

MIKROORGANISMUS SATUROŠA ORGANISKĀ MĒSLOŠANAS LĪDZEKĻA NOVĒRTĒJUMS

EVALUATION OF ORGANIC FERTILIZER CONTAINING MICROORGANISMS

Laila Dubova¹, Ina Alsina¹, Tetiana Harbovska^{1,2}, Adrija Dorbe¹, Dace Siliņa¹

¹LBTU LPTF Augsnes un augu zinātņu institūts

²Dārzeņu un meloņu audzēšanas institūts, Ukrainas Nacionālā agrāro Zinātņu akadēmija
ina.alsina@lbtu.lv

Kopsavilkums. Klimata neitralitāte ir nozīmīgs mērķis, lai maksimāli samazinātu antropogēno ietekmi uz planētu. Lauksaimniecībai ir nozīmīga loma šī mērķa sasniegšanā. Augu audzēšanā lietotie mēslošanas līdzekļi var būtiski izmainīt augu produktivitāti, augu un augsnes kvalitāti un ietekmi uz vidi. Kūstmēslu izmantošana augu mēslošanā samazina lopkopības atkritumu uzkrāšanos, nodrošina organiskās vielas atgriešanu augsnē. Projekta, kura ietvaros veikts pētījums, mērķis ir izveidot augu mēslošanai paredzētu līdzekli, kas nodrošinātu augu augšanu un produktivitāti, un kuru sastāvā iekļauti liellopu, cūku vai putnu mēsli, kūdra un pelni. Daļai no šiem mēslošanas līdzekļiem pievienots mikroorganismu preparāts. Lai noskaidrotu jaunizveidoto mēslošanas līdzekļu ietekmi uz gurķu ('Berlioz') un bazilika ('Tuscany') augšanu un ražu, iekārtots izmēģinājums veģetācijas traukos. Izmēģinājuma varianti sabalansēti pēc slāpekļa, taču atšķiras proporcija starp fosfora un kālija saturu. Kontroles variantā izmantots minerālais mēslojums. Veģetācijas trauku lielums mainīts atkarībā no audzējamā auga parametriem, taču pārstādīšanas brīdī ir saglabāts sākotnējais slāpekļa daudzums un barības elementu proporcija. Izmēģinājumu laikā noskaidrots, ka gurķiem (variantos ar organisko mēslojumu) ziedēšanas perioda sākumā lapās bija samazināts hlorofila daudzums. Līdzīgi rezultāti iegūti arī ar baziliku. Augstākā gurķu raža iegūta, izmantojot minerālo mēslojumu. Variantos, kur izmantots mēslošanas līdzeklis ar putnu mēsliem, vidēji raža bija par 15% zemāka, bet, izmantojot liellopu mēslus, pat par 42% zemāka. Lai gan statistiski neizdevās pierādīt, ka mikroorganismiem būtu bijusi ietekme uz gurķu ražu, tomēr varēja novērot, ka mikroorganismu pievienošana substrātam samazināja gurķu agro ražu, bet apmēram pēc mēneša šīs atšķirības izlīdzinās. Arī no bazilika augstāko ražu izdevās iegūt, lietojot minerālo mēslojumu. No organiskā mēslojuma veidiem labākie rezultāti izvēlētajiem kultūraugiem bija variantā ar putnu mēsliem. Būtisku mikroorganismu preparāta ietekmi konstatēt neizdevās.

Atslēgas vārdi: gurķi, baziliks, hlorofils, NDVI, raža.

Ievads

Pēdējos gados globālā uzmanība arvien vairāk ir pievērsta aktuālu vides problēmu risināšanai, jo īpaši lauksaimniecības jomā. Klimata pārmaiņas, bioloģiskās daudzveidības un resursu samazināšanās, arvien vairāk tiek uzsvērtas nepieciešamība pēc ilgtspējīgas saimniekošanas prakses.⁵ Eiropas Komisija ir pieņēmusi visaptverošu politikas iniciatīvu kopumu, kura mērķis ir pārveidot Eiropas Savienību (ES) par ilgtspējīgāku, klimatneitrālu ekonomiku, lai līdz 2030. gadam samazinātu siltumnīcefekta gāzu neto emisijas vismaz par 55%, salīdzinot ar 1990. gada līmeni.⁶ Viens no galvenajiem mērķiem ir veicināt ilgtspējīgu lauksaimniecību, samazinot minerālmēslu izmantošanu, kas ir nozīmīgs vides degradācijas un siltumnīcefekta gāzu emisiju avots. Aprēķināts, ka vidējā SEG emisija ir 16 kg CO₂ eq uz kg izmantotā N minerālmēslojuma (Klimatam draudzīga lauksaimniecības..., 2020). Eiropas "zaļajā kursā" tiek uzsvērtas nepieciešamība izmantot mazāk resursu un radīt mazāk atkritumu, izstrādāt inovatīvus risinājumus otrreizējai ražošanas blakusproduktu reciklēšanai.⁷

⁵ EIP-AGRI Workshop Conversion to organic farming: Innovative approaches and challenges. [Tiešsaiste] [skatīts: 2024. g. 10. febr.]. Pieejams: https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/eip-agri_ws_conversion-organic-farming_final-report_2022_en.pdf.

⁶ The European Green Deal. [Tiešsaiste] [skatīts: 2024. g. 21. febr.]. Pieejams: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.

⁷ Kas ir Eiropas "zaļais kurss"? [Tiešsaiste] [skatīts: 2024. g. 20. febr.]. Pieejams: <https://www.zemeunvalsts.lv/kas-ir-eiropas-zalais-kurss-isi-un-visparigi->

Pētījuma mērķis bija izvērtēt projekta ietvaros izveidoto mēslošanas līdzekļu ietekmi uz gurķu un bazilika augšanu un produktivitāti.

Materiāli un metodes

Lai skaidrotu mēslojuma veida un baktēriju preparāta ietekmi uz gurķu un bazilika augšanu, izmēģinājums iekārtots veģetācijas traukos, kuros augsne ir sajaukta ar kompostu. Kontroles variantā komposts aizstāts ar minerālo mēslojumu. Iestrādātais barības elementu daudzums norādīts 1. tabulā.

Kompostos izmantoti trīs dažādu veidu organiskie mēsli: liellopu pakaišu kūtsmēsli, putnu mēsli un cūku kūtsmēsli, sajaucot tos ar kūdru un koksnes pelniem. Sagatavotais komposts izmantots kultūraugu mēslošanā.

Sagatavotā komposta aprēķinātais ķīmiskais sastāvs bija atšķirīgs. Kultūraugu mēslošanas norma izveidota, lai iestrādātu vienādu slāpekļa daudzumu. Pamatmēslojumā ar kompostu iestrādāts 8 g m⁻² N, fosfora un kālija iestrādātais daudzums bija atšķirīgs katrā mēslojuma variantā: 4.3–5.9 g m⁻² P₂O₅ un 5.0–9.1 g m⁻² K₂O (1. tab.). Kontroles variantā kultūraugu mēslošanā iestrādātie minerālmēsli: kristalons sarkanais (NPK 12-12-36), kristalons zaļais (NPK 18-18-36) un amonija nitrāts (34% N).

1. tabula / Table 1

Ar mēslojumu iestrādātais barības elementu daudzums pamatmēslojumā, g m⁻²
The amount of nutrients incorporated with fertilizer in pre-planting application, g m⁻²

Mēslojuma veids	Iestrādātais barības elementu daudzums, g m ⁻² / <i>The amount of nutrients, g m⁻²</i>		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Kontrole (minerālmēsli) / <i>Control (mineral fertilisers)</i>	8.0	5.0	12.0
Liellopu kūtsmēsli + kūdra + pelni / <i>Cattle manure + peat + ash</i>	8.0	5.1	8.9
Putnu mēsli + kūdra + pelni / <i>Poultry manure + peat + ash</i>	8.0	4.3	5.0
Cūku kūtsmēsli + kūdra + pelni / <i>Pig manure + peat + ash</i>	8.0	5.9	9.1

Mikroorganismu preparāts, kas saturēja *Bacillus megaterium* un projekta ietvaros iegūts no Latvijas Universitātes Bioloģijas fakultātes Mikroorganismu kolekcijas, ienests substrātā reizē ar mēslošanas līdzekli. Izmēģinājumā iekļauti varianti, kuros mēslošanas līdzekļiem pievienoti mikroorganismi, kā arī bez tiem.

Veģetācijas trauku izmēģinājumi iekārtoti sešos atkārtojumos. Trauku lielums mainīts atkarībā no augu izmēriem. Bazilikam pārstādīšana veikta vienu reizi, nomainot 1 litra traukus uz 2 litru traukiem, gurķiem trīs reizes, nomainot 1 litra trauku uz 3 litru trauku un pēc tam uz 10 l veģetācijas trauku. Katrā pārstādīšanas reizē pievienota identiska mēslošanas līdzekļu deva.

Izmēģinājumos izmantoti gurķi 'Berlioz' F1 (īsaugļu šķirne) un baziliks 'Tuscany' (kompakts augs, piemērots audzēšanai podos, labi ataug pēc nogriešanas).

Veģetācijas periodā gurķu lapās noteikts hlorofila saturs ar portatīvo lapu hlorofila mērītāju *atLeaf*. Bazilika lapu hlorofila satura noteikšanai izmantots indekss NDVI, kas aprēķināts pēc lapu atstarošanās spektriem, izmantojot 1. vienādojumu (Padilla et al., 2017):

$$NDVI = (W760 - W670) / (W760 + W670) \quad (1),$$

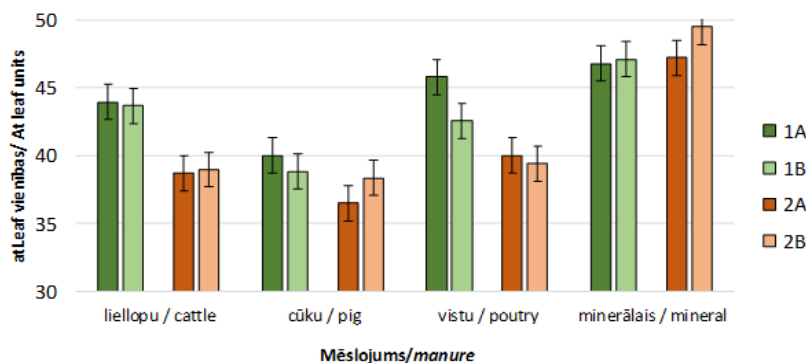
kur *W760* un *W670* – atstarotās gaismas daudzums attiecīgajā viļņu garumā.

Gurķu raža vākta ar 2–4 dienu intervālu mēneša garumā laika posmā no 2023. gada 15. jūnija līdz 18. jūlijam. Bazilika raža ievākta, nogriežot auga virszemes daļu virs pirmās zarojumu vietas 48., 90. un 124. augu veģetācijas dienā.

Iegūtie dati matemātiski apstrādāti, izmantojot divfaktoru dispersijas analīzi, un atšķirības starp rezultātiem tiek uzskatītas par būtiskām, ja $p < 0.05$.

Rezultāti un diskusijas

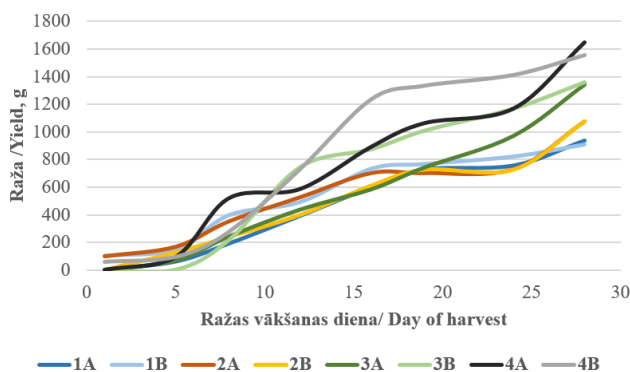
Izmēģinājumos noskaidrots, ka trešās īstās gurķu lapas stadijā visos izmēģinājuma variantos, izņemot mēslojumu, kas saturēja cūku kūtsmēslus, hlorofila saturs bija pietiekams. Neraugoties uz to, ka gurķi tika pārstādīti ar mēslojumu bagātinātā substrātā, ziedēšanas fāzes laikā visos organiskā mēslojuma variantos gurķu lapās bija novērojams pazemināts hlorofila saturs, kas liecina par nepietiekamu augiem izmantojamā slāpekļa daudzumu (1. att.). Datu matemātiskā apstrāde pierāda, ka mēslojumam bija būtiska ietekme uz hlorofila saturu gurķu lapās, kur trīs lapu stadijā mēslojuma ietekmes īpatsvars veido 30.6%, bet ziedēšanas laikā jau 54.86%. Pierādīt baktēriju preparāta ietekmes būtiskumu neizdevās, un ietekmes īpatsvari attiecīgi auga ontogēnēzē bija 1.3 un 0.7%.



1. att. Mēslojuma ietekme uz hlorofila saturu gurķu lapās: 1 – trīs īsto lapu stadijā, 2 – ziedēšana, A – ar baktēriju preparātu, B – bez preparāta.

Fig. 1. Effect of fertilizer on chlorophyll content in cucumber leaves: 1 – 3rd leaf stage, 2 – flowering, A – with bacterial preparation, B – without preparation.

Nepietiekamais barības vielu daudzums atspoguļojas arī iegūtajā gurķu ražā (2. att.). Augstākā gurķu raža iegūta variantos ar minerālmēslojumu (ar un bez baktēriju preparāta). Tā bija vidēji par 15% augstāka nekā variantos ar putnu, par 32% cūku un 42% liellopu kūtsmēslus saturošo mēslojumu variantos.

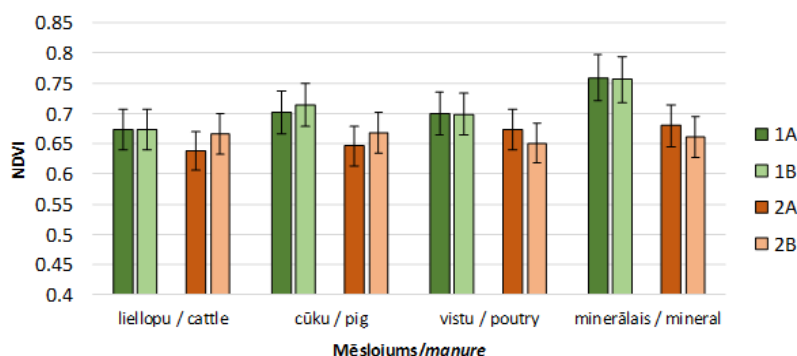


2. att. Mēslojuma ietekme uz gurķu ražu: 1 – liellopu, 2 – cūku, 3 – putnu, 4 – minerālais, A – ar baktēriju preparātu, B – bez preparāta.

Fig. 2. Effect of fertilizer on cucumber yield: 1 – cattle, 2 – pig, 3 – poultry, 4 – mineral, A – with bacterial preparation, B – without preparation

Dažādas izcelsmes organiskajam mēslojumam ir atšķirīgs izmantošanās koeficients. Atšķirības starp slāpekļa izmantošanos no putnu un liellopu vai cūku kūtsmēsliem atkarībā no augsnes var sastādīt pat 25–50% (Kārlīšs, Līpenīte, 2019). Lai gan konstatēt būtisku mikroorganismu preparāta ietekmi uz gurķu ražas veidošanos neizdevās, tomēr tika novērota šāda tendence – ražošanas sākumā mikroorganismu preparāta ietekmē raža bija zemāka par 4–24%, bet pēc mēneša atšķirības starp variantiem izlīdzinājās. Izmēģinājumā ar baziliku pumpurošanās fāzē bazilika lapās hlorofila saturs visos mēslošanas variantos, izņemot liellopu kūtsmēslus saturošos, ir bijis pietiekams augu fizioloģisko procesu nodrošināšanai. Tomēr minerālmēslojumu saņēmušie augi vidēji saturēja par 7–13% vairāk hlorofila. Turpretim, sasniedzot ziedēšanas fāzi, augiem visos variantos tika konstatēts N trūkums, un

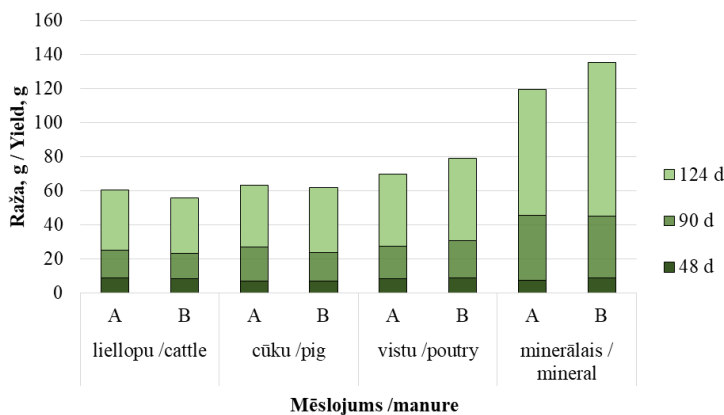
atšķirības hlorofila saturā starp minerālo un organisko mēslojumu saņēmušajiem augiem nepārsniedz 3% (3. att.).



3. att. Mēslojuma ietekme uz bazilika lapu NDVI indeksu: 1 – pumpurošanās, 2 – ziedēšana, A – ar baktēriju preparātu, B – bez preparāta.

Fig. 3. Effect of fertilizer on NDVI of basil leaves: 1 – inflorescence emergence, 2 – flowering, A – with bacterial preparation, B – without preparation.

Veģetācijas perioda sākumā bazilika ražas atšķirības starp atsevišķiem mēslojuma veidiem svārstījās 10% robežās, liellopu un putnu mēslu variantos augi pat pārsniedza kontroles variantu. Turpinot augu audzēšanu un ievācot augu masu pēc 90 un 124 dienām, tika pierādīts, ka variantos ar organisko mēslojumu augu masa ir uz pusi mazāki nekā kontroles variantā (4. att.). Lai gan konstatēt būtisku mikroorganismu preparāta ietekmi neizdevās, tomēr iezīmējās tendence, ka mikroorganismu pievienošana mēslojumam labāku efektu devusi variantos, kur mēslojuma ietekme bijusi mazākā (4. att.).



4. att. Mēslojuma ietekme uz bazilika ražu: A – ar baktēriju preparātu, B – bez preparāta.

Fig. 4. Effect of fertilizer on basil yield: A – with bacterial preparation, B – without preparation.

Fakts, ka organiskā mēslojuma lietošana nav devusi līdzvērtīgu efektu minerālajam mēslojumam, ir ziņots arī citu autoru darbos, vienlaikus norādot uz mēslojuma ilgtermiņa efektu nākamajos veģetācijas gados (Rehman, Qayyum, 2020; Bogunovic et al., 2024). Literatūrā ir atrodami salīdzinoši daudz datu par baktēriju pozitīvo ietekmi uz augu sakņu sistēmas attīstību, minerālās barošanās uzlabošanu un spēju izdalīt vielas, kas veicina augu augšanu un ražas formēšanos (Jardin, 2015; Chojnacka, 2015), bet šajā izmēģinājumā tādi rezultāti nav iegūti.

Secinājumi

1. Izmēģinājumu laikā noskaidrots, ka gurķu un bazilika ražu būtiski ietekmēja lietotais mēslojuma veids. Iegūto ražu kritums abiem kultūraugiem bija vienāds, t. i., minerālais mēslojums > putnu mēsli > cūku mēsli > liellopu mēsli.

2. Augstākā gurķu raža iegūta, izmantojot minerālo mēslojumu. Variantos, kur izmantots mēslošanas līdzeklis ar putnu mēsliem, vidēji raža bija par 8% zemāka, taču, lietojot liellopu mēslus, tā ir pat par 42% zemāka. Lai gan statistiski neizdevās pierādīt, ka mikroorganismiem būtu bijusi ietekme uz gurķu ražu, tomēr varēja novērot, ka mikroorganismu pievienošana substrātam samazina gurķu agro ražu, bet apmēram pēc mēneša šīs atšķirības izlīdzinās.
3. Augstāko ražu no bazilika izdevās iegūt, lietojot minerālo mēslojumu. No pētītajiem organiskajiem mēslojumiem labākais bija tas, kas saturēja putnu mēslus. Lai gan konstatēt būtisku mikroorganismu preparāta ietekmi neizdevās, tomēr iezīmējās tendence, ka mikroorganismu pievienošana mēslojumam labāku efektu devusi variantos, kur mēslojuma ietekme bijusi mazākā.

Abstract. *Climate neutrality is an important goal to minimize the anthropogenic impact on the planet. Agriculture plays an important role in achieving this goal. Fertilizers used in plant cultivation can significantly change plant productivity, plant and soil quality, and impact on the environment. The use of manure in plant fertilization reduces the accumulation of livestock waste, ensures the return of organic matter to the soil. The aim of the research was to create preparations intended for plant fertilization whose composition includes cattle, pig or poultry manure, peat and ash to ensure plant growth and productivity. A preparation of microorganisms is added to some of these fertilizers. In order to find out the effect of the newly developed fertilizers on the growth and yield of cucumbers ('Berlioz') and basil ('Tuscany'), experiments were arranged in vegetation containers. The trial variants were balanced for nitrogen, but the ratio of nitrogen, phosphorus and potassium content differed. Mineral fertilizer was used in the control variant. The size of the vegetation containers was changed depending on the parameters of the plant to be grown, but the original amount of nitrogen and the N:P:K ratio were kept during transplanting. It was found out during the experiments that the amount of chlorophyll in the leaves of cucumbers that had received organic fertilizer was reduced at the beginning of the flowering period. The similar results were obtained with basil. The highest yield of cucumbers was obtained using mineral fertilizers. In the variants where the fertilizer with poultry manure was used, the yield was by 8% lower on average, but when cattle manure was used, the yield decreased even by 42%. Although it was not possible to prove statistically that microorganisms had an effect on the yield of cucumbers, it could be observed that the addition of microorganisms to the substrate reduced the early yield of cucumbers, but after about a month this difference evened out. The highest yield of basil was also achieved when mineral fertilizers were used. Among the organic fertilizers, the one containing poultry manure is the best. It was not possible to establish a significant effect of the microorganism preparation.*

Key words: *cucumber, basil, chlorophyll, NDVI, yield.*

Pateicība. Pētījums veikts Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai (ELFLA) pasākuma "Sadarbība" projekta Nr. 22-00-A01612-000010 "Inovatīvs, mikroorganismus saturošs organiskais mēslošanas līdzeklis" ietvaros.

Izmantotā literatūra

1. Bogunovic I., Dugan I., Galic M., Kistic I., Pereira, P. (2024). Can biostimulant usage with farmyard manure provide a higher carbon level in low-quality, conventionally managed croplands? *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, Vol 9, Article 100638.
2. Chojnacka K. (2015). Innovative bio-products for agriculture. *Open Chem.*, 13 (1) 10.1515/chem-2015-0111.
3. Jardin P.D. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation *Scientia horticultrae*, 196, p. 3–14.
4. Kārklīņš A., Līpenīte I. (2019) Aprēķinu metodes un normatīvi augsnes iekultivēšanai un mēslošanas līdzekļu lietošanai. Jelgava: [Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 200 lpp.
5. *Klimatam draudzīga lauksaimniecības prakse Latvijā. Precīza minerālmēslojuma lietošana* (2020). A. Lēnerts, D. Popluga, Dz. Kreišmane, Jelgava: LLU. 15 lpp.
6. Padilla, F.M., Peña-Fleitas, M.T., Gallardo, M., Thompson, R.B. (2017). Determination of sufficiency values of canopy reflectance vegetation indices for maximum growth and yield of cucumber. *European Journal of Agronomy* 84, p. 1–15.
7. Rehman R.A., Qayyum M.F. (2020). Co-composts of sewage sludge, farm manure and rock phosphate can substitute phosphorus fertilizers in rice-wheat cropping system. *J. Environ. Manag.*, 259 (2020), Article 109700.