

SUBSTRATO SU MEDŽIO PLAUSŲ IR SKIRTINGO TRĘŠIMO AZOTU ĮTAKA AGURKŲ VYSTYMUISI

Andželika BARKAUSKAITĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas,
el. paštas: andzelika.barkauskaite@vdu.lt

Santrauka

Šiltnamiuose auginamai produkcijai naudojamos durpės, kurios pasižymi geromis mechaninėmis bei fizikinėmis savybėmis, o auginimo proceso eigoje mineralizuojasi ir atpalaiduoja maisto medžiagas. Tačiau durpės yra neatsiejama ekosistemų dalis, besiformuojanti kelis tūkstančius metų ir yra gaunama iš natūraliai susiformavusių ir susiklojusį pelkių. Anglies atsargų durpynuose išsaugojimas yra labai svarbus siekiant sušvelninti klimato kaitą. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijoje, Žemės ir miškų tyrimo jungtinio tyrimų centro kontroliuojamo klimato šiltnamyje 2021 m. atliktame 2 veiksmų eksperimente buvo pasirinkta alternatyva durpėms – medžio perdirbimo atlieka, kurioje auginami agurkai. Nepanaudojama gamybai mediena susmulkinama, sumalama ir jos konsistencija tampa panaši į plaušą. Eksperimente pasirinkti variantai: Veiksny A – keturios skirtingos terpės: 1. Durpių substratas kontrolinis 100 proc. durpės – SB; 2. Medžio perdirbimo atliekos 100 proc. – MP; 3. Medžio perdirbimo atliekos ir durpės santykiu 50:50; 4. Medžio perdirbimo atliekos ir durpės santykiu 25:75. Veiksny B – azoto imobilizacijos kompensavimui įvertinti atlikti trys papildomi tręšimai: 1. Foninis tręšimas $N_{12}P_{11}K_{18}$ standartinis maitinamasis tirpalas $1,6g\ l^{-1}$; 2. N_{13} + foninis tręšimas $N_{12}P_{11}K_{18}$; 3. N_{23} + foninis tręšimas $N_{12}P_{11}K_{18}$; 4. N_{30} + foninis tręšimas $N_{12}P_{11}K_{18}$. Nustatyta, kad agurkų auginimui šiltnamyje durpių substratą galima pakeisti terpe iš medžio perdirbimo atliekų reguliuojant maisto medžiagų imobilizaciją terpėje. Geriausiai agurkai derėjo auginami mišinyje 50/50 ir medžio plaušo terpėje be papildomo tręšimo. Papildomas tręšimas didesnėmis N_{23} ir N_{30} normomis mažino agurkų vaisių derlingumą, išskyrus auginamų terpių mišinyje 50/50.

Reikšminiai žodžiai: medžio plaušas, durpių substratas, biometriniai parametrai, tręšimas azotu.

Įvadas

Žemės ūkio tvarumas labai glaudžiai susijęs su ūkio tvarumo palaikymu, gyvulių ir pasėlių gerovės, biologinės įvairovės didinimu, tai pat neigiamo poveikio aplinkai mažinimu ir kontrolės taikymu. Pagrindinės strategijos tai pasiekti: biologinės įvairovės didinimas, dirvožemio sveikatos gerinimas, pasėlių produktyvumo užtikrinimas (Otieno, 2024; Elbasiouny et al., 2022). Tai pasiekti galima taikant sėjomaines, sumažinus cheminių medžiagų kiekius, patenkančius į dirvą, ar pritaikius bežemės auginimo technologijas (Elbasiouny et al., 2022; Raviv, 2011). Paskutinei alternatyvai labiausiai naudojamos durpės, kurios yra neatsiejama ir labai jautri ekosistemų dalis, jų susidarymui reikia kelių tūkstančių metų. Durpynai užima apie 4,2 mln. km² sausumos žemės paviršiaus ir kaupia apie 700 Gt organinės anglies. Dėl šios priežasties labai svarbu išsaugoti anglies atsargas durpėse ir taip sušvelninti klimato kaitą (Lupascu, Wijedasa, 2021). Durpės yra iškastinė medžiaga, naudojama kaip šiltnamio ir sodo augalų auginimo terpė (Hirschler, Osterburg, 2022). Plačiai naudojamos substratų gamybai dėl savo gerų fizinių cheminių ir biologinių savybių, taip pat nedidelio tūrio tankio, didelio poringumo. Dėl šių priežasčių augintojams lengva jas pritaikyti augalo poreikiams (Paul et al., 2021; Barrett et al., 2016). Nepaisant to, durpių gavyba yra labai ribota ir smarkiai prisideda prie klimato kaitos (Hirschler, Osterburg, 2022).

Dirvožemio pakaitalai (auginimo terpės) turi pasižymėti puikiomis biologinėmis, fizikinėmis ir cheminėmis savybėmis, turėti gerą oro ir vandens talpą, būti lengvai skaidomos ir išeikvojamos, savo sudėtyje neturi turėti toksiškų elementų (Zhang et al., 2022). Substratai augalų auginimui šiltnamyje: vermikulitas, (Ufitinema et al., 2023), agroperlitas (perlitas) (Kartal ir Gebologlu, 2023) hematitas, (Zhao et al., 2021) akmens vata, kanapių, (Nerlich et al., 2022) kokosų ir palmių plaušas, (Saragih et al., 2024), pjuvenos, smulkinti šiaudai, (Ufitinema et al., 2023) kompostai gaunami iš vaisių ir daržovių išspaudų, (Kartal, Gebologlu, 2023) sendinta medžių žievė, keramzito granulės, pemza, smėlis, vulkaninės uolienos, mineralinė vata (Mariyappillai et al., 2020; Kennard et al., 2020; Gruda, 2012).

Tyrimo tikslas – įvertinti medžio perdirbimo atliekų ir jų mišinių su durpių substratu, reguliuojant maisto medžiagų imobilizaciją terpėje, įtaką agurkų vystymuisi.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Įvertinti agurkų biometrinius rodiklius reguliuojant azoto kiekį terpėje.
2. Nustatyti agurkų produktyvumą reguliuojant azoto kiekį terpėje.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo objektas: medžio perdirbimo atliekos ir jų mišiniai su durpių substratu, kuriuose reguliuojama maisto medžiagų imobilizacija.

Dviejų veiksmų eksperimentas, substrato su medžio plaušu reguliuojant maisto medžiagų imobilizaciją įtaką agurkų produktyvumui buvo atliekamas Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijoje (VDU ŽŪA), Žemės ir miškų tyrimo jungtinio tyrimų centro kontroliuojamo klimato šiltnamyje ir Bandymų stoties Dirvožemio ir pasėlių ekologijos laboratorijoje 2021 m.

Eksperimento variantai:

Veiksny A – keturios skirtingos terpės:

1. Durpių substratas kontrolinis 100 % durpės – SB;

2. Medžio perdirbimo atliekos 100 % – MP;
3. Medžio perdirbimo atliekos ir durpės santykiu 50:50;
4. Medžio perdirbimo atliekos ir durpės santykiu 25:75.

Veiksny B – azoto imobilizacijos kompensavimui įvertinti atlikti trys papildomi tręšimai – pasirinktas foninis tręšimas ir trys skirtingos papildomos azoto normos:

1. Foninis tręšimas $N_{12}P_{11}K_{18}$ standartinis maitinamasis tirpalas 1,6 g l⁻¹;
2. N_{13} + foninis tręšimas $N_{12}P_{11}K_{18}$;
3. N_{23} + foninis tręšimas $N_{12}P_{11}K_{18}$;
4. N_{30} + foninis tręšimas $N_{12}P_{11}K_{18}$.

Eksperimentas atliktas keturiais pakartojimais, pakartojimai išdėstyti randomizuotu būdu.

Eksperimente su skirtingomis auginimo terpėmis vykdymui kontroliuojamo klimato sąlygomis pasirinkta paprastojo agurko (*Cucumis sativus* L.) ankstyva partenokarpinė, hibridinė veislė 'Dirigent H'. Veislė sukurta Olandijoje. Agurkų sodinukai iš sėklų išauginti reguliuojamo klimato kameroje RUMED. Daiginimo kameros oro temperatūra 25 °C, drėgnumas – 80 proc. Daigyklos buvo užpildytos sėklų daiginimui skirtu durpių substratu, sudarytu iš durpių frakcijos iki 7 mm, pH 5,5–6,5, NPK(14-16-18) 0,5 kg m⁻³, naudotas drėgmę sulaikantis skystis WA 0,1 kg m⁻³.

Sodinukams leidžiant antrą tikrąjį lapelį, iš daiginimo kameros jie buvo perkelti į šiltnamį ir pasodinti į 5 l talpos vegetacinius indus, užpildytus tiriamomis auginimo terpėmis.

Temperatūra dienos metu buvo nustatoma 25°C, naktį – 16°C. Šiltnamio oro drėgnumas siekė 75 %, o patalpų apšvietimo trukmė – 16 val. per parą.

Eksperimente foninis tręšimas buvo atliekamas mineralinėmis trąšomis YaraMila® COMPLEX NPK 12-11-18 su mikroelementais. Šių kompleksinių trąšų sudėtyje yra visos pagrindinės, augalui reikalingos maistinės medžiagos ir tik nežymus kiekis chloridų, todėl jomis galima tręšti augalus, jautrius chlorui. Trąšų cheminė sudėtis: azoto (N) – 12 proc., fosforo (P₂O₅/P) – 11/4,8 proc., kalio (K₂O/K) – 18/14,9 proc., magnio (MgO/Mg) – 2,7/1,8 proc., sieros (SO₃-/S) – 20/8 proc., boro (B) – 0,015 proc., geležies (Fe) – 0,20 proc., mangano (Mn) – 0,02 proc., cinko (Zn) – 0,02 proc. 1 m³ vandens ištirpinama 1,60 kg kompleksinių trąšų. Iki žydėjimo agurkai tręšti kartą per savaitę po 500 ml maitinamojo tirpalo į vegetacinį indą. Derėjimo metu šiomis trąšomis agurkai buvo tręšti du kartus per savaitę.

Auginimo terpių medžio plaušo ir jo derinių su durpių substratu cheminės analizės atliktos Lietuvos žemės ūkio konsultavimo tarnybos (LŽŪKT) laboratorijoje ir Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro (LAMMC) agrocheminių tyrimų laboratorijoje.

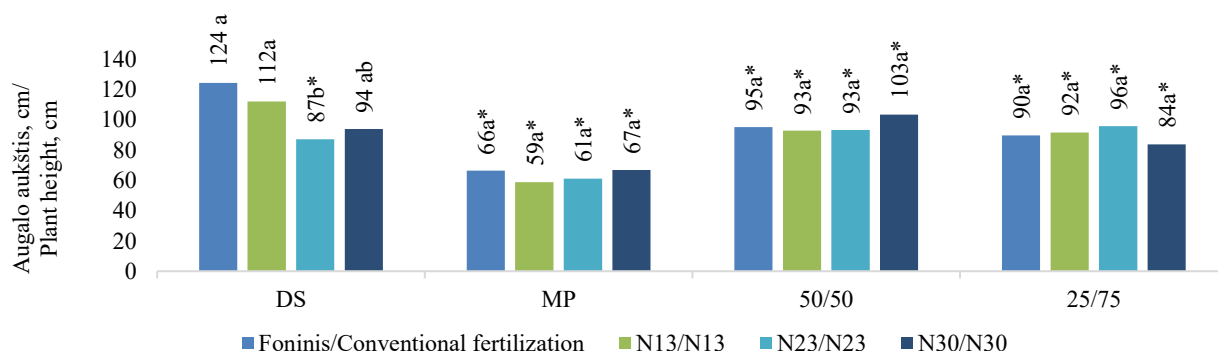
Augalų biometriniai rodikliai: biometriniai parametrai nustatyti agurkų žydėjimo ir mezgimo pradžios tarpsniu (augalų lapų, žiedų skaičius, aukštis).

Agurkų produktyvumas nustatytas nuskynus, pasvėrus ir suskaičiavus prekinis agurkų vaisius (8–12 cm) nuo kiekvieno varianto atskirai ir gautus rezultatus perskaičiavus į vieno augalo produktyvumą g nuo augalo.

Azoto imobilizacijos vykstant medžio plaušo destrukcijai kompensavimo technologijos eksperimentinių tyrimų rezultatai įvertinti dviejų veiksmų dispersinės analizės metodu, naudojant kompiuterinę programą DISVEG iš programų paketo SELEKCIJA. Skirtumų tarp variantų vidurkių esmingumas nustatytas pagal Fišerio kriterijų ir pagal mažiausią esminio skirtumo ribą R_{0,05} (P<0,05) (Raudonius, 2017).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Vertinant agurkų biometrinius rodiklius skirtingose auginimo terpėse ir taikant tręšimą skirtingomis azoto normomis, geriausiai augalai vystėsi auginant durpių substrate, lyginant su terpių mišiniais ir medžio plaušu, kai nebuvo naudotas papildomas atliktas foninis tręšimas (žr. 1 pav.).



Pastaba: reikšmės, pažymėtos *, esmingai skiriasi nuo kontrolės (durpių substratas, foninis tręšimas) R_{0,05} AxB = 18,728. Reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis (a, b), skiriasi esmingai tarp tręšimo azoto normų (P<0,05).

DS – durpių substratas; MP – medienos plaušas; 50/50 – medienos plaušas ir durpės tūrio santykiu 50:50; 25/75 – medienos plaušas ir durpės tūrio santykiu 25:75. Note: values marked with * are significantly different from the control (peat substrate, background fertilization) R_{0,05} AxB = 18,728. Values marked with different letters (a, b) are significantly different between nitrogen fertilization rates (P<0,05).

DS – peat substrate; MP – wood fiber; 50/50 – wood fiber and peat in a volume ratio of 50:50; 25/75 – wood fiber and peat in a volume ratio of 25:75.

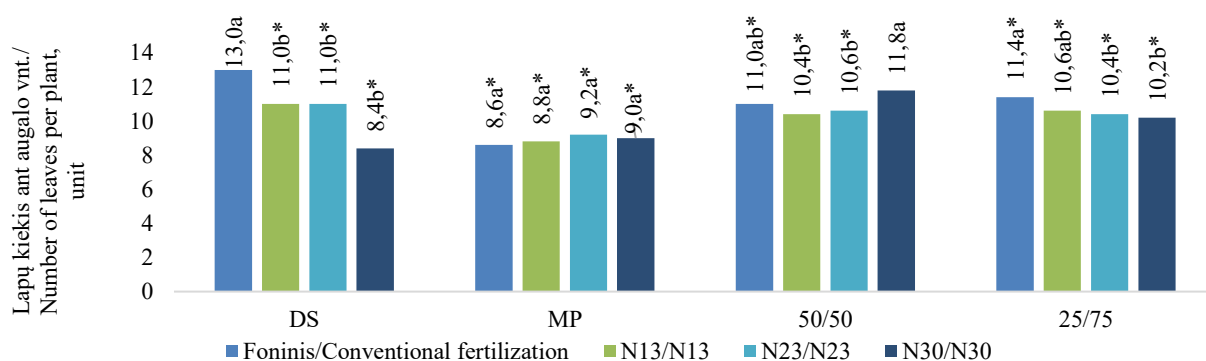
1 pav. Azoto imobilizacijos skirtingose auginimo terpėse ir tręšimo įtaka agurkų augalo aukščiui žydėjimo pradžioje

Fig. 1. The effect of nitrogen immobilization in different growing media and fertilization on cucumber plant height at the beginning of flowering

Medžio plauše augę augalai žydėjimo pradžioje buvo 1,6 karto žemesni už augalus, augintus durpių substrate ir 1,4 karto žemesni už augalus, augintus abiejuose mišiniuose. Papildomas tręšimas azotu esmingai nedidino agurkų augalų aukščio medžio plaušo terpėje ir jo mišiniuose. Durpių substrate papildomai tręšti augalai buvo žemesni, lyginant su be papildomo tręšimo agurkais. Papildomai patręšus (N_{23}) norma, nustatytas esminis skirtumas – 29,8 proc., lyginant su augalais, augintais durpių substrate be papildomo tręšimo. Tikėtina, kad vegetacijos pradžioje augalų, augančių durpių substrate, papildomai tręšti nereikia, o medžio plaušas ir mišiniai su juo imobilizuoja azotą skaidymosi procese.

R. H. Roosta kartu su kolegomis (2025) savo tyrime lygino agurkų augimą bežemėse terpėse šiltnamyje su agurkų auginimu lauke. Pagal gautus tyrimų duomenis nustatyta, kad agurkus auginant maistinėse terpėse be dirvožemio, augalų aukštis padidėja iki 13 proc., užuomazgų ir žiedų kiekis – iki 9,4 proc., lapų skaičius ir plotas – 31,45 proc.

Agurkai, augantys durpių substrate, žydėjimo pradžioje užaugino esmingai vidutiniškai 27,9 proc. daugiau lapų, palyginus su augintais medžio plauše ir mišiniuose su juo (žr. 2 pav.). Medienos plauše augantys augalai buvo žemiausi ir turėjo esmingai mažiausiai lapų, palyginus su durpių substrate augančiais – 33,8 proc., terpių mišiniuose vidutiniškai 23,3 proc. Papildomas tręšimas azotu durpių substrate ir mišinyje 25/75 esmingai mažino lapų kiekį ant augalo, atitinkamai vidutiniškai 23,1 proc. ir 9,6 proc. Medžio plaušo terpėje papildomas tręšimas lapų kiekiui įtakos neturėjo, o mišinyje 50/50 esmingai mažiau augalai lapų užaugino patręšti papildomai N_{13} ir N_{23} , palyginus su auginamais agurkais durpių substrate tik su foniniu tręšimu.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos *, esmingai skiriasi nuo kontrolės (durpių substratas, foninis tręšimas) $R_{0,05} A \times B = 18,728$. Reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis (a, b), skiriasi esmingai tarp tręšimo azotu normų ($P < 0,05$).

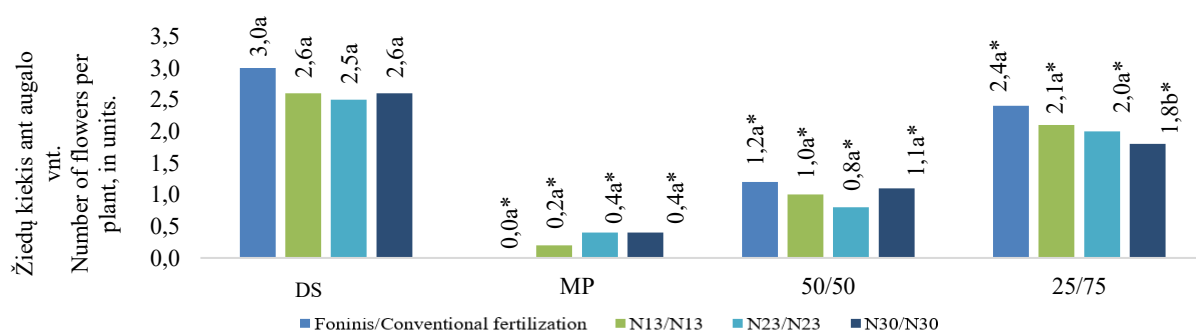
DS – durpių substratas; MP – medienos plaušas; 50/50 – medienos plaušas ir durpės tūrio santykiu 50:50; 25/75 – medienos plaušas ir durpės tūrio santykiu 25:75
 Note: values marked with * are significantly different from the control (peat substrate, background fertilization) $R_{0,05} A \times B = 18,728$. Values marked with different letters (a, b) are significantly different between nitrogen fertilization rates ($P < 0,05$).

DS – peat substrate; MP – wood fiber; 50/50 – wood fiber and peat in a volume ratio of 50:50; 25/75 – wood fiber and peat in a volume ratio of 25:75

2 pav. Azoto imobilizacijos skirtingose auginimo terpėse ir tręšimo įtaka lapų kiekiui ant augalo žydėjimo pradžioje

Fig. 2. The effect of nitrogen immobilization in different growing media and fertilization on the number of leaves on a plant at the beginning of flowering

Visų pirma augalai pradėjo žydėti durpių substrate ir žiedų skaičius šioje terpėje buvo esmingai didžiausias, palyginus su kitomis auginimo terpėmis, o tuo tarpu medienos perdirbimo atliekoje, plauše augalai tik ruošėsi žydėjimui (žr. 3 pav.). Mišinyje 50/50 žiedų skaičius buvo 2,0 kartus mažesnis, lyginant su mišiniu 25/75, tačiau 4,4 kartus didesnis, palyginus su augalais, auginamais medžio plauše. Visi papildomi tręšimai turėjo įtakos žydėjimui. Didinant azoto normas, žiedų skaičius ant augalo mažėjo, išskyrus auginamus medžio plauše. Tarp žiedų skaičiaus ant augalo skirtumai nebuvo esminiai, pastebėtos tik žiedų skaičiaus mažėjimo tendencijos, išskyrus auginamų mišinyje 25/75.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos *, esmingai skiriasi nuo kontrolės (durpių substratas, foninis tręšimas) $R_{0,05} A \times B = 18,728$. Reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis (a, b), skiriasi esmingai tarp tręšimo azotu normų ($P < 0,05$).

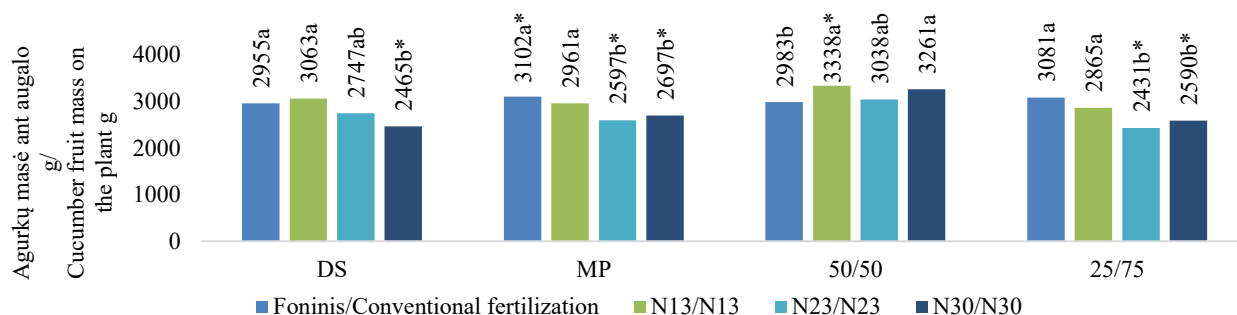
DS – durpių substratas; MP – medienos plaušas; 50/50 – medienos plaušas ir durpės tūrio santykiu 50:50; 25/75 – medienos plaušas ir durpės tūrio santykiu 25:75
 Note: values marked with * are significantly different from the control (peat substrate, background fertilization) $R_{0,05} A \times B = 18,728$. Values marked with different letters (a, b) are significantly different between nitrogen fertilization rates ($P < 0,05$).

DS – peat substrate; MP – wood fiber; 50/50 – wood fiber and peat in a volume ratio of 50:50; 25/75 – wood fiber and peat in a volume ratio of 25:75

3 pav. Azoto imobilizacijos skirtingose auginimo terpėse ir tręšimo įtaka žiedų kiekiui ant augalo žydėjimo pradžioje

Fig. 3. The effect of nitrogen immobilization in different growing media and fertilization on the number of blossoms on a plant at the beginning of flowering

Agurkai didžiausią vaisių masę ant augalo užaugino substrato mišinyje 50/50, bet esmingai 13,0 proc. derlingesni buvo tik papildomai patręšus N_{13} , o medžio plauše be papildomo azoto vaisių masė buvo esmingai 5,0 proc. didesnė, palyginus su augintais durpių substrate (žr. 4 pav.). Papildomas tręšimas didesnėmis N_{23} ir N_{30} normomis durpių substrato, medžio plaušo ir mišinio 25/75 auginimo terpėse esmingai mažino augintų agurkų vaisių masę, palyginus su tręštais tik foniniu tręšimu ir mažiausia N_{13} norma. Auginamų durpių substrate agurkų vaisių masė esmingai sumažėjo vidutiniškai 18,1 proc. patręšus N_{30} , palyginus su tręštais foniniu tręšimu ir papildoma N_{13} norma. Medžio plaušo ir mišinio 25/75 auginimo terpėse esmingai mažiau vaisių užaugo papildomai patręšus didesnėmis N_{23} ir N_{30} normomis, palyginus su tręštais foniniu tręšimu ir papildoma N_{13} norma, atitinkamai vidutiniškai 12,7 proc. ir 15,6 proc. Mišinyje 50/50 auginamų agurkų vaisių masę papildomi tręšimai didino. Esminiai vaisių masės padidėjimai nustatyti papildomai patręšus N_{13} – 11,9 proc. ir N_{30} – 9,3 proc. normomis.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos *, esmingai skiriasi nuo kontrolės (durpių substratas, foninis tręšimas) $R_{0,05} A \times B = 18,728$. Reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis (a, b), skiriasi esmingai tarp tręšimo azotu normų ($P < 0,05$).

DS – durpių substratas; MP – medienos plaušas; 50/50 – medienos plaušas ir durpės tūrio santykiu 50:50; 25/75 – medienos plaušas ir durpės tūrio santykiu 25:75. Note: values marked with * are significantly different from the control (peat substrate, background fertilization) $R_{0,05} A \times B = 18,728$. Values marked with different letters (a, b) are significantly different between nitrogen fertilization rates ($P < 0,05$).

DS – peat substrate; MP – wood fiber; 50/50 – wood fiber and peat in a volume ratio of 50:50; 25/75 – wood fiber and peat in a volume ratio of 25:75

4pav. Auginimo terpių su medžio perdirbimo atliekomis įtaka vidutinei agurkų vaisių masei ant augalo

Fig. 4. The effect of growing media containing wood processing waste on the average weight of cucumber fruits per plant

Organinės kilmės substratuose su pušų žieve ar medienos plaušu augančių vaisių kokybė geresnė, tokiose terpėse augantys vaisiai pasižymi didesniu dydžiu, geresnėmis skoninėmis savybėmis, gali turėti nuo 18,0 iki 38,1 proc. didesnį vitamino C kiekį (Yang et al., 2023). Atlikto eksperimento rezultatai taip pat parodė, kad medžio perdirbimo atlieka yra tinkama naudoti kaip auginimo terpė šiltnamiuose auginamiems agurkams. Toks sprendimas leistų mažinti durpynų eikvojimą substratų gamybai augalų auginimui šiltnamiuose.

Išvados

1. Žydėjimo pradžioje augalai geriausiai vystėsi durpių substrate, jie buvo aukščiau, turėjo daugiausiai lapų ir žydėti pradėjo anksčiau, o medžio plaušo auginimo terpėje agurkų augalai vystėsi lėčiau, palyginus su augintais substratų mišiniuose. Mišiniuose 50/50 ir 25/75 augalai vystėsi panašiai, bet geriau, palyginus su medžio plaušo terpe.

2. Papildomas tręšimas N_{23} ir N_{30} normomis esmingai mažino augalų aukštį ir lapų kiekį auginamų durpių substrate, o auginamų medžio plauše ir mišiniuose su juo esminės įtakos neturėjo. Papildomas tręšimas turėjo tendenciją mažinti žiedų skaičių ant augalo.

3. Geriausiai agurkai derėjo auginami mišinyje 50/50 ir medžio plaušo terpėje be papildomo tręšimo. Papildomas tręšimas didesnėmis N_{23} ir N_{30} normomis mažino agurkų vaisių derlingumą, išskyrus auginamų terpių mišinyje 50/50.

Literatūra

- Barrett, G. E., Alexander, P. D., Robinson, J. S., & Bragg, N. C. (2016). Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems—A review. *Scientia horticulturae*, 212, 220-234.
- Elbasiouny, H., El-Ramady, H., Elbehiry, F., Rajput, V. D., Minkina, T., & Mandzhieva, S. (2022). Plant nutrition under climate change and soil carbon sequestration. *Sustainability*, 14(2), 914.
- Gruda, N. (2011). Current and future perspective of growing media in Europe. In *V Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes*, 960 (pp. 37-43).
- Hirschler, O., & Osterburg, B. (2022). Peat extraction, trade and use in Europe: A material flow analysis. *Mires and Peat*, 28, 24-27.
- Yang, T., Altland, J. E., & Samarakoon, U. C. (2023). Evaluation of substrates for cucumber production in the Dutch bucket hydroponic system. *Scientia Horticulturae*, 308, 111578.

6. Kartal, H., & Geboloğlu, N. (2023). Evaluation of composts from agro industrial wastes as an alternative growing media against cocopeat for soilless tomato cultivation. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(3), 454-459.
7. Kennard, N., Stirling, R., Prashar, A., & Lopez-Capel, E. (2020). Evaluation of recycled materials as hydroponic growing media. *Agronomy*, 10(8), 1092.
8. Lupascu, M., & Wijedasa, L. S. (2021). Paludiculture as a sustainable land use alternative for tropical peatlands: A review. *Science of the Total Environment*, 753, 142111.
9. Mariyappillai, A., Arumugam, G., & Raghavendran, V. B. (2020). The techniques of hydroponic system. *Acta Scientific Agriculture*, 4(7), 79-84.
10. Nerlich, A., Karlowsky, S., Schwarz, D., Förster, N., & Dannehl, D. (2022). Soilless tomato production: Effects of hemp fiber and rock wool growing media on yield, secondary metabolites, substrate characteristics and greenhouse gas emissions. *Horticulturae*, 8(3), 272.
11. Otieno, M. (2024). Farm Health: Crop Health, Animal Health, and Food Quality. In *Sustainable Agroecological Practices in Sub-Saharan Africa in the Face of Climate Change* (pp. 203-209). Cham: Springer Nature Switzerland.
12. Paul, A., Hussain, M., & Ramu, B. (2021). The physicochemical properties and microstructural characteristics of peat and their correlations: reappraisal. *International Journal of Geotechnical Engineering*, 15(6), 692–703. <https://doi.org/10.1080/19386362.2018.1483099>
13. Raudonius, S. (2017). Application of statistics in plant and crop research: important issues. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104(4).
14. Raviv, M. (2011, June). Composts in growing media: what's new and what's next? In *International Symposium on Responsible Peatland Management and Growing Media Production*, 982 (pp. 39-52).
15. Roosta, H. R., Sharifi Azad, H., & Mirdehghan, S. H. (2025). Comparison of the growth, fruit quality and physiological characteristics of cucumber fertigated by three different nutrient solutions in soil culture and soilless culture systems. *Scientific Reports*, 15(1), 203.
16. Saragih, H. S., Ompi, M., Kaligis, E. Y., Boneka, F. B. B., Warouw, V., & Paransa, D. S. A. J. (2024). Attachment Of Macroinvertebrate Larvae To Organic And Non-Organic Substrates. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 12(1), 185-193.
17. Ufitinema, B., Hakizimana, M., & Niyomugabo, J. D. D. (2023). Mycelial growth of oyster mushroom in spawn made using different cereal grains, sawdust and vermiculite as substrate. *Mushroom Research*, 32(1), 35-40.
18. Zhang, C., Cha, R., Zhang, P., Luo, H., & Jiang, X. (2022). Cellulosic substrate materials with multi-scale building blocks: fabrications, properties and applications in bioelectronic devices. *Chemical Engineering Journal*, 430, 132562.
19. Zhao, Y., Deng, C., Tang, D., Ding, L., Zhang, Y., Sheng, H., Ji, H., Song, W., Ma, W., Chen, C., Zhao, J. (2021). α -Fe₂O₃ as a versatile and efficient oxygen atom transfer catalyst in combination with H₂O as the oxygen source. *Nature Catalysis*, 4(8), 684-691.

THE EFFECT OF SUBSTRATE WITH WOOD FIBER AND DIFFERENT NITROGEN FERTILIZATION ON CUCUMBER DEVELOPMENT

Abstract

Peat is used for greenhouse crops, which has good mechanical and physical properties and mineralizes and releases nutrients during the growing process. However, peat is an integral part of ecosystems that has been forming for several thousand years and is obtained from naturally formed and layered bogs. Preservation of carbon reserves in peatlands is very important in order to mitigate climate change. In a 2-factor experiment conducted in 2021 at the Academy of Agriculture of Vytautas Magnus University, in the controlled climate greenhouse of the Joint Research Center for Land and Forest Research, an alternative to peat was chosen - wood processing waste, in which cucumbers are grown. Wood not used for production is crushed, ground and its consistency becomes similar to fiber. Variants selected in the experiment: Factor A - four different media: 1. Peat substrate control 100% peat - SB; 2. Wood processing waste 100% - MP; 3. Wood processing waste and peat in a ratio of 50:50; 4. Wood processing waste and peat in a ratio of 25:75. Factor B – to evaluate the compensation of nitrogen immobilization, three additional fertilizations were performed: 1. Background fertilization N₁₂P₁₁K₁₈ standard nutrient solution 1.6g l⁻¹; 2. N₁₃ + background fertilization N₁₂P₁₁K₁₈; 3. N₂₃ + background fertilization N₁₂P₁₁K₁₈; 4. N₃₀ + background fertilization N₁₂P₁₁K₁₈. It has been determined that for growing cucumbers in a greenhouse, peat substrate can be replaced with a medium made from wood processing waste by regulating the immobilization of nutrients in the medium.

Keywords: wood fiber, peat substrate, biometric parameters, nitrogen fertilization.