšanai nozīmīgus mikroelementus un makroelementus, tāpēc digestāts ir izmantojams kā efektīvs mēslošanas līdzeklis kultūraugiem (Koszel, Lorencowicz, 2015; Risberg, Cederlund, Pell et al., 2017). Pelnu fizikālās un ķīmiskās īpašības var būtiski atšķirties atkarībā no augu sugas, augu augšanas apstākļiem, dedzināšanā izmantotajām auga daļām, dedzināšanas procesa parametriem un uzglabāšanas apstākļiem (Demeyer, Nkana, Verloo, 2001). Pelnos koncentrējas dažādas minerālvielas, kas padara tos par vērtīgu augu barības vielu avotu. Tie satur dažādus augu augšanai un attīstībai svarīgus makroelementus un mikroelementus, izņemot slāpekli, kas dedzināšanas procesā tiek izvadīts atmosfērā ar dūmgāzēm (Patterson, Acharya, Thomas, 2004; Fuzesi, Heil, Kovacs, 2015).

Pētījumos konstatēts pelnu pozitīvais efekts uz augsnes īpašībām, struktūru un ūdens režīmu augsnē (Demeyer, Nkana, Verloo, 2001). Pelnu mēslojums palielināja augiem izmantojamā fosfora, kālija, kalcija un magnija daudzumu augsnē (Fuzesi, Heil, Kovacs, 2015). Tāpat ir novērota slāpekļa koncentrācijas samazināšanās augšējās augsnes slāņos un augsnes pH līmeņa paaugstināšanās pēc pelnu lietošanas. Tos var izmantot augsnes auglības uzlabošanai, kultūraugu ražības un ražas kvalitātes paaugstināšanai, tomēr abu šo produktu izmantošana atsevišķi var radīt noteiktas ekoloģiskas problēmas. Lai kaut daļēji to novērstu, radās ideja digestātu un pelnus sajaukt kopā noteiktās attiecībās un izmantot dažādu kultūraugu mēslošanai.

Pētījuma mērķis ir noteikt digestāta un koksnes pelnu maisījuma mēslojuma normu ietekmi uz kartupeļu produktivitāti un ražas kvalitāti.

### Materiāli un metodes

Lauka izmēģinājumi ar kartupeļu šķirni 'Rigonda' ierīkoti smilšmāla, velēnu gleja augsnē (56°66' N, 23°75' E). Augsnes agroķīmiskie rādītāji:  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  6.7, organiskās vielas saturs augsnē – 2.3 %, fosfora ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) saturs – 149 mg  $\text{kg}^{-1}$  un kālija ( $\text{K}_2\text{O}$ ) saturs – 200 mg  $\text{kg}^{-1}$  augsnes.

Kartupeļu stādījumus izveidoja, izmantojot dažādus mēslojuma maisījumu variantus ar cūku (no SIA „Latvi Dan Agro”) un liellopu (no SIA „Ziedi JP”) kūtsmēsli digestātu un koksnes pelniem (no SIA „Fortum”, tagad – „Gren Jelgava”) dažādās attiecībās (izmantotās digestāta : koksnes pelnu attiecības – 4:1 un 3:1). Inovatīvā cūku un liellopu kūtsmēsli digestāta jauktā mēslojuma normas kartupeļiem bija 15 un 30 t  $\text{ha}^{-1}$ . Par kontroles variantiem izmantoja abas tīru cūku un liellopu kūtsmēsli digestātu mēslojuma normas. Kartupeļu izstādīšanas norma bija 3.0 t  $\text{ha}^{-1}$ . Varianti izmēģinājumā izvietoti randomizēti, trīs atkārtojumos.

Kartupeļiem veģetācijas periodā vērtēja kartupeļu attīstības dinamiku un stublāju skaitu cerā. Veģetācijas beigās katram izmēģinājuma variantam visos atkārtojumos veica kopējās ražas uzskaiti un sadalījumu pēc bumbuļu lieluma, kā arī noteica ražas kvalitāti – sausnas saturu, cietes saturu (dabīgi mitrā produktā un sausnā), kā arī kopproteīna, tauku, koppelnu, fosfora un kālija saturu. Ražas kvalitātes noteikšanai katram variantam veidots vidējais paraugs, kas sastāvēja no katrā atkārtojumā atlasītiem diviem vidēja lieluma kartupeļiem. Kvalitatīvie rādītāji noteikti LLU Biotehnoloģiju zinātniskajā laboratorijā (BZL). Sausnas, tauku un koppelnu saturs noteikts, izmantojot gravimetrisko analīzi, kopproteīna daudzums noteikts ar Kjeldāla metodi, fosfora saturs paraugos noteikts ar hinolīna fosfomolibdāta gravimetrisko analīzi, kālija saturs noteikts ar liesmas emisijas spektrometriju un ciete dabīgi mitram materiālam un sausnā noteikta, izmantojot polarimetriju. Datu apstrāde veikta, izmantojot trīs faktoru dispersijas analīzi (ANOVA) "Microsoft Excel" datorprogrammā.

Meteoroloģiskie apstākļi 2021. gadā kartupeļu audzēšanai nebija labvēlīgi, jo nokrišņu daudzums augšanas periodā, salīdzinot ar ilggadējiem vidējiem rādītājiem, bija ievērojami zemāks, turpretī ražas novākšanas laikā mitruma bija par daudz. Maija mēnesī nokrišņu bija vairāk nekā ilggadēji novērots, bet jūnijā un jūlijā, kad bija jānotiek auga augšanai un attīstībai, nokrišņu nebija gandrīz nemaz. Kopumā jūnijā nolija 28.8 mm nokrišņu, kas bija par 35.8 mm mazāk nekā iepriekšējos gados. Augusta mēnesī nokrišņu daudzums sasniedza 115.8 mm. Tas bija 2.5 reizes lielāks, salīdzinot ar ilggadējiem datiem, tādējādi nelabvēlīgi ietekmējot kartupeļu ražas veidošanos un veicinot slimību attīstību. Salīdzinot ar iepriekšējo gadu rādītājiem, 2021. gadu raksturoja izteiktas gaisa temperatūras svārstības, pavasaris un rudens bija vēsāks, bet vasara – siltāka. Jūlijā sasniegtā maksimālā temperatūra bija 32.9 °C, bet vidēji tā bija 21.9 °C un augustā – vidēji 16.1 °C.

### Rezultāti un diskusijas

Kvalitatīvas kartupeļu ražas veidošanās ir sarežģīts augu mijiedarbības process ar audzēšanas sistēmām un vides apstākļiem, kuri ietekmē fotosintēzes ātrumu, vielmaiņu un augšanu.

Pētījumā abi mēslojuma veidi atšķirīgi ietekmēja kartupeļu bumbuļu ražu. Izmantojot cūku kūtsmēsli digestāta un koksnes pelnu maisījumu dažādās attiecībās, vidējā raža bija 24.93 t  $\text{ha}^{-1}$ , bet, lietojot liellopu kūtsmēsli digestāta un koksnes pelnu maisījumu, vidējā raža veidoja 22.78 t  $\text{ha}^{-1}$  (1. tab).

Būtiska pozitīva ietekme uz ražu tika konstatēta mēslojuma normai (F fakt. > F krit.), bet mēslojuma veidam, pelnu un digestāta attiecībai būtiska ietekme uz ražu netika novērota.

Kartupeļi ir vieni no svarīgākajiem cilvēkiem paredzētajiem pārtikas produktiem. Tiem piemīt laba garša un uzturvērtības īpašības. To (kā pārtikas produkta) vērtību nosaka cilvēkiem nepieciešamo organisko un minerālvielu optimāla attiecība kartupeļu bumbuļos.

1. tabula / Table 1

**Digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekme uz kartupeļu šķirnes 'Rigonda' bumbuļu ražu**  
*Influence of digestate and wood ash mixtures on yield of potato variety 'Rigonda'*

Mēslojuma veids / Type of fertilizer (F <sub>A</sub> )	Mēslojuma norma / Fertilizer rate, t ha <sup>-1</sup> (F <sub>B</sub> )	Digestāta un pelnu attiecība maisījumā / Digestate and wood ash ratio in the mixture (F <sub>C</sub> )	Vidējā bumbuļu raža / Average tuber yield, t ha <sup>-1</sup>		
			(F <sub>C</sub> ) RS(LSD) <sub>0.05</sub> = 2.62	(F <sub>B</sub> ) RS(LSD) <sub>0.05</sub> = 2.70	(F <sub>A</sub> ) RS(LSD) <sub>0.05</sub> = 2.38
Cūku kūtsmēslu digestāts / Pig manure digestate	15	1:0	25.43	<b>24.66</b>	<b>24.93</b>
		3:1	25.63		
		4:1	22.92		
	30	1:0	26.76	<b>25,19</b>	
		3:1	25.54		
		4:1	23.28		
Liellopu kūtsmēslu digestāts / Cattle manure digestate	15	1:0	25.20	<b>22.71</b>	<b>22.78</b>
		3:1	20.73		
		4:1	22.19		
	30	1:0	25.11	<b>22.85</b>	
		3:1	22.64		
		4:1	20.81		

Ciete ir kartupeļu galvenā sastāvdaļa. Lielāko cietes ražu nodrošināja mēslojuma varianti ar lielāku bumbuļu ražu vai augstāku cietes saturu. Mūsu pētījumos vidējais cietes saturs sausnā veidoja 73.3% un 15.3% dabīgā produktā, bet cietes ievākums vidēji bija 3.55 t ha<sup>-1</sup>.

2. tabula / Table 2

**Digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekme uz cietes iegūvi kartupeļu šķirnei 'Rigonda'**  
*Influence of digestate and wood ash mixtures on starch production for potato variety 'Rigonda'*

Mēslojuma veids / Type of fertilizer (F <sub>A</sub> )	Mēslojuma norma / Fertilizer rate, t ha <sup>-1</sup> (F <sub>B</sub> )	Digestāta un pelnu attiecība maisījumā / Digestate and wood ash ratio in the mixture (F <sub>C</sub> )	Vidējā cietes raža / Average starch yield, t ha <sup>-1</sup>		
			(F <sub>C</sub> ) RS(LSD) <sub>0.05</sub> = 0.45	(F <sub>B</sub> ) RS (LSD) <sub>0.05</sub> = 0.63	(F <sub>A</sub> ) RS(LSD) <sub>0.05</sub> = 0.71
Cūku kūtsmēslu digestāts / Pig manure digestate	15	1:0	4.21	<b>4.16</b>	<b>3.90</b>
		3:1	3.99		
		4:1	4.27		
	30	1:0	3.30	<b>3.63</b>	
		3:1	3.72		
		4:1	3.87		
Liellopu kūtsmēslu digestāts / Cattle	15	1:0	4.15	<b>3.68</b>	<b>3.50</b>
		3:1	3.68		
		4:1	3.21		
	1:0	3.57			

manure digestate	30	3:1	3.21	<b>3.32</b>
		4:1	3.17	

Bumbuļi ar zemu (< 20%) sausas saturu ātrāk izšķīst vārīšanas laikā, savukārt bumbuļi ar augstāku sausas saturu ir blīvāki, mazāk pakļauti mehāniskiem bojājumiem, un tos ir ērtāk izmantot pārstrādei.

Mēslojuma maisījumu izmantošana sausas saturu palielināja vidēji par 1.4–2.0%, sasniedzot vidēji 21% (3. tab.). Pie mazākām mēslojuma normām novērota tendence palielināties sausas saturam.

Kopproteīna saturs bumbuļos nosaka kartupeļu uzturvērtību. Pētāmajos variantos tā saturs kartupeļu sausnā mainījās 8.28–10.94% robežās.

3. tabula / Table 3

**Digestāta un koksnes pelnu maisījumu ietekme uz kartupeļu šķirnes 'Rigonda' bumbuļu ķīmisko sastāvu**  
*Influence of digestate and wood ash mixtures on the chemical composition of potato cultivar 'Rigonda' tubers*

Mēslojuma veids / Type of fertilizer (F <sub>A</sub> )	Mēslojuma norma / Fertilizer rate, t ha <sup>-1</sup> (F <sub>B</sub> )	Digestāta un pelnu attiecība maisījumā / Digestate and wood ash ratio in the mixture (F <sub>C</sub> )	Vidējais saturs dabīgā produktā / Average content in natural product, %		Saturs sausnā / Content in dry matter, %		
			cietes/ starch	sausnas/ dry matter	kop – proteīna/ crude protein	kālija/ potassium	fosfora/ phosphorus
Cūku kūtsmēsļu digestāts / Pig manure digestate	15	1:0	16.54	22.22	8.65	2.17	0.34
		3:1	16.73	22.11	8.28	2.20	0.33
		4:1	14.41	20.34	10.83	2.44	0.36
	Vidēji / On average (F <sub>B</sub> )		<b>15.89</b>	<b>20.56</b>	<b>9.25</b>	<b>2.27</b>	<b>0.34</b>
	30	1:0	14.90	20.25	10.94	2.29	0.36
		3:1	14.57	20.29	10.83	2.52	0.39
		4:1	15.17	21.06	10.24	2.34	0.38
Vidēji / On average (F <sub>B</sub> )		<b>14.88</b>	<b>20.53</b>	<b>10.67</b>	<b>2.38</b>	<b>0.38</b>	
Vidēji / On average (F <sub>A</sub> )			<b>15.38</b>	<b>21.05</b>	<b>9.96</b>	<b>2.23</b>	<b>0.36</b>
Liellopu kūtsmēsļu digestāts / Cattle manure digestate	15	1:0	16.45	21.81	8.47	2.14	0.33
		3:1	15.49	20.91	9.53	2.20	0.36
		4:1	16.08	21.83	10.38	2.07	0.32
	Vidēji / On average (F <sub>B</sub> )		<b>16.01</b>	<b>21.52</b>	<b>9.46</b>	<b>2.14</b>	<b>0.34</b>
	30	1:0	14.67	20.19	10.76	2.30	0.36
		3:1	15.40	20.39	9.12	2.30	0.36
		4:1	14.02	19.3	10.61	2.64	0.39
Vidēji / On average (F <sub>B</sub> )		<b>14.70</b>	<b>19.96</b>	<b>10.16</b>	<b>2.41</b>	<b>0.37</b>	
Vidēji / On average (F <sub>A</sub> )			<b>15.35</b>	<b>20.74</b>	<b>9.81</b>	<b>2.28</b>	<b>0.35</b>

Kālijam ir liela nozīme cilvēku veselībā, jo tas ir iesaistīts muskuļu darbības regulēšanā un ietekmē nervu šūnu izturību pret stresu. Tā saturs kartupeļu bumbuļu sausnā veidoja vidēji 2.28%, un jauktā mēslojuma veidi un normas praktiski neietekmēja tā izmaiņas (3. tab.).

Fosfors piedalās skābju-sārnu līdzsvara uzturēšanā organismā, tāpat tas sekmē tauku pārstrādi un veicina asinsriti, palīdzot atjaunot muskuļus, aknas, nieres. Tas stabilizē zobu, matu un nagu kopējo

stāvokli (Mitch, and Ikizler, 2012). Fosfora saturs kartupeļu bumbuļu sausnā vidēji veidoja 0.35%, un pētāmie faktori nemainīja tā daudzumu.

Kopumā koksnes pelnu un biogāzes digestāta maisījumu izmantošana kartupeļu mēslošanai un augsnes auglības uzlabošanai var būt efektīvs abu produktu pārstrādes veids, turklāt tā var būt videi draudzīga alternatīva minerālmēsliem.

### Secinājumi

Izmantojot cūku kūtsmēsliu digestāta un koksnes pelnu maisījumus dažādās attiecībās, vidējā bumbuļu raža bija 24.92 t ha<sup>-1</sup>, bet, izmantojot liellopu kūtsmēsliu digestāta un koksnes pelnu maisījumus, vidējā raža bija 22.78 t ha<sup>-1</sup>.

Lielāko cietes ražu 4.27 t ha<sup>-1</sup> nodrošināja cūku kūtsmēsliu digestāta mēslojuma variants, kur mēslojuma norma ir 15 t ha<sup>-1</sup> un digestāta un pelnu attiecība 4:1. Izmantojot cūku kūtsmēsliu digestāta un koksnes pelnu maisījumus dažādās attiecībās, cietes iznākums vidēji sasniedza 3.90 t ha<sup>-1</sup>, bet, izmantojot liellopu kūtsmēsliu digestāta un koksnes pelnu maisījumus, vidējā cietes raža bija 3.50 t ha<sup>-1</sup>.

Novērotas atšķirības arī kartupeļu bumbuļu ķīmiskajā sastāvā, bet tām nav vienas noteiktas tendences, katrs mēslojuma variants izmainījis ķīmisko sastāvu citādāk.

Augstāks kopproteīna saturs kartupeļu bumbuļos tika novērots variantos, kur mēslošanai izmantoja cūku kūtsmēsliu digestātu ar normu 30 t ha<sup>-1</sup>, kas bija 10.67%, savukārt augstāks kālija un fosfora saturs konstatēts, izmantojot liellopu kūtsmēsliu digestātu ar normu 30 t ha<sup>-1</sup>.

**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. Demeyer A., Nkana J.C.V., Verloo M.G. (2001). Characteristics of wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. *Bioresour Technol*, 77, p. 287–295.
2. Fuzesi I., Heil B., Kovacs G. (2015). Effects of wood ash on the chemical properties of soil and crop vitality. *Acta Silv. Lign. Hung.*, Vol. 11, Nr. 1, p. 55–64.
3. Koszel M., Lorencowicz E. (2015). Agricultural use of biogas digestate as a replacement fertilizers. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 7, p. 119–124.
4. Patterson S.J., Acharya S.N., Thomas J.E. et al (2004). Integrated soil and crop management: Barley biomass and grain yield and canola seed yield response to land application of wood ash. *Agron Journal*, 96 (4), p. 971–977.
5. Risberg K., Cederlund H., Pell M., Arthurson V., Schnürer A. (2017). Comparative characterization of digestate versus pig slurry and cow manure - chemical composition and effects on soil microbial activity. *Waste Management*, 61 (2017), p. 529–538.
6. William E.Mitch, T.Alp Ikizler (2012) Handbook of nutrition and the Kidney. Lippincott Williams & Wilkins; 6th edition. 340 p.