

## **ŠIUOLAIKINĖS TECHNOLOGIJOS DARNIAI APLINKAI 2024**

*Tarptautinės mokslinės – praktinės konferencijos straipsnių rinkinys*



Vilnius, 2024

## **Konferencijos organizacinis komitetas (sudarytas 2024-02-22, įsak. Nr. AT V1-8).**

**Pirmininkė:** Rasa Miakinkovienė, Studijų skyriaus vedėja, lektorė.

**Pirmininkės pavaduotojas:** Rolandas Norkūnas, Komunikacijos ir kompetencijų plėtros vadovas.

### **Nariai:**

Ramunė Vanagaitė, ATF dekanė, lektorė;

dr. Gražina Palaitytė, Kraštotvarkos ir agroverslo technologijų katedros vedėja, docentė;

dr. Inga Jančauskienė, Kraštotvarkos ir agroverslo technologijų katedros docentė;

Tomas Čižokas, Dekoratyvinių augalų ir želdinimo centro „VikoFlora“ vadovas, lektorius;

Jurgita Lazdauskienė, Chemijos ir maisto technologijos katedros vedėja, lektorė;

Irena Čerčikienė, Chemijos ir maisto technologijos katedros lektorė;

Halina Klupšienė, Užsienio kalbų centro lektorė;

Rasa Burneikienė, Raštinės vedėja;

Aurimas Azončikas, Vilniaus kolegijos Studentų atstovybės prezidentas, MT21 gr. studentas.

## **Konferencijos redakcinis komitetas (sudarytas 2024-02-22, įsak. Nr. AT V1-8).**

**Pirmininkė:** dr. Erika Kubilienė, ATF prodekanė, docentė;

**Pirmininkės pavaduotoja:** Nijolė Ružienė, Mokslo taikomosios veiklos laboratorijos vedėja, Erasmus+ koordinatorė, lektorė;

### **Nariai:**

dr. Rimantė Kondratienė, Kraštotvarkos ir agroverslo technologijų katedros docentė;

dr. Virginija Jarulė, Veterinarijos katedros vedėja, docentė;

Kristina Žilionytė, lektorė, Chemijos ir maisto technologijos katedros administratorė;

Beata Gervickaitė, Vilniaus kolegijos Karjeros centro vedėja, lektorė.

## **Straipsnių recenzentai:**

Ramunė Vanagaitė (ATF dekanė, lektorė);

Nijolė Ružienė (ATF mokslo taikomosios veiklos laboratorijos vedėja, Erasmus + koordinatorė, lektorė);

dr. Inga Jančauskienė (ATF Kraštotvarkos ir agroverslo technologijos katedros docentė);

Ingrida Radveikienė (ATF Chemijos ir maisto technologijos katedros vedėja);

Jurgita Lazdauskienė (ATF Chemijos ir maisto technologijos katedros lektorė).

## TURINYS

1. Antocianinų kiekio nustatymas uogų ekstraktuose diferencinės spektrofotometrijos metodu. <b>Gabija Lukoševičiūtė, Jolanta Jurkevičiūtė</b> .....	4
2. Bendrojo taninų kiekio nustatymas siauralapio gauromečio ( <i>epilobium angustifolium l.</i> ) Arbatžolėse oksidimetrijos metodu. <b>Nedas Jonas Čekys, Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė</b> .....	8
3. Chlorofilų kiekiai skirtinguose žemės ūkio augaluose. <b>Dovilė Timukaitė, Rita Asakavičiūtė</b> .....	13
4. Ekstrakcijos trukmės ir ekstrahento parinkimas judriosios sieros (sulfatų) nustatymui dirvožemyje. <b>Ieva Gruzdytė, Ingrida Radveikienė</b> .....	18
5. Gyvūnų augintinių ėdalo pirkimo sprendimus lemiantys veiksniai. <b>Kristina Jefimova, Meilė Marija Damauskaitė, Rasa Miakinkovienė</b> .....	22
6. Maisto produktų kainos poveikis pirkėjų elgsenai. <b>Ieva Malinauskaitė, Marta Krasovska, Justė Šarauskaitė, Rasa Miakinkovienė</b> .....	27
7. Polifenolinių junginių kiekio nustatymas bičių surinktose žiedadulkėse. <b>Emilis Ivanauskas, Jolanta Jurkevičiūtė</b> .....	31
8. Spanguolių panaudojimas džiovinto, liofilizuoto produkto gamybai ir kokybės tyrimai. <b>Jurgita Lazdauskienė, Nijolė Ružienė, Jolanta Jurkevičiūtė</b> .....	35
9. Taninų kiekio nustatymas skirtingų rūšių aluje titrimetrijos metodu. <b>Rimantas Maksimenko, Jolanta Jurkevičiūtė</b> .....	42
10. Veiksniai, turintys įtakos pirkti gyvūnų ėdalą internetu ir ne internetu. <b>Valerija Pileckaja, Rasa Miakinkovienė</b> .....	46
11. Visuomenės suvokimas ir požiūris į sodinikystę talpose. <b>Mindaugas Rutalė, Inga Jančiauskienė</b> .....	52
12. Z KARTOS KLIENTŲ ELGSENOS YPATUMAI UŽSAKANT MAISTĄ PER IŠVEŽIOJIMO PLATFORMAS. <b>Gabrielė Barštanaitė, Toma Aniulytė, Rasa Miakinkovienė</b> .....	57
13. Žemės dirbimo būdų ir biopreparatų įtaka žeminių kviečių produktyvumui. <b>Aiva Stankaitytė, Justinas Svetika, doc. dr. Rita Pupalienė</b> .....	61

# ANTOCIANINŲ KIEKIO NUSTATYMAS UOGŲ EKSTRAKTUOSE DIFERENCINĖS SPEKTROFOTOMETRIJOS METODU

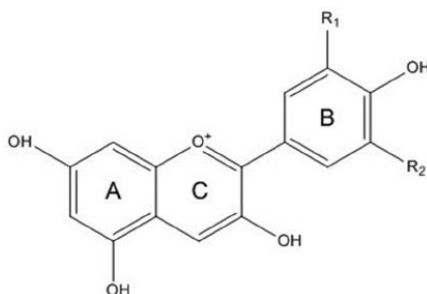
Gabija Lukoševičiūtė, Jolanta Jurkevičiūtė

Vilniaus kolegija, Agrotechnologijų fakultetas

**Anotacija.** Antocianinai – tai polifenoliniai junginiai, priklausantys flavonoidų grupei, vandenyje tirpūs augaliniai pigmentai. Šie pigmentai naudojami kaip natūralūs dažikliai maisto pramonėje. Antocianinai aptinkami augalų šaknyse, stiebuose, žieduose, uogose, vaisiuose, daržovėse ir grūduose. Šie junginiai naudingi augalų dauginimosi procesui, apsaugo augalus nuo UV spindulių, patogenų poveikio bei įvairių stresinių veiksnių: šalčio, sausros ir kt. Šiuo metu yra nustatyta daugiau kaip 700 antocianinų, bet dėl galimybės reaguoti tarpusavyje išskiriami šeši antocianinų aglikonai: cianidinas, pelargonidinas, delfinidinas, peonidinas, petunidinas ir malvidinas. Antocianinų kiekis uogose ir vaisiuose gali kisti dėl aplinkos veiksnių ir sąlygų: augalo veislės, uogų ar vaisių brandos tarpsnio, laikymo sąlygų. Antocianinai nėra stabilūs junginiai, jie jautrūs pH pokyčiams, temperatūrai bei šviesai. Šie junginiai turi teigiamą poveikį žmogaus sveikatai, antocianinams būdingos priešūdeginės, priešvėžinės, antioksidacinės savybės, taip pat teigiama, kad gali pagerinti regėjimą, kaulų būklę, žarnyno veiklą, padeda kovoti su širdies ir kraujagyslių ligomis. Uogose gausu antocianinų: avietėse ir braškėse daugiausiai yra pelargonidino ir cianidino darinių, o šilauogėse ir gervuogėse – delfinidino, cianidino, peonidino, petunidino ir malvidino mono-, di- arba trisacharidinių darinių.

**Raktiniai žodžiai:** antocianinai, uogos, spektrofotometrija.

**Įvadas.** Antocianinai – tai natūralūs, vandenyje tirpūs augaliniai pigmentai, priklausantys flavonoidų grupei. Šių junginių aglikonų (antocianidinų) struktūrą sudaro anglies atomų skeletas, kuris sudarytas iš 3 žiedų: C6 (A žiedas)-C3 (C žiedas)-C6 (B žiedas) ((Hwang et al., 2007).



1 pav. Antocianidinų struktūra

Antocianinai susidaro iš antocianidinų, kai aglikonų struktūroje esančios hidroksigrupės pakeičiamos cukraus molekule. Dažniausiai nustatomi aglikonai, kurių hidroksigrupė yra glikozilinta gliukozės ar ramnozės molekulėmis, tačiau pasitaiko ir kitos cukraus molekulės – galaktozė, arabinozė, ksilozė bei rutinozė (Francioso et al., 2020).

Šie junginiai naudojami maisto pramonėje kaip natūralūs dažikliai siekiant pakeisti sintetinius, jiems būdinga plati spalvų gama. Antocianinai aptinkami beveik visuose gaubtasėklių šeimos augaluose. Jų gausų augalų žieduose, uogose, vaisiuose, daržovėse, stiebuose, lapuose, gumbuose ir grūduose (Navindra et al., 2006). Antocianinai yra svarbūs augalų dauginimosi procesui, nes pritraukia gyvūnus, kurie apdulkina žiedus arba išnešioja jų sėklas, apsaugo augalus nuo žalingų aplinkos veiksnių: UV spinduliuotės, patogenų poveikio, staigių temperatūros pokyčių, maistinių medžiagų trūkumo bei kitų augalui žalingų veiksnių. Didžiausias antocianinų kiekis yra randamas uogose ir vaisiuose (Enaru et al., 2021). Tyrimais nustatyta, kad antocianinų kiekis, randamas uogose ir vaisiuose, kinta nuo 20 mg iki 600 mg/100 g skaičiuojant pagal žalią masę (Giusti et al., 1998).

Gamtoje aptinkama daugiau kaip 700 antocianinų junginių. Dėl skirtingų hidroksi- ir metilo grupių išsidėstymo molekulėje yra išskirti net 25 skirtingi aglikonai, tačiau išskiriami yra tik šeši pagrindiniai antocianinų aglikonai: cianidinas, pelargonidinas, delfinidinas, peonidinas, petunidinas ir malvidinas, kurių gausu augalų žieduose, uogose bei vaisiuose. Šie šeši

pagrindiniai anglikonai sudaro ~ 95% visų antocianinų. Vaisiuose dažniausiai aptinkami antocianinai – cianidinas, pelargonidinas, delfinidinas, o žieduose – peonidinas, petunidinas, malvidinas. Antocianinų kiekis gali kisti dėl augalo veislės, uogų ir vaisių brandos tarpsnio, augalo augimo sąlygų, derliaus laikymo sąlygų, šviesos bei temperatūros pokyčių (Enaru et al., 2021). Antocianino spalva priklauso nuo aglikono struktūros. Jei aglikono žiede yra daugiau hidroksigrupių, stipriau bus sugerama mėlyna spektro spalva, o jei daugiau metoksigrupių – anglikonai labiau sugeria raudoną spektro spalvą (Hwang et al., 2007). Delfinidinas yra mėlynai rausvas, violetinis pigmentas, augalo žiedams suteikiantis mėlyną spalvą. Petunidinas – metilintas antocianinas, jis yra raudonos arba violetinės spalvos, dažniausiai aptinkamas juoduosiuose serbentuose bei augaluose, turinčiuose purpurinius žiedus. Peonidinas taip pat metilintas antocianinas, rausvai raudonas pigmentas, gausiai aptinkamas uogose, vynuogėse bei raudonajame vyne. Malvidinas – purpurinis pigmentas, suteikiantis augalams mėlyną spalvą, pagrindinis raudonųjų vynu pigmentas. (Enaru et al., 2021). Antocianinai yra mažai stabilūs. Jų stabilumui turi įtakos: santykinė drėgmė, šviesa, pH, temperatūra, deguonies kiekis, fermentai, metalų jonai (Enaru et al., 2021). Tyrimais nustatyta, kad antocianinų irimo laikas yra tiesiogiai proporcingas pH reikšmei: kuo pH vertė didesnė, tuo antocianinų irimas vyksta greičiau (Laleh et al., 2006).

Antocianinai pasižymi priešvėžinėmis, priešuždegiminėmis, antimikrobinėmis, antioksidacinėmis savybėmis, mažina širdies bei kraujagyslių ligų riziką, gali būti pritaikomi diabeto ir nutukimo kontrolei, pagerina regėjimą (Enaru et al., 2021, Navindra et al., 2006).

Uogose yra gausų žmogaus organizmui reikalingų cheminių medžiagų. Gervuogėse, šilauogėse, avietėse ir braškėse yra daug angliavandenių (gliukozės, fruktozės, ksilozės, sacharozės), organinių rūgščių (oksalo, citrinų, obuolių), pektinų, vitaminų (C, B grupės, E, K), karotino, fenolkarboksirūgščių, katechinų, flavonoidų, antocianinų, kalio, fosforo ir geležies (Sasnauskas, 2006). Gervuogėse dažniausiai nustatomi antocianinai: cianidino-3-O-gliukozidas, cianidino-3O-arabinozidas ir kiti acilinti junginiai su malono ar oksalo rūgštimis (Moyer et al., 2001). Šilauogėse esantys antocianinai yra – malvidin 3 – galaktozidas ir arabinozidas, delfinidin 3 – galaktozidas, ir gliukozidas delfinidin 3 – arabinozidas, petunidin 3 – galaktozidas ir arabinozidas, cianidin 3 – gliukozidas, galaktozidas ir arabinozidas, peonidin 3 – gliukozidas, galaktozidas ir petunidin 3 – gliukozidas (Mazza et al., 1993.). Avietėse vyrauja cianidin-3-O-gliukozidas, delfinidin 3 – gliukozidas, malvidin 3 – gliukozidas, pelargonidin 3-O-gliukozidas, o braškėse – cianidin-3-O-gliukozidas, pelargonidin-3-O-gliukozidas, pelargonidin-3-O-rutinozidas, pelargonidin-3-O-arabinozidas ir kt. (Phenol-Explorer, Database on polyphenol content in foods; da Silva et al., 2007).

Antocianinų kokybinė ir kiekybinė sudėtis nustatoma chromatografijos arba spektrofotometrijos metodais. Šiame darbe antocianinų bendras kiekis nustatytas UV/RŠ spektrofotometrijos pH diferenciniu metodu, matuojant šviesos sugerties intensyvumo pokytį esant skirtingiems bangos ilgiams.

**Darbo tikslas.** Nustatyti antocianinų kiekį šviežiose uogose pH diferencinės spektrofotometrijos metodu ir įvertinti tyrimo rezultatus.

#### **Uždaviniai:**

1. Išnagrinėti literatūros šaltinius apie antocianinų struktūrą, jų paplitimą augaluose, poveikį žmogaus sveikatai ir jų nustatymo metodus.
2. Spektrofotometrijos metodu nustatyti antocianinų kiekį šviežiose uogose.
3. Palyginti uogas tarpusavyje pagal jose esantį bendrąjį antocianinų kiekį ir su duomenų bazėse pateikiamais duomenimis.

**Tyrimo objektas.** Braškės, šilauogės, avietės ir gervuogės.

**Tyrimo metodas.** UV/RŠ spektrofotometrija, pH diferencinis metodas. Uogų ekstraktai buvo praskiesti buferiniu tirpalu (pH = 1,0) ir išmatuota šviesos sugertis esant 520 nm bangos ilgiui (šviesos sugerties intervalas 0,4–0,6 A). Tokia pati procedūra buvo taikoma skiedžiant uogų ekstraktus pH = 4,5 buferiniu tirpalu (Veteikytė et al., 2002).

**Tyrimo metodika.** Mėginio paruošimas: uogos homogenizuojamos, pasveriami  $5 \pm 0,01$  g homogenizuotų uogų, užpilama 25 ml 70 % etilo alkoholio tirpalu ir grūstuvėje ekstrahuojama, kol uogų luobelės tampa bespalvės. Tyrimo eiga: ekstraktai filtruojami į 50 ml matavimo kolbą ir praskiedžiama parūgštintu etilo alkoholiu. Į 25 ml matavimo kolbą įpilama 5 ml paruošto ekstrakto ir atitinkamais buferiniais tirpalais (pH = 1 ir pH = 4,5) praskiedžiama. Paruoštų mėginių šviesos sugertis matuojama po 15 min. Palyginamasis tirpalas – dejonizuotas vanduo, naudojama 10 mm optinio kelio ilgio kvarcinė kiuvetė. Bendrasis antocianinų kiekis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$C(mg/l) = \frac{A \cdot Mr \cdot 10^3}{\varepsilon \cdot L}$$

Čia: A – šviesos sugertis, apskaičiuota pagal formulę:  $A = (A_{520} - A_{700})pH_{1,0} - (A_{520} - A_{700})pH_{4,5}$ ,

$A_{520} pH_{1,0}$  – šviesos sugerties maksimumas, esant 520 nm bangos ilgiui (tirpalo pH=1,0),

$A_{700} pH_{1,0}$  – šviesos sugerties maksimumas, esant 700 nm bangos ilgiui (tirpalo pH=1,0),

$A_{520} pH_{4,5}$  – šviesos sugerties maksimumas, esant 520 nm bangos ilgiui (tirpalo pH=4,5),

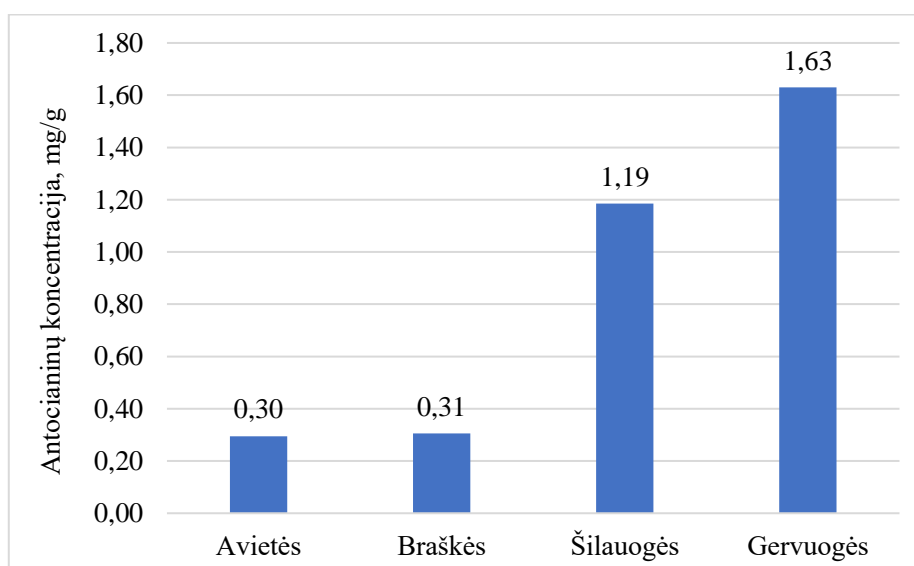
$A_{700} pH_{4,5}$  – šviesos sugerties maksimumas, esant 700 nm bangos ilgiui (tirpalo pH=4,5),

Mr – cianidin-3-glikozido molekulinė masė,  $\varepsilon$  – cianidin-3-glikozido ekstinkcijos koeficientas,

L – kiuvetės storis, cm (Veteikytė et al., 2002).

#### Tyrimo rezultatai.

Atlikus tyrimą nustatytas bendrasis antocianinų kiekis šviežiose uogose pH diferenciniu metodu spektrofotometru matuojant ekstraktų šviesos sugerties pokytį, kai naudojami skirtingų pH verčių buferiniai tirpalai. Iš atlikto tyrimo rezultatų matyti, kad mažiausias antocianinų kiekis nustatytas avietėse ir braškėse (2 pav.).



2 pav. Bendrasis antocianinų kiekis šviežiose uogose

Daugiausiai antocianinų sukaupė gervuogės, t. y. 5,4 karto daugiau negu avietės ar braškės. Duomenų bazėje nurodoma, kad antocianinų avietės vidutiniškai sukaupia 0,44 mg/g, braškės – 1,26 mg/g, o daugiausiai antocianinų nustatoma gervuogėse – 2,56 mg/g (Phenol-Explorer, Database on polyphenol content in foods).

#### Išvados:

1. Antocianinai – vandenyje tirpūs augaliniai pigmentai, daugiausiai jų randama augalų žieduose, uogose, vaisiuose ir daržovėse. Antocianinų kiekis uogose priklauso nuo augalo veislės, dirvožemio, kuriame auginamos, klimato sąlygų, brandos tarpsnio bei sandėliavimo sąlygų. Antocianinai nėra stabilūs ir greitai skyla keičiantis pH vertei. Jiems būdingos

antioksidacinės priešvėžinės, antivirusinės ir antibakterinės savybės, gali sumažinti širdies ir kraujagyslių ligų riziką bei pagerinti regėjimą.

2. Bendrasis antocianinų kiekis šviežiose uogose nustatytas spektrofotometrijos pH diferenciniu metodu, matuojant uogų ekstraktų šviesos sugerties intensyvumo pokytį esant skirtingiems bangos ilgiams ir skirtingoms pH vertėms.

3. Tirtose šviežiose avietėse, braškėse, šilauogėse ir gervuogėse bendrasis antocianinų kiekis svyravo nuo 0,30 iki 1,63 mg/g žalios masės. Daugiausiai šių junginių sukaupusios gervuogės, o kiek mažiau – šilauogės. Antocianinų kiekis gervuogėse yra 5,4 kartus didesnis nei avietėse ar braškėse.

## LITERATŪRA

1. Da Silva, F. L., Alonso, J. J. P., Escribano, T., C., Rivas-Gonzalo, J. (2007). *Anthocyanin pigments in strawberry*. *LWT- Food Sci Technol*, 40(2), 374-382. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.09.018>.
2. Enaru, B., Dreţcanu, G., Daria Pop, T., Stanila, A., Diaconeasa, Z. (2021). MDPI. *Anthocyanins: Factors Affecting Their Stability and Degradation*, 10(12). <https://www.mdpi.com/2076-3921/10/12/1967>.
3. Francioso, A., Mattioli, R., Mosca, L., Silva, P. (2020). National Library of Medicine National Center for Biotechnology Information. *Anthocyanins: A Comprehensive Review of Their Chemical Properties and Health Effects on Cardiovascular and Neurodegenerative Diseases*. 25(17), <https://doi.org/10.3390/molecules25173809>.
4. Giusti, MM., Rodrigues-Saona, LE., Baggett, JR., Reed, GL., Durst, RW., Wrolstad, RE. (1998). *Anthocyanin red radish cultivars as potential food colorants*. *Journal of Food Science and Technology*. 63: 219–224.
5. Laleh, GH., Frydoonfar, H., Heidary, R., Jameei, R., Zare, S. (2006). *The Effect of Light, Temperature, pH and Species on Stability of Anthocyanin Pigments in Four Berberis Species*. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5(1), 90-92. DOI: 10.3923/pjn.2006.90.92.
6. Moyer, R., Hummer, K., Finn, C., Frei, B., Wrolstad, R. (2001). *Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, rubus, and ribes*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 50(3), 519 – 25. <https://doi.org/10.1021/jf011062r>.
7. Hyun, H. Oh., Keum, T., Hwang, Min K., Shin Hee, K., Lee, Sung, Z., Kim. (2007). *Oils in the seeds of cane berries produced in South Korea*. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84, 549 – 55. <https://doi.org/10.1007/s11746-007-1065-1>.
8. Phenol-Explorer, Database on polyphenol content in foods, <http://phenol-explorer.eu/contents/food/69>.
9. Sasnauskas, V. (2006). *Miško vaistiniai augalai*. Vilnius, 284 – 290.
10. Navindra, P., Seeram, Lynn S., Adams, Yanjun Zhang., Rupo, Lee., Daniel Sand, Henry S. Scheuller., David, Heber. (2006). ACS Publications. *Blackberry, Black Raspberry, Blueberry, Cranberry, Red Raspberry, and Strawberry Extracts Inhibit Growth and Stimulate Apoptosis of Human Cancer Cells In Vitro*. 54(25), 9329–9339. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf061750g>
11. Veteikytė, Ž., Savickienė, N., Kazlauskas, S. (2002). *Antocianinų išskyrimas iš juodųjų serbentų (Ribes nigrum L.) vaisių*. *Biomedicina*, 2(2), 149 – 152.

## DETERMINATION OF THE AMOUNT OF ANTHOCYANINS IN BERRY EXTRACTS BY THE DIFFERENTIAL SPECTROPHOTOMETRY METHOD

### Summary.

Anthocyanins are polyphenolic compounds that belong to the flavonoid group and are water-soluble plant pigments. These pigments are used as natural colorants in the food industry. Anthocyanins are found in plant roots, stems, flowers, fruits, vegetables, cereals, etc. In addition, these compounds are useful for the process of plant pollination, protect plants from UV rays, the effects of pathogens and various stress factors: cold, drought, etc. Currently, more than 700 anthocyanins have been identified, with six aglycones of anthocyanins being distinguished based on their ability to react with each other: Cyanidin, pelargonidin, delphinidin, peonidin, petunidin and malvidin. The content of anthocyanins can vary due to environmental factors and conditions: Plant variety, ripeness of the berries and fruit, storage conditions. Anthocyanins are not stable compounds and are sensitive to changes in pH, temperature and light. These compounds have a positive effect on human health. Anthocyanins have anti-inflammatory, anti-cancer and antioxidant properties and it is also claimed that they can improve vision, bone health, bowel function and combat cardiovascular disease. Berries are rich in anthocyanins. Raspberries and strawberries contain the most pelargonidin and cyanidin derivatives, while cranberries and blackberries contain mono-, di- or trisaccharide derivatives of delphinidin, cyanidin, peonidin, petunidin and malvidin.

**Keywords:** anthocyanins, berries, spectrophotometry.

# BENDROJO TANINŲ KIEKIO NUSTATYMAS SIAURALAPIO GAUROMEČIO (*EPILOBIUM ANGUSTIFOLIUM L.*) ARBATŽOLĖSE OKSIDIMETRIJOS METODU

Nedas Jonas Čekys, Irena Čerčikienė, Jolanta Jurkevičiūtė  
Vilniaus kolegija, Agrotechnologijų fakultetas

**Anotacija.** Siauralapio gauromečio žolėje yra gausu polifenolinių junginių, iš kurių daugiausia flavanoidų, fenolinių rūgščių ir taninų, dar randama eterinių aliejų, terpenoidų, steroidų ir lignanų. Taninai pasižymi priešuždegiminėmis, priešvėžinėmis ir antioksidacinėmis savybėmis. Bendrasis taninų kiekis skirtingos fermentacijos trukmės ir ekstrakcijos temperatūros siauralapio gauromečio arbatžolėse buvo nustatytas permanganatometrijos metodu, naudojant indikatorių indigokarminą. Tyrimu nustatyta, kad didžiausia taninų koncentracija išsiskiria 90 °C temperatūros vandenyje ekstrahuojant džiovinimo spintoje 35 °C temperatūroje išdžiovintas ir 36 val. fermentuotas siauralapio gauromečio arbatžoles. Mažinant ekstrakcijos temperatūrą arba ilginant fermentacijos trukmę, taninų kiekis siauralapio gauromečio arbatžolėse mažėja.

**Raktiniai žodžiai:** *Siauralapis gaurometis*, *taninai*, *fermentacija*, *permanganatometrija*, *indigokarminas*.

**Įvadas.** Siauralapis gaurometis (*Epilobium angustifolium L.*) priklauso nakvišinių (*Onagraceae*) šeimai, ožkarožių (*Epilobium*) genčiai (Royal Ontario Museum). Daugiametis augalas, kuris gali užaugti iki 0,5–2,5 metrų aukščio, žiedai rožinės arba violetinės spalvos (John Poland & Clement). Siauralapis gaurometis auga įvairiose vietose – skynimuose, miškuose, kirtimuose, lengvai prisitaiko prie sunkių augimo sąlygų, žydi birželio–rugsėjo mėn. (Identification and Analysis of Bioactive Components from Plants, 2023).

Tyrimais nustatyta, kad siauralapio gauromečio žolėje yra apie 170 skirtingų polifenolinių junginių, iš kurių daugiausiai flavonoidų, fenolinių rūgščių ir taninų (elagitaninų), taip pat randama eterinių aliejų, terpenoidų, steroidų ir lignanų. Džiovinto siauralapio gauromečio žolėje taninų yra apie 15 proc. (daugiausiai enoteinas B). Taninams būdingos priešuždegiminės, priešvėžinės ir antioksidacinės savybės. Skirtingose Europos šalyse atliktų siauralapio gauromečio tyrimų rezultatai rodo, kad Lietuvoje augančiuose augaluose polifenolinių junginių yra nuo 70,6 iki 144,5 mg/g ir flavonoidų nuo 14,3 iki 41,0 mg/g, o Suomijoje augančiuose siauralapiuose gauromečiuose rasta vidutiniškai 151–206 mg/g polifenolinių junginių ir 5,8–16,6 mg/g flavonoidų. Tyrimai buvo atlikti skirtingos vegetacijos laiku, todėl manoma, kad polifenolių kiekis priklauso nuo vegetacijos (Adamczak, Dreger, Seidler-Łożykowska & Wielgus, 2019).

Taninai yra randami daugelyje augalų ir jų koncentracija įvairiose augalo dalyse, pavyzdžiui, šaknyse, lapuose ar vaisiuose, skiriasi. Taninai priklauso polifenolinių junginių klasei. Didelis taninų kiekis randamas arbatmedžio lapuose. Šiems junginiams būdingas kartus skonis, priklausantis nuo jų koncentracijos, didelis taninų kiekis arbatai suteikia labiau kartų skonį bei intensyvią spalvą (Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2015).

Taninai turi įtakos kai kuriems maisto produktams, pavyzdžiui, tanino rūgštis nusodina baltymus ir gali pašalinti iš alaus kai kuriuos metalus (pvz., Al, Zn, Pb ir Fe) ir polifenolius, kurie susijungia su baltymais, o tai suteikia alui koloidinio stabilumo. Kartu tanino rūgštis padeda apsaugoti alų nuo senėjimo ir skonio pasikeitimo (Wexler, 2014).

Taninai maisto produktuose gali sudaryti kompleksus su angliavandeniais, baltymais ir neorganinių medžiagų jonais, jų susidarymas priklauso nuo terpės pH, temperatūros ir koncentracijos. Yra duomenų, kad taninų ir baltymų kompleksai gali turėti neigiamos įtakos žmogaus sveikatai, manoma, kad jie yra atsakingi už augimo slopinimą, mažą baltymų ir aminorūgščių pasisavinimą. Taninai nėra toksiški, tačiau didelės tanino rūgšties koncentracijos sukelia virškinamojo trakto gleivinės sukietėjimą, dėl kurio sumažėja maistinių medžiagų įsisavinimas (Bee, Brinkhaus, Silacci, Kreuzer, & Dohme-Meire, 2016).

Gamtoje taninai augalus apsaugo nuo kenkėjų, žalingų UV spindulių, temperatūros ir dehidratacijos. Taninai gali nusodinti baltymus ir sumažinti daugelio fermentų aktyvumą.



Taninų junginiai su baltymais dar sustiprina augalų atsparumą bakterijoms ir grybeliams (Dehghanian, Habibi, Dehghanian, Aliyar, Lajayer, Astatkie, Minkina & Keswani, 2022).

Augaliniai taninai gyvulininkystėje naudojami kaip priedai, kurie pagerina gyvūnų metabolizmo procesus ir daro teigiamą poveikį žarnyno mikrobiotai. Tačiau per didelis jų suvartojimas turi neigiamą poveikį – sumažina maistinių medžiagų pasisavinimą. Taninai yra sudėtingos struktūros junginiai, kurie gali turėti ne tik teigiamą, bet ir neigiamą poveikį, todėl jų naudojimas pašarų priedų gamybai yra sudėtingas (Tong, He, Fan & Guo, 2022). Taninų galima rasti vandens šaltiniuose – upėse, ežeruose ir net geriamajame vandenyje. Į vandenį jie patenka iš pūvančių žolinių augalų, medžių, jų lapų ir nudažo vandenį rudai geltona spalva. Iš vandens taninus galima pašalinti specialiais filtrais, tačiau filtrai nepašalina visų taninų ir negali vienu metu filtruoti kitų medžiagų, pavyzdžiui, geležies. Todėl nerekomenduojama gerti vandens iš čiaupo, jei jis pakeičia spalvą, nes vandenyje gali būti ne tik taninų, bet ir kitų priemaišų, kurios gali turėti neigiamos įtakos žmogaus sveikatai (Whitney, 2020).

Tradicinėje medicinoje siauralapio gauromečio arbata yra viena geriausiai žinomų vaistinių augalų arbatų ir yra naudojama migrenos, nemigos, anemijos, infekcijų ir peršalimo gydymui. Yra duomenų, kad siauralapis gaurometis padeda sergant skrandžio opalige, dvylikapirštės žarnos opalige, gastritu, kolitu, palengvina įvairius virškinimo trakto sutrikimus (dizenterija, viduriavimas), prostatos ar šlapimo sistemos problemas (šlaplės uždegimas, prostatos adenoma ir gerybinė prostatos hiperplazija) (Schepetkin, Ramstead, Kirpotina, Voyich, Jutila & Quinn, 2016).

Jaunais siauralapio gauromečio lapais ir ūgliais gardinamos salotos, virti ar troškinti tinka kaip daržovės, žiedynų ar žiedpumpurių galima dėti į mišraines. Anksti pavasarį ūgliams būdingas malonus salsvas kvapas ir skonis. Visose siauralapio gauromečio dalyse gausu A ir C vitaminų (Gudžinskas, 2012).

Siauralapio gauromečio lapai arbatai gali būti naudojami šviežiai surinkti, džiovinti ar fermentuoti. Iš skirtingai fermentuotų arbatžolių išgaunamas įvairaus sodrumo aromatas. Siauralapio gauromečio arbata nepasižymi šalutiniu poveikiu, todėl arbatą galima vartoti reguliariai. Ji renkama augalui žydint, surinkus džiovinama gerai vėdinamoje, nuo tiesioginių saulės spindulių apsaugotoje vietoje. Surinkta ir tinkamai laikoma vaistinė žaliava tinkama naudoti iki 3 metų (Žolininkas.lt, 2024).

Fermentacija yra metabolinis procesas, kuris sukelia cheminius pokyčius organinėse medžiagose fermentų veikimo būdu. Biochemijoje ji apibrėžiama kaip energijos išgavimas iš angliavandenių be deguonies. Maisto gamyboje tai gali plačiau reikšti bet kokį procesą, kuriame mikroorganizmų veikla sukelia pageidaujamą pokytį maisto produktui ar gėrimui (Hui, 2004). Fermentaciją augaluose gali sumažinti keletas augalinių junginių, tokių kaip fitinė rūgštis, oksalatai, taninai, angliavandeniai ir įvairūs baltymų kompleksai (Samtiya, Aluko, & Dhewa, 2020).

**Darbo tikslas.** Nustatyti bendrąjį taninų kiekį siauralapio gauromečio arbatžolėse oksidimetrijos metodu ir įvertinti tyrimo rezultatus.

#### **Uždaviniai:**

1. Išnagrinėti literatūrą apie siauralapį gaurometį ir jo poveikį žmogaus sveikatai;
2. Oksidimetrijos metodu nustatyti taninų kiekį džiovintose ir skirtingos fermentacijos trukmės siauralapio gauromečio arbatžolėse, keičiant ekstrakcijos temperatūrą.

**Tyrimo metodika.** Bendrasis taninų kiekis nustatytas oksidimetrijos metodu, naudojant kalio permanganato  $\text{KMnO}_4$  titrantą ir indikatorius indigokarminą. Vykstant oksidacijos-redukcijos reakcijai, kalio permanganatas oksiduoja taninus ir mėlyna tirpalo spalva keičiasi į mėlynai žalią, tamsiai ir šviesiai žalią, geltonai žalią ir pasiekus ekvivalentinį tašką ji tampa geltonai auksinė.

*Mėginio paruošimas:* išdžiovintos ir fermentuotos arbatžolės susmulkinamos rutuliniu malūnu iki 0,2–0,5 mm dydžio dalelių ir pasveriami po  $1 \pm 0,001$  g mėginio, užpilama 100 ml dejonizuoto  $\text{H}_2\text{O}$  ir ekstrahuojama 20 min. 70, 80 ir 90 °C temperatūros vandens vonioje.

Ekstraktas filtruojamas, 10 ml mėginio praskiedžiama dejonizuotu H<sub>2</sub>O 100 ml matavimo kolboje.

*Taninų kiekio nustatymas.* Į kūginę kolbą įpilama 10 ml mėginio, 100 ml dejonizuoto H<sub>2</sub>O ir 10 ml indikatoriaus indigokarmino ir titruojama kalio permanganato KMnO<sub>4</sub> tirpalu nuolat maišant iki geltonai auksinės spalvos. Titravimas kartojamas 2 kartus ir nutitruojamas tuščias mėginys. Bendrasis taninų kiekis (mg/100 g) apskaičiuojamas pagal formulę:

$$W (\text{proc.}) = \frac{(a - a_1) \times 0,004157 \times v \times 100}{v_1 \times m}$$

a – 0,05 N KMnO<sub>4</sub> tūris sunaudotas taninų oksidacijai;

a<sub>1</sub> – 0,05 N KMnO<sub>4</sub> tūris sunaudotas tuščio mėginio titravimui (tuščias mėginys: dejonizuotas H<sub>2</sub>O ir indigokarminas);

0,004157 – taninų kiekis oksiduotas 1 ml 0,05 N KMnO<sub>4</sub> kiekiu (g);

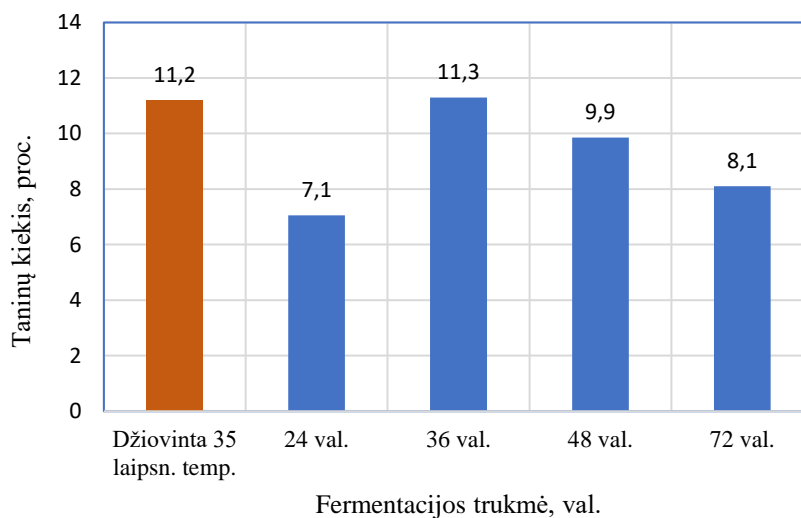
v – arbatžolių ekstrakto tūris (100 ml);

v<sub>1</sub> – arbatžolių ekstrakto tūris paimtas analizei (10 ml);

m – mėginio (išdžiovinto iki pastovios masės) masė (1,0 g).

**Tyrimo rezultatai.** Bendras taninų kiekis buvo nustatytas permanganometrijos metodu džiovinimo spintoje 35 °C temperatūroje išdžiovintose ir skirtingos fermentacijos (24, 36, 48 ir 72 val.) trukmės išdžiovintų ir susmulkintų siauralapio gauromečio arbatžolių 20 min. 70, 80 ir 90 °C temperatūros vandens vonioje išekstrahuotame ekstrakto.

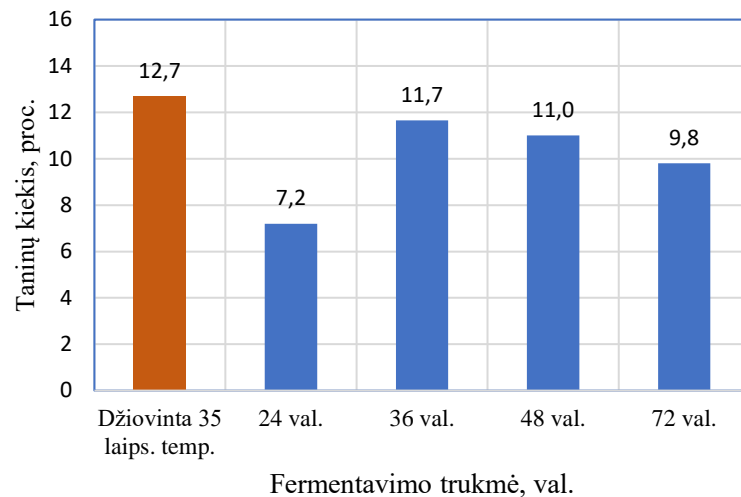
Mažiausias taninų kiekis siauralapio gauromečio arbatžolėse, ekstrahuotose 70 °C temperatūros vandens vonioje, nustatytas 24 val. fermentuotose (7,05 proc.), o didžiausias (11,3 proc.) – 36 val. fermentuotose arbatžolėse (1 pav.).



1 pav. Bendrojo taninų kiekio priklausomybė nuo fermentacijos trukmės, ekstrahuojant 70 °C temperatūros vandenyje

Lyginant taninų kiekį džiovinimo spintoje 35 °C temperatūroje išdžiovintose ir fermentuotose arbatžolėse matoma, kad džiovinimo spintoje išdžiovintose siauralapio gauromečio arbatžolėse, ekstrahuotose 70 °C temperatūros vandens vonioje, taninų kiekis atitinka 36 val. fermentuotų arbatžolių taninų koncentraciją (11,2–11,3 proc.), ilginant fermentacijos trukmę, taninų kiekis mažėja.

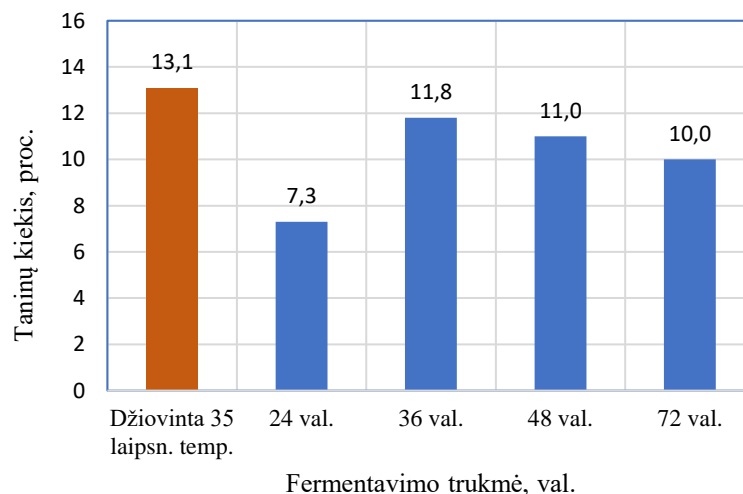
Siauralapio gauromečio arbatžolėse, ekstrahuotose 80 °C temperatūros vandens vonioje, mažiausias taninų kiekis nustatytas 24 val. fermentuotose (7,2 proc.), o didžiausias – 36 val. fermentuotose (11,7 proc.) arbatžolėse (2 pav.).



2 pav. Bendrojo taninų kiekio priklausomybė nuo fermentacijos trukmės, ekstrahuojant 80 °C temperatūros vandenyje

Lyginant taninų kiekį džiovinimo spintoje 35 °C temperatūroje išdžiovintose ir fermentuotose arbatžolėse matyti, kad 80 °C temperatūros vandens vonioje ekstrahuotose džiovinimo spintoje išdžiovintose siauralapio gauromečio arbatžolėse taninų kiekis artimiausias 36 val. fermentuotų arbatžolių taninų koncentracijai (12,7–11,7 proc.), ilginant fermentacijos trukmę stebimas taninų kiekio mažėjimas.

Siauralapio gauromečio arbatžolėse, ekstrahuotose 90 °C temperatūros vandens vonioje, mažiausias taninų kiekis nustatytas 24 val. fermentuotose (7,3 proc.), o didžiausias (11,8 proc.) – 36 val. fermentuotose arbatžolėse (3 pav.).



3 pav. Bendrojo taninų kiekio priklausomybė nuo fermentacijos trukmės, ekstrahuojant 90 °C temperatūros vandenyje

Lyginant taninų kiekį džiovinimo spintoje 35 °C temperatūroje išdžiovintose ir fermentuotose arbatžolėse matyti, kad džiovinimo spintoje išdžiovintose siauralapio gauromečio arbatžolėse, ekstrahuotose 90 °C temperatūros vandens vonioje, taninų kiekis labiausiai atitinka 36 val. fermentuotų arbatžolių taninų koncentraciją (13,1–11,8 proc.), ilginant fermentacijos trukmę, stebimas taninų kiekio mažėjimas.

Didžiausia taninų koncentracija siauralapio gauromečio arbatžolėse nustatyta 90 °C temperatūroje vandens vonioje ekstrahuotose džiovinimo spintoje išdžiovintose (13,1 proc.) ir 36val. fermentuotose (11,8 proc.) arbatžolėse.

Apibendrinant tyrimo rezultatus galima teigti, kad vertinant siauralapio gauromečio arbatžolės pagal taninų koncentraciją, tinkamiausias jų paruošimo būdas – džiovinimas džiovinimo spintoje 35 °C temperatūroje, optimali siauralapio gauromečio arbatžolių fermentavimo trukmė yra 36 val., o ekstrahavimo temperatūra, pradedant 70 °C ir baigiant 90 °C, praktinės įtakos rezultatams neturėjo.

#### Išvados:

1. Siauralapio gauromečio arbatžolėse gausu taninų, kurie yra svarbūs žmogaus organizmo funkcijų ir imuniteto palaikymui, taip pat jis turi bioaktyvių junginių, kurie pasižymi antiandrogeniniu, priešvėžiniu ir priešuždegiminiu poveikiu.

2. Įvertinus taninų kiekį skirtingos fermentacijos trukmės ir ekstrakcijos temperatūros siauralapio gauromečio arbatžolėse nustatyta, kad didžiausias taninų kiekis yra 90 °C temperatūroje vandens vonioje ekstrahuotose džiovinimo spintoje 35 °C temperatūroje išdžiovintose ir 36 val. fermentuotose arbatžolėse. Mažinant temperatūrą arba ilginant fermentacijos trukmę, taninų kiekis arbatžolėse mažėja.

## LITERATŪRA

1. Adamczak, A., Dreger, M., Seidler-Łożykowska, K. & Wielgus, K. (2019). *Herba Polonica* 65(3):51-63: *Fireweed (Epilobium angustifolium L.): botany, phytochemistry and traditional uses.* <https://bit.ly/4hmOlr8>.
2. Bee, G., Brinkhaus, A. G., Silacci, P., Kreuzer, M. & Dohme-Meire, F. (2016). *Effect of exchanging Onobrychis viciifolia and Lotus corniculatus for Medicago sativa on ruminal fermentation and nitrogen turnover in dairy cows.* <https://bit.ly/4fjoY7G>.
3. Dehghanian, Z., Habibi, K., Dehghanian, M., Aliyar, S., Lajayer, B. A., Astatkie, T., Minkina, T. & Keswani, C. (2022). *Reinforcing the bulwark: unravelling the efficient applications of plant phenolics and tannins against environmental stresses.* <https://bit.ly/3YIBSuN>.
4. Gudžinskas, Z. (2012). *Žalioji sveikatos versmė: Vaistinių augalų vadovas.* Kaunas: Brentus.
5. Hui, Y. H. (2004). *Handbook of vegetable preservation and processing.* New York: M. Dekker. p. 180. ISBN 978-0-8247-4301-7. OCLC 52942889
6. Khasnabis, J., Rai, C. & Roy, A. (2015). *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(6):238-241: *Determination of tannin content by titrimetric method from different types of tea.* <https://www.jocpr.com/articles/determination-of-tannin-content-by-titrimetric-method-from-different-types-of-tea.pdf>.
7. Lasinskas, M., Jariene, E., Vaitkeviciene, N., Kulaitiene, J., Adamaviciene, A. & Hallmann, E. (2023). *Identification and Analysis of Bioactive Components from Plants: The Impact of Solid-Phase Fermentation on Flavonoids, Phenolic Acids, Tannins and Antioxidant Activity in Chamerion angustifolium (L.) Holub (Fireweed) Leaves.* <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/2/277#B9-plants-12-00277>.
8. Poland, J. & Clement, E. J. Paskelbė John Poland ir Botanical Society of the British Isles (2009). *The Vegetative Key to the British Flora.* ISBN 13: 978-0-9560144-0-5.
9. Royal Ontario Museum, Toronto: McClelland and Stewart Ltd. (2004). *ROM Field Guide to Wildflowers of Ontario.*
10. Samtiya, M., Aluko, R. E. & Dhewa T. (2020). *Plant food anti-nutritional factors and their reduction strategies: an overview.* *Food Prod. Process. Nutr.* <https://link.springer.com/article/10.1186/s43014-020-0020-5>.
11. Schepetkin, I. A., Ramstead, A. G., Kirpotina, L. N., Voyich, J. M., Jutila, M. A. & Quinn, M. T. (2016). *Phytother Res.: Therapeutic Potential of Polyphenols from Epilobium angustifolium (Fireweed).* <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5045895/>
12. Tong, Z., He, W., Fan, X. & Guo, A. (2022). *Faculty of Life Sciences, Southwest Forestry University, Kunming, China: Biological Function of Plant Tannin and Its Application in Animal Health.* <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2021.803657/full#B5>.
13. Wagner, W. L., Hoch, P. C. & Raven, P. H. (2007). *Revised classification of the Onagraceae. Systematic Botany Monographs. Vol. 83. American Society of Plant Taxonomists. pp. 1–243.* ISBN 978-0-912861-83-8.
14. Wexler, P. (2014). *Encyclopedia of toxicology. 3rd ed., (p. 157).* San Diego: Academic press. <https://bit.ly/3YDgwe3>.
15. Whitney, S. (2020). *Tannins in Water: Help, I have yellow / brown water! What are tannins & how to remove tannins from water.* <https://bit.ly/3Ujn2UD>
16. Žolininkas.lt (2024). *Siauralapis gaurometis.* <https://zolininkas.lt/augalai/siauralapis-gaurometis/>.

# CHLOROFILŲ KIEKIAI SKIRTINGUOSE ŽEMĖS ŪKIO AUGALUOSE

**Dovilė Timukaitė, Rita Asakavičiūtė**

*Vilniaus kolegija, Agrotechnologijų fakultetas*

**Anotacija.** Norint išsiaiškinti chlorofilų kiekį, 2023 m. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centre, Vokės filiale buvo atliktas tyrimas chlorofilų dinamikai, pokyčiams bei kiekiams augaluose nustatyti. Pasėliai buvo auginami lizimetuose, kurių dirvožemis pagal granulimetrinę sudėtį buvo smėlingo priemolio dirvožemis fliuvioglacialinio žvyro paprastasis išplautžemis (JDp). Chlorofilo kiekis buvo nustatytas lauko sąlygomis, naudojant spektrofotometrą (AtLeaf). Tyrimui buvo imami kiekvieno augalo 10 lapų rytais ir 3 kartus kartojami kontroliniai variantai. Tirtos tokios žemės ūkio kultūros kaip miežiai, žirniai, pupos ir siauralapiai lubinai, kurių augalų vystymosi tarpsniai svyravo nuo augimo (BBCH 41-49) iki grūdų susidarymo / vaisiaus vystymosi (BBCH 73-77). Atlikus tyrimus, buvo lyginami augalų chlorofilų kiekių dinamika tarp jų. Paaiškėjo, kad ankštesniuose augaluose (žirniuose, pupose bei lubinuose) chlorofilų kiekiai buvo didesni nei vasariniuose miežiuose. Tai galėjo nulemti ne tik tam tikros augalų genetinės ir biologinės savybės, kaip ankštinių augalų biologinio azoto fiksacija, bet ir skirtingos trukmės vegetacija. Būtent besibaigianti vasarinių miežių vegetacija žydėjimo fazėje leido daryti tokias išvadas, nes lapai jau buvo pageltę. Kalbant apie chlorofilų pokyčius augaluose, didžiausia dinamika per visas vystymosi fazes buvo žirnių, nors pigmentų kiekis buvo mažesnis nei lubinų, taip yra todėl, kad žirnių kiekvieno tarpsnio duomenys palaipsniui kilo daugiau nei  $5\mu\text{g cm}^{-2}$ .

**Raktiniai žodžiai:** *chlorofilai (a+b), miežiai, žirniai, pupos, lubinai, BBCH skalė, dinamika*

**Įvadas.** Viena iš pagrindinių priemonių žemės ūkyje augalų derlių užauginti optimaliomis sąnaudomis ir kuo mažiau kenkiant aplinkai, yra tiksliosios (precizinės) žemdirbystės sistemos taikymas. Tuomet ženkliai efektyviau naudojami resursai: trąšos, pesticidai, degalai ir kt. (Muñoz-Huerta. et al., 2013).

Augalų augimui bei vystymuisi ir fiziologiniams procesams būtini palankūs aplinkos veiksniai, atitinkantys augalų genetiškai determinuotus poreikius. Pasėlio biomasės produktyvumas priklauso nuo optimalaus augalo fotosintezės sistemos darbo, kurį galima reguliuoti gerinant auginimo sąlygas (Tripolskaja et al., 2017).

Šviesa yra svarbiausias veiksnys, lemiantis augalų gyvybinius procesus. Augalai turi pigmentines sistemas, kurios reaguoja į fotoperiodo trukmę, sugeria tam tikrų bangų ilgių šviesą, kuri dalyvauja svarbiausiame gyvos materijos procese – fotosintezėje, taip pat morfogenezės, judėjimų (fototaksis) bei kitų fiziologinių procesų valdyme. Fotosintezės metu sintetamos organinės medžiagos ir surišama bioenergija yra pagrindas gyvybei žemėje egzistuoti. Tai pagrindinis procesas, užtikrinantis augalų derlių augalininkystėje bei augalines žaliavas maisto pramonei.

Chlorofilas yra pats svarbiausias lapų pigmentas, lemiantis jų žalumą. Chlorofilo kiekis lapuose gali būti laikomas azoto kiekio indikatoriumi, nes jis yra esminis elementas, dalyvaujantis baltymų fotosintezėje. AtLEAF+ chlorofilo matuoklis yra dažniausiai tiriamuosiuose darbuose naudojamas instrumentas chlorofilui augaluose nustatyti. Lapo fragmentas dedamas į nedidelę kamerą ir yra veikiamas dviem šviesos šaltiniais: raudonųjų (660 nm) ir infraraudonųjų spindulių (940 nm) šaltiniais, esančiais virš lapo. Per lapą prasiskverbianti šviesa nuosekliai registruoja po lapu esantys jutikliai. Remiantis šiais duomenimis prietaisas apskaičiuoja skaitmeninę reikšmę, atitinkančią chlorofilo kiekį lapuose, t. y. chlorofilo kiekio indeksą.

**Darbo tikslas.** Nustatyti kultūrinių augalų ir chlorofilų (a+b) kiekių dėsningumus skirtingais augalų vystymosi tarpsniais.

**Uždaviniai:** 1. Nustatyti chlorofilų (a+b) kiekių pokyčius skirtingais žemės ūkio augalų vystymosi tarpsniais; 2. Įvertinti chlorofilų (a+b) kiekius skirtinguose kultūriniuose augaluose žydėjimo tarpsniu.

**Tyrimo metodika.** Žemės ūkio augalai 2023 metais auginti lizimetuose (1 pav.), kurių dirvožemis – priesmėlis, karbonatingo fliuvioglacialinio žvyro paprastasis išplautžemis (JDp). Pagal FAO UNESCO klasifikaciją – Haplic Luvisol (LVh). Jo agrocheminė charakteristika,

pHKCL 5,9, sorbuotų bazių suma – 105 m-ekv. kg<sup>-1</sup>, dirvožemio, organinės medžiagos kiekis – 2,1%, judriųjų fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 230 bei kalio (K<sub>2</sub>O) 310 mg kg<sup>-1</sup>.

*Chlorofilų kiekių (μg cm<sup>-2</sup>) nustatymas lauko sąlygomis.* Chlorofilo (*a+b*) kiekių augaluose nustatymui naudojamas spektrofotometras atLEAF+, kuris chlorofilo absorbciją matuoja mėlynujų (400–500 nm) ir raudonųjų (600–700 nm) bangų diapazonu. Remiantis šiais duomenimis prietaisas apskaičiuoja skaitmeninę reikšmę, atitinkančią chlorofilo (*a+b*) kiekį lapuose, t. y. chlorofilo kiekio indeksą. Reikšmės skaičiuojamos remiantis šviesos kiekiu, lapo perduodamas į dvi bangos ilgio sritis, kuriose chlorofilo sugertis yra skirtinga (Novichonok et al., 2016, Zhu et al., 2012). Chlorofilų (*a+b*) kiekių rodmenys nuimami arčiau lapo vidurio taško, vengiant lapo vidurinėsios gyslos. Matuoklio matavimo sritis yra tik 2 x 3 mm, tai leidžia matuoti net ir smulkius lapus. Pagrindiniai matavimai atlikti ryte (nuo 8 val.), iš 10 lapų, pakartojami 3 kontroliniai variantai. Pasėta: balandžio 24 d., norma: 200 kg ha<sup>-1</sup>, sudygo: gegužės 3–5 d.

*Tyrimo objektas:* paprastasis miežis (*Hordeum vulgare* L.); sėjamasis žirnis (*Pisum sativum* L.); pupa (*Vicia faba* L.) ir siauralapis lubinas (*Lupinus angustifolius* L.). *Augalo vystymosi fazės:* BBCH: 41–49 (augimas), BBCH: 51–59 (plaukėjimas / butonizacija), BBCH: 63–66 (žydėjimas) ir BBCH: 73–77 (grūdo formavimasis/vaisiaus vystymasis).



1 pav. Paprastieji miežiai (pirmas iš dešinės), siauralapiai lubinai, sėjamieji žirniai ir pupos (paskutinis kairėje), šaltinis: darbo autorių nuotrauka

*Chlorofilas matuotas:* BBCH: 41–49 (augimas) – gegužės 3 d.; BBCH: 51–59 (plaukėjimas / butonizacija) – gegužės 10 d.; BBCH: 63–66 (žydėjimas) – gegužės 22 d., BBCH: 73–77 (grūdo formavimasis / vaisiaus vystymasis) – liepos 3 d.

*Statistika:* Vidurkio vidutinė paklaida (Sx) apskaičiuota Excel programa. Vidurkio paklaida skaičiuojama tik iš liekanos dispersijos. Skaičiavimas daromas 10 kartų didesniu tikslumu, negu yra gauti bandymo pagrindiniai duomenys.

**Tyrimo rezultatų analizė.** Pasak Lehr J. (1962), azotas yra svarbus chlorofilo gamybos elementas augaluose. Buvo atlikta daug tyrimų nustatyti azoto įtaką chlorofilo (*a+b*) kiekiui augaluose. Paaiškėjo, kad chlorofilo *a* ir *b* santykis mažai priklauso nuo nitrato formos, tačiau kinta priklausomai nuo azoto kiekio. Ypač azoto trūkumo sąlygomis nustatytas daug mažesnis *a/b* santykis. Lyginant vasarinių miežių ir kitų tiriamų augalų chlorofilų (*a+b*) kiekio rezultatus (1 lentelė), matomas didelis skirtumas tarp chlorofilo pokyčių bei kiekių. Gauti rezultatai „šokinėjo“, nebuvo tolygaus chlorofilų (*a+b*) kiekių didėjimo ar mažėjimo. Galima teigti, kad vasarinių miežių chlorofilų kiekio dinamika yra mažesnė nei kitų augalų, nes miežiai nėra savaime biologinį azotą fiksuojanti kultūra.

**1 lentelė.** Chlorofilų ( $a+b$ ) kiekių ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ) dinamika skirtingose kultūrinių augalų rūšyse

Kultūra	Augalų vystymosi tarpsniai (BBCH)			
	41–49 (augimas)	51–59 (plaukėjimas / butonizacija)	63–66 (žydėjimas)	73–77 (grūdo formavimasis / vaisiaus vystymasis)
Paprastasis miežis ( <i>Hordeum vulgare</i> L.)	31,2 ± 0,12	29,7 ± 0,24	32,6 ± 0,14	26,7 ± 0,13
Sėjamasis žirnis ( <i>Pisum sativum</i> L.)	29,4 ± 0,11	34,7 ± 0,21	47,1 ± 0,23	51,6 ± 0,31
Pupa ( <i>Vicia faba</i> L.)	36,5 ± 0,23	31,9 ± 0,19	32,9 ± 0,24	42,2 ± 0,25
Siauralapis lubinas ( <i>Lupinus angustifolius</i> L.)	47,7 ± 0,32	56,6 ± 0,38	56,6 ± 0,32	53,1 ± 0,31

Yra žinoma, kad žirniai iš atmosferos sukaupia apie 100–170 kg ha<sup>-1</sup> azoto. Azotas yra gyvybiškai svarbus augalų augimui elementas, kuris gali tiesiogiai paveikti tokių organų kaip šaknys, stiebai ir lapai morfologiją ir fiziologines funkcijas, galiausiai ir biomasės kaupimą (Liu & Von Wirén, 2017).

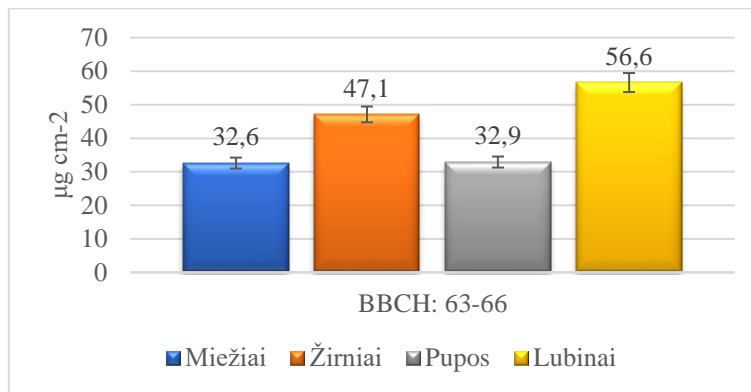
Daugumoje tyrimų nurodoma, kad tinkamas azotas gali skatinti fotosintezės pigmentų kaupimąsi ir padidinti augalų fotosintezės greitį, tai palanku maisto medžiagų kaupimui, o azoto trūkumas ir perteklinis azoto kiekis slopina susijusių produktų kaupimąsi skirtingu laipsniu, tai riboja augalų augimą (Duffy et al., 2013; Ainsworth & Bush, 2011; Lehr et al., 1962).

Matomas aiškus, laipsniškas chlorofilo ( $a+b$ ) kiekio didėjimas žirniuose. Nuo augimo tarpsnio (BBCH 41-49) chlorofilų ( $a+b$ ) kiekiai vis didėjo iki vaisiaus vystymosi tarpsnio (BBCH 73–77), kuriame buvo gauti didžiausi rezultatai.

Pupos taip pat yra biologinį azotą fiksuojanti kultūra kaip ir žirniai. Nors ir chlorofilų ( $a+b$ ) pokyčiai juose atliekant tyrimą labai varijavo, jų kiekiai stipriai skyrėsi, lyginant su miežiais bei žirniais. Manoma, kad taip yra dėlto, kad žirniai fiksuoja daugiau azoto, kuris padeda augalui įsisavinti šviesą, negu pupos, dėl to jų rezultatai bei pokyčiai yra didesni. Nors ir pupų chlorofilų ( $a+b$ ) kiekių dinamika nėra tolygi, bet vaisiaus vystymosi fazėje (BBCH 73-77) buvo nustatyti didžiausi chlorofilų ( $a+b$ ) kiekiai.

Remiantis Drew ir kt. (2012) atliktu tyrimu buvo išsiaiškinta, kiek azoto fiksuoja skirtingi pasėlių ir ganyklų ankštiniai augalai. Matoma, kad tokios žemės ūkio kultūros kaip sojų pupelės, žirniai, lubinai ir pupos fiksuoja daugiausiai azoto. Kadangi po sojų pupelių, lubinai fiksuoja daugiausiai biologinio azoto, galima daryti prielaidą, jog dėl šios priežasties šiame tyrime lubinai turėjo didžiausius chlorofilų ( $a+b$ ) kiekio skaičius iš visų tirtų augalų. Didžiausi chlorofilų ( $a+b$ ) rezultatai išsilaikė butonizacijos (BBCH 51–59) ir žydėjimo (BBCH 63–66) tarpsniuose, t. y. juose išsilaikė vienodas chlorofilų kiekis – po 56,6  $\mu\text{g cm}^{-2}$ . Deja, bet paskutinėje tirtoje augalų vystymosi fazėje (BBCH 73–77) chlorofilų kiekiai nukrito.

Remiantis grafiku (2 pav.) galima matyti, kad didžiausias chlorofilų ( $a+b$ ) kiekis žydėjimo tarpsniu (BBCH 63-66) buvo nustatytas siauralapiuose lubinuose (56,6  $\mu\text{g cm}^{-2}$ ), o mažiausias – vasariniuose miežiuose (32,6  $\mu\text{g cm}^{-2}$ ). Taip nutikti galėjo ne tik dėl azoto trūkumo, bet ir dėl trumpesnės vegetacinės trukmės. Nors vasariniuose miežiuose buvo mažiausiai chlorofilo ( $a+b$ ) iš visų tirtų augalų, ne ką daugiau jo buvo pupose – 32,9  $\mu\text{g cm}^{-2}$ , t. y. tik trimis dešimtosiomis (0,3) daugiau. Gana neblogi chlorofilų ( $a+b$ ) kiekio rezultatai žirniuose (47,1  $\mu\text{g cm}^{-2}$ ).



2 pav. Chlorofilų ( $a+b$ ) kiekiai skirtinguose kultūriniuose augaluose, Sx – vidurkio vidutinė paklaida

Miglinių ir ankštinių augalų žiedų formavimasis priklauso nuo fotosintezės ir temperatūros. Išoriniai veiksniai, galintys daryti įtaką žiedų užsimezgimo ir vystymosi procesams, yra autonominis reguliavimas (genotipas, augalo amžius, veislė), išorinis reguliavimas (fotoperiodas) ir metabolitų įtaka (fitohormonų santykis). Fotosintezės sistemos aktyvumas yra lemiamas veiksnys augalų augimui ir vystymuisi, taip pat medžiagų apykaitos procesams bei žemės ūkio augalų produktyvumui.

#### Išvados:

1. Nepaisant fakto, kad didžiausias chlorofilų ( $a+b$ ) kiekis visuose BBCH tarpsniuose buvo siauralapiuose lubinuose (*Lupinus angustifolius* L.), didžiausi pokyčiai buvo pastebėti sėjamuosiuose žirniuose (*Pisum sativum* L.). Kiekviename tarpsnyje chlorofilų ( $a+b$ ) kiekis sparčiausiai didėjo palaispniui, o kituose augaluose  $\pm$  iki 2-10  $\mu\text{g cm}^{-2}$  vis didėjo ar mažėjo.
2. Žydėjimo tarpsnyje chlorofilų ( $a+b$ ) kiekis dominavo siauralapiuose lubinuose (*Lupinus angustifolius* L.), o mažiausias jų kiekis buvo nustatytas paprastuose miežiuose (*Hordeum vulgare* L.) lapuose.

## LITERATŪRA

1. Ainsworth E.A. & Bush D.R. (2011). Carbohydrate export from the leaf: a highly regulated process and target to enhance photosynthesis and productivity. *Plant Physiology*, 155(1), 64–69.
2. Drew, E., Herridge, D., Ballard, R., O'Hara, G., Deaker, R., Denton, M., ... & Ballard, N. (2012). *Inoculating legumes: a practical guide*. Grains Research and Development Corporation. <https://rune.une.edu.au/web/handle/1959.11/15107>
3. Duffy C.D., Chmeliov J., Macernis M., Sulskus J., Valkunas L. & Ruban A.V. (2013). Modeling of fluorescence quenching by lutein in the plant light-harvesting complex LHCII. *Journal of Physical Chemistry B*, 117: 10974-10986
4. Lehr, J. J., Wybenga, J. M., & Hoekendijk, J. A. (1962). On the influence of nitrogen on the formation of chlorophyll with special regard to a difference in effect between sodium nitrate and calcium nitrate. *Plant and Soil*, 68-86.
5. Liu, Y., & von Wirén, N. (2017). Ammonium as a signal for physiological and morphological responses in plants. *Journal of Experimental Botany*, 68(10), 2581-2592.
6. Muñoz-Huerta, R. F., Guevara-Gonzalez, R. G., Contreras-Medina, L. M., Torres-Pacheco, I., Prado-Olivarez, J., & Ocampo-Velazquez, R. V. (2013). A review of methods for sensing the nitrogen status in plants: advantages, disadvantages and recent advances. *sensors*, 13(8), 10823-10843.
7. Novichonok, E. V., Novichonok, A. O., Kurbatova, J. A., & Markovskaya, E. F. (2016). Use of the atLEAF+ chlorophyll meter for a nondestructive estimate of chlorophyll content. *Photosynthetica*, 54(1), 130-137.
8. Tripolskaja, L., Razukas, A., Sidlauskas, G., & Verbyliene, I. (2017). Effect of fertilizers with different chemical composition on crop yield, nitrogen uptake and leaching in a sandy loam Luvisol. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104(3).
- Zhu, J., Tremblay, N., & Liang, Y. (2012). Comparing SPAD and atLEAF values for chlorophyll assessment in crop species. *Canadian journal of soil science*, 92(4), 645-648.



## CHLOROPHYLL DYNAMICS AT DIFFERENT STAGES OF AGRICULTURAL PLANT DEVELOPMENT

**Summary.** In order to investigate the chlorophyll content, a study was carried out in 2023 at the Lithuanian Centre of Agrarian and Forestry Sciences, Vokė Branch, to determine the dynamics, changes and levels of chlorophylls in plants. The crops were grown in lysimeters with a soil of sandy loam soil of fluvio-glacial gravelly plain leachate (JDp), according to its granulometric composition. Chlorophyll content was determined under field conditions using a spectrophotometer (atLEAF). Measurements were taken from 10 leaves of each plant in the morning, in 3 replicates in the control treatments. The crops included in the study were barley, peas, beans and narrow-leaved lupin, with plant development stages ranging from growth (BBCH 41-49) to grain formation/fruit development (BBCH 73-77). The dynamics of plant chlorophyll contents were compared between the plants. It was found that legumes (peas, beans and lupins) had higher levels of chlorophylls than spring barley. This could be due not only to certain genetic and biological characteristics of the plants, such as the biological nitrogen fixation of legumes, but also to the different lengths of the growing season. It was the fact that spring barley's vegetation was finishing during the flowering phase that led to this conclusion, as the leaves had already turned yellow. As regards the changes in chlorophylls in the plants, peas showed the greatest dynamics during all phases of development, although the content of these pigments was lower than in lupins, which is due to the fact that peas showed a gradual increase of more than  $5 \mu\text{g cm}^{-2}$  at each stage.

**Keywords:** chlorophylls (a+b), barley, peas, beans, lupins, BBCH scale, dynamics.

## EKSTRAKCIJOS TRUKMĖS IR EKSTRAHENTO PARINKIMAS JUDRIOSIOS SIEROS (SULFATŲ) NUSTATYMU DIRVOŽEMYJE

Ieva Gruzdytė, Ingrida Radveikienė

Vilniaus kolegija, Agrotechnologijų fakultetas

**Anotacija.** Siera (sulfatas ( $\text{SO}_4^{2-}$ )) – dirvožemyje esantis elementas, kuris turi didžiulę įtaką dirvožemio kokybei ir augalų vystymuisi. Siera reikalinga augalų baltymų sintezei, fermentų veikimui ir dalyvauja mitybos bei kvėpavimo procesuose. Sieros koncentracijos pokyčiai augaluose pastebimi iš pakitusios lapų spalvos, jei jos trūksta, gali išsivystyti chlorozė. Judriosios sieros kiekis dirvožemyje priklauso nuo jo granulometrinės sudėties, geografinės zonos, kritulių kiekio, laukų drėkinimo bei maistinių medžiagų išplovimo iš dirvos. Siera ir jos junginiai į dirvožemį patenka vykstant sieros ciklui. Dirvožemiai laikomi mažo sieringumo, kai juose randama iki 6 mg/kg sieros, o sieringais tada, kai jame aptinkama daugiau nei 12 mg/kg. Tyrimo metu buvo tirta, koks sieros (sulfatų) kiekis išekstrahuojamas keičiant ekstrakcijos trukmę ir ekstrahentą Ignalinos rajono savivaldybės dirvožemiuose. Turbidimetrijos metodu nustatyta, kad po 90 min. daugiausia išekstrahuojama sieros (sulfatų) naudojant  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ekstrahentą: Kėriškės dirvožemyje nustatyta 21,4 mg/kg, Daktorių dirvožemyje – 45,4 mg/kg. Tai lėmė didesnė fosfato anijono jonų mainų talpa. Mažiausiai sieros (sulfatų) išekstrahuojama iš dirvožemio naudojant  $\text{CaCl}_2$  ekstrahentą.

**Raktiniai žodžiai:** *siera, sulfatai, dirvožemis, turbidimetrija.*

**Įvadas.** Dirvožemio tyrimai yra labai svarbūs ūkininkams, nes suteikia informacijos apie maistinių medžiagų kiekius dirvoje ir leidžia užtikrinti tinkamą augalų tręšimą. Siera (S) turi didelę reikšmę dirvožemio kokybei ir augalų vystymosi procesams. Dažniausiai augalai sierą pasisavina iš sulfatų. Siera dalyvauja mitybos ir kvėpavimo procesuose, kurie būtini normaliam augimo procesui. Taip pat augaluose esanti sierą palaiko normalią fermentų veiklą bei yra atsakinga už baltymų sintezę. Siera priskiriama prie antrinių makroelementų, tačiau augalams ji gyvybiškai reikalinga kaip ir pirminiai makroelementai (azotas, fosforas, kalis). Sieros trūkumas pablogina pagrindines augalų medžiagų apykaitos funkcijas, t. y. augalų augimas sulėtėja ir jaunesniems augalo lapams būdinga chlorozė, kuri palaipsniui plinta per visą lapo plotą, todėl sumažėja pasėlių derlius ir kokybė (1 pav.).



1 pav. Beržo lapų chlorozė

Šaltinis: Brian, H. (2012, August 1). Chlorosis. Wisconsin Horticulture.

<https://hort.extension.wisc.edu/articles/chlorosis/>

Sieros kiekis dirvožemyje priklauso nuo dirvožemio granulometrinės sudėties, geografinės zonos, kritulių kiekio, laukų drėkinimo bei maistinių medžiagų išplovimo iš dirvos. Manoma, kad tiriant dirvožemių elementinę sudėtį nuo pasirinktos ekstrakcijos trukmės ir naudojamo ekstrahento priklauso, kaip efektyviai pavyksta išskirti iš dirvožemio nustatomą elementą ar junginį.

Siera (S) ir įvairūs jos junginiai ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) patenka į dirvožemį vykstant sieros ciklui. Sieros ciklo metu dirvožemyje esantys mikroorganizmai suskaido baltymus, turinčius sieros savo sudėtyje, iki aminorūgščių, vėliau sierą, esanti aminorūgštyse, paverčiama į vandenilio sulfidą ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Vykstant oksidacijos-redukcijos reakcijai, kurios metu vandenilio sulfidas ( $\text{H}_2\text{S}$ ) reaguoja su deguonimi ( $\text{O}_2$ ), susidaro sieros molekulės. Šios molekulės, veikiant *Thiobacillus*

genties bakterijoms, tampa sulfatais ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), o vėliau  $\text{SO}_4^{2-}$  virsta vandenilio sulfidu ( $\text{H}_2\text{S}$ ) (Jez, 2008).

Judrioji siera dirvožemyje randama sulfatų ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) formos. Dažniausiai šis anijonas į dirvožemį patenka su vandenyje tirpiomis druskomis. Šie sulfatai gali būti vandenyje tirpios ir netirpios formos. Tai priklauso nuo klimato zonos, kurioje yra dirvožemis, pavyzdžiui, jei dirvožemis yra sauso klimato zonoje, jame bus dideli vandenyje tirpių sulfatų kiekiai. Vandenyje netirpūs sulfatai aptinkami bario sulfato ( $\text{BaSO}_4$ ), stroncio sulfato ( $\text{SrSO}_4$ ) pavidalu bei įvairiuose kompleksiniuose junginiuose (Tabatabai, 1987). Lietuva yra vidutinių platumų klimato zonoje ir visais metų laikais kritulių iškrinta pakankamai nemažai (apie 675 mm per metus), todėl judriosios sieros labai sumažėja – vyksta išplovimas (Bukantis, n. d.). Siera ir vandenyje ištirpę jos junginiai patenka į požeminius vandenis, tokiu būdu jie tampa neprieinami augalams. Šį procesą skatina augalų tręšimas, krituliai bei laukų drėkinimas. Dirvožemiai laikomi mažo sieringumo tada, kai juose aptinkama iki 6 mg/kg sieros 0–20 cm sluoksnyje, sieringais – kai dirvožemyje randama daugiau nei 12 mg/kg sieros. Lietuvoje mažai humuso turinčiuose ir lengvos granulimetrinės sudėties smėlio ir priemolio dirvožemiuose aptinkamas mažiausias sieros (sulfatų) kiekis (Staugaitis et al., 2009).

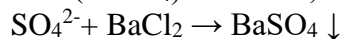
**Darbo tikslas.** Įvertinti ekstrakcijos trukmės ir skirtingų ekstrahentų įtaką sulfatų nustatymui rytų Lietuvos dirvožemiuose.

**Uždaviniai:**

1. Išnagrinėti literatūrą apie sierą (sulfatus) dirvožemyje ir jos poveikį augalams.
2. Turbidimetrijos metodu nustatyti sieros (sulfatų) kiekį skirtinguose dirvožemiuose keičiant ekstrakcijos sąlygas.

**Tyrimo objektas.** Sieros (sulfatų) kiekis dirvožemyje.

**Tyrimo metodika.** Siera (sulfatai) dirvožemyje nustatoma turbidimetrijos metodu, išmatuojant pro tiriamąjį tirpalą praėjusios šviesos intensyvumo pokytį. Metodo esmė – reakcijoje dalyvaujant sierai (S), esančiai dirvožemyje, ir bario ( $\text{Ba}^{2+}$ ) katijonams, susidaro baltos, vandenyje netirpios bario sulfato ( $\text{BaSO}_4$ ) nuosėdos, susidaro dispersinė sistema:



Sulfatai ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) išreiškiami judriąja sierą (S).

*Tyrimo eiga.* Sieros (sulfatų) nustatymas dirvožemyje buvo atliktas taikant kalibravimo kreivės metodą. Buvo sudaryta kalibravimo kreivė naudojant darbinį 100 mg/l kalio sulfato ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) tirpalą. Kalibravimo kreivės koncentracijų intervalas nuo 0,5 mg/ml iki 20 mg/ml. Į tirpalus įpilta 1 ml 0,5 % želatinos tirpalo, 1 ml 6 N druskos rūgšties (HCl) tirpalo ir 0,5 ml 10 % bario chlorido ( $\text{BaCl}_2$ ) tirpalo. Palyginamasis tirpalas pagamintas analogiškai be kalio sulfato ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ).

*Dirvožemio mėginių paruošimas.* Dirvožemis išdžiovinamas džiovintame spintoje esant 40 °C temperatūrai iki orausio, persijojamas per sietą ir saugomas plastikiniuose indeliuose.

*Dirvožemio ištraukų paruošimas.* Paruošiamos dirvožemio ištraukos naudojant skirtingus ekstrahentus: kalio divandenilio fosfato ( $\text{KH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), kalcio chlorido ( $\text{CaCl}_2$ ) arba azoto rūgšties ( $\text{HNO}_3$ ). Pasveriami 10 g išdžiovinto bei išsijoto dirvožemio ir suberiami į kūginę kolbą, įpilama 50 ml ekstrahento (Orodu & Morokowei, 2022). Kūginė kolba užkemšama ir maišoma laboratorine purtykle: 10 min., 30 min., 60 min. ir 90 min.

*Sieros (sulfatų) kiekio nustatymas dirvožemyje.* Paruoštas dirvožemio ekstraktas centrifuguojamas 5 min. esant 4 500 (aps./min.), pipete pamatuojama 8 ml centrifugato ir supilama į 100 ml matavimo kolbą, įpilama 20 ml dejonizuoto vandens, 1 ml 0,5 % želatinos tirpalo, 1 ml 6 N druskos rūgšties (HCl) tirpalo ir 0,5 ml 10 % bario chlorido ( $\text{BaCl}_2$ ) ir praskiedžiama iki kalibravimo žymės. Tirpalų šviesos intensyvumo pokytis išmatuojamas spektrofotometru po 20 min, šviesos bangos ilgis 420 nm, naudojama 10 mm optinio stiklo kiuvetė (*Determination of Sulfur in Soil*, 2018).

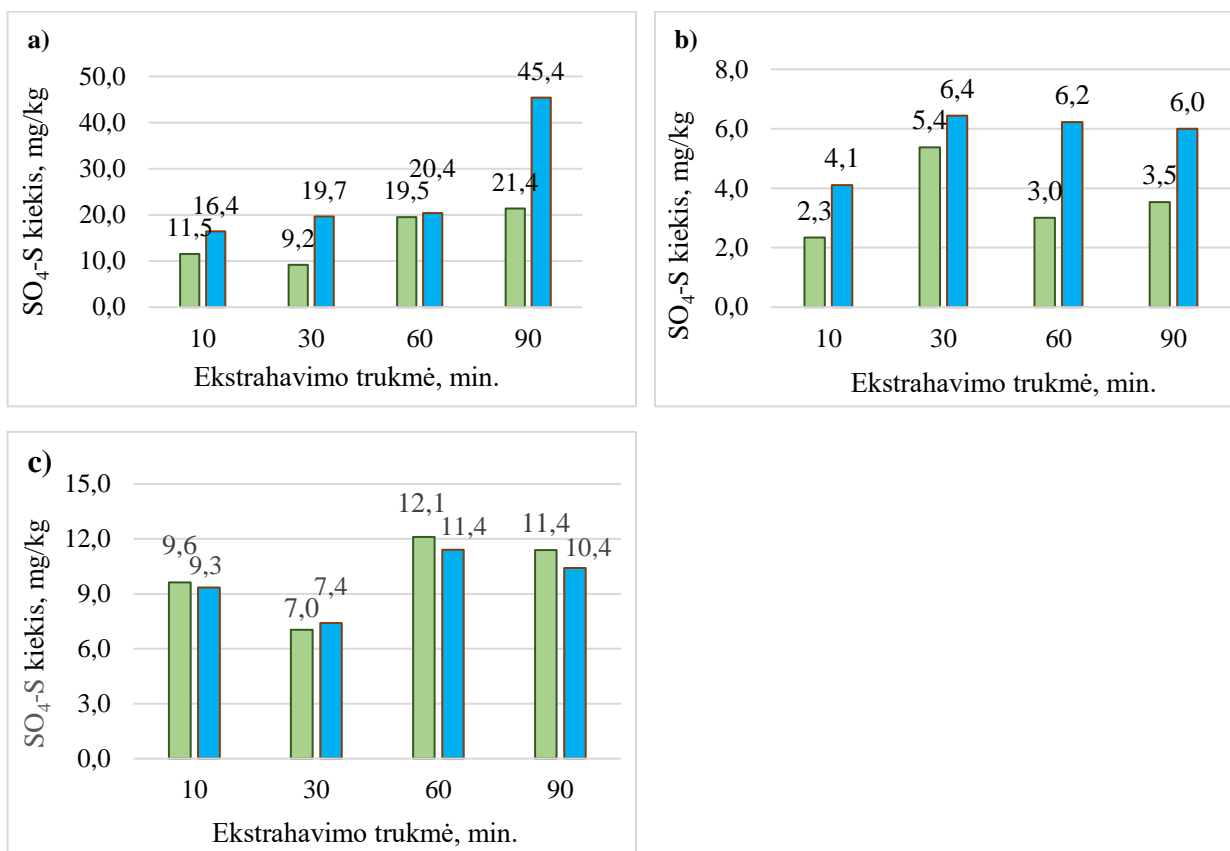
Sieros (sulfatų) kiekis dirvožemyje, išreikštas mg/kg, apskaičiuojamas pagal formulę:

$$C(S) = \frac{c \cdot V}{m}$$

čia: c – judriosios sieros koncentracija pagal kalibravimo kreivę išreikšta mg/l;

V – ekstrakto tūris, l;  
m – dirvožemio masė, kg.

**Tyrimo rezultatų analizė.** Tyrimo metu nustatytas sulfatinės sieros (toliau SO<sub>4</sub>-S) kiekis dirvožemyje. Atliktos ekstrakcijos naudojant skirtingus ekstrahentus: kalio divandenilio fosfato (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O), kalcio chlorido (CaCl<sub>2</sub>) ir azoto rūgšties (HNO<sub>3</sub>) ekstrakcijos, ir stebėta, kaip kito SO<sub>4</sub>-S kiekis priklausomai nuo ekstrakcijos trukmės (10, 30, 60 ir 90 min.). Nustatyta, kad didžiausias SO<sub>4</sub>-S kiekis yra išekstrahuojamas, naudojant kalio divandenilio fosfato (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) ekstrahentą, o optimali ekstrakcijos trukmė – 90 minučių (2 pav., a). Manoma, tai lėmė didesnė fosfato anijono mainų talpa nei chlorido ar nitrato (Kundu et al., 2020). Dėl didesnės anijonų mainų talpos, fosfato tirpalu galima išekstrahuoti didesnę SO<sub>4</sub>-S kiekį iš dirvožemio. Naudojant KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ekstrahentą, Kėriškės dirvožemyje nustatyta 21,4 mg/kg SO<sub>4</sub>-S, Daktorių dirvožemyje – 45,4 mg/kg, kai ekstrakcija truko 90 minučių. Kai ekstrakcijos trukmė buvo 30 minučių, Daktorių dirvožemyje nustatytas SO<sub>4</sub>-S kiekis buvo 19,7 mg/kg.



2 pav. Sieros (sulfatų) kiekio priklausomybė nuo ekstrakcijos trukmės naudojant ekstrahentus: a) KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, b) CaCl<sub>2</sub>, c) HNO<sub>3</sub> (Kėriškės dirvožemis – žalia spalva, Daktorių dirvožemis – mėlyna spalva)

Literatūroje nurodama, kad dažniausiai sulfatinės sieros ekstrakcijai naudojamas CaCl<sub>2</sub> tirpalas (Houba et al., 2008; Kundu et al., 2020; Ketterings et al., 2011). Ekstrahuojant 30 minučių su CaCl<sub>2</sub> nustatyta, kad SO<sub>4</sub>-S yra 6,4 mg/kg Daktorių dirvožemyje, Kėriškės – 5,4 mg/kg (2 pav., b). Lyginant gautus tyrimo rezultatus su kitais ekstrahentais, t. y. KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ir HNO<sub>3</sub> išekstrahuojami mažesni sulfatinės sieros kiekiai.

Literatūroje pateikiama, kad ekstrahentai, kurių sudėtyje yra tokių anijonų kaip nitratas, chloridas ar acetatas, gali išekstrahuoti sierą iš dirvožemio (Kulhanek et al., 2018). Naudojant ekstrahentą azoto rūgštį (HNO<sub>3</sub>), Kėriškės ir Daktorių dirvožemiuose SO<sub>4</sub>-S kiekis buvo nustatytas didesnis nei ekstrahuojant kalcio chloridu (CaCl<sub>2</sub>) (3 pav., b ir c). Manoma, tai turėjo įtakos nitrato jono didesnė anijonų mainų talpa nei chlorido jono. Dirvožemių ekstrakcijai

trukus 60 minučių su HNO<sub>3</sub>, ištirta, kad sieros (sulfatų) kiekis Kėriškės dirvožemyje yra 12,1 mg/kg, Daktorių – 11,4 mg/kg.

#### Išvados:

1. Siera (S) – vienas iš svarbiausių elementų dirvožemiui bei jame augantiems augalams. Siera į dirvožemį patenka vykstant sieros ciklui arba tręšiant laukus. Dirvožemyje judriosios sieros (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) kiekis varijuoja dėl klimato zonos ypatybių, dirvožemio granulometrinės sudėties, kritulių, laukų drėkinimo bei išsiplovimo. Sieros trūkumas jauname augale turi neigiamos įtakos tolesniam augalo vystymuisi ir augimui.

2. Tyrimu nustatyta, kad išekstrahuojamas sieros (sulfatų) kiekis priklauso nuo naudojamo ekstrahento ir ekstrakcijos trukmės. Po 90 min. daugiausiai sieros (sulfatų) išekstrahuojama KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> ekstrahentu nei CaCl<sub>2</sub> ar HNO<sub>3</sub>. Mažiausiai išekstrahuojama sieros (sulfatų), naudojant CaCl<sub>2</sub>. Ištirta, kad tyrimui naudoti Kėriškės ir Daktorių dirvožemiai yra sieringi.

## LITERATŪRA

1. Bukantis, A. (n.d.). Lietuvos klimatas. In *Visuotinė lietuvių enciklopedija*. Retrieved May 5, 2024, from <https://www.vle.lt/straipsnis/lietuvos-klimatas/>.
2. *Determination of Sulfur in Soil*. (2018, August 12). [Digital document library]. Scribd. <https://www.scribd.com/document/386001860/Determination-of-Sulfur-in-Soil>
3. Jez, J. (Ed.). (2008). *Sulfur: A Missing Link Between Soils, Crops, and Nutrition*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr50>.
4. Houba, V.J.G., Temminghoff, E.J.M., Gaikhorst, G.A., van Vark, W. (2008). Soil analysis procedures using 0.01 M calcium chloride as extraction reagent. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 31 (9-10).
5. Ketterings, Q., Miyamoto, C., Mathur, R. R., Dietzel, K., & Gami, S. (2011). A comparison of soil sulfur extraction methods. *Soil Science Society of America Journal*, 75(4), 1578–1583. <https://doi.org/10.2136/sssaj2010.0407>.
6. Kundu, R., Adhikary, S., Padhan, D., Das, A., Dutta, J. (2020). Extractable fractions of sulphur in major soils of India. *Chem Sci Rec Lett*, 9 (33), 138–145. [21 CS2051017 p138-145.pdf \(chesci.com\)](https://doi.org/10.2136/sssaj2010.0407).
7. Kulhanek, M., Černý, J., Balik, J., Sedlar, O., Suran, P. (2018). Potential of Mehlich 3 method for extracting plant available sulfur in the Czech agricultural soils. *Plant Soil Environ.*, 64 (9), 455–462. <https://doi.org/10.17221/372/2018-PSE>.
8. Orodu, V. E., & Morokowei, R. (2022). Determination of nitrates, sulphates and phosphates in soil of Ogobiri and Adagbabiri farmlands in Bayelsa state, Nigeria. *Plant Nutrition & Soil Science International*, 1(1), 18. <https://doi.org/10.23977/pnssi.2022.010101>.
9. Staugaitis, G., Mažvila, J., Vaišvila, Z., & Arbačiauskas, J. (2009). Sieros reikšmė augalams. *Mano ūkis*. <https://www.manoukis.lt/mano-ukis-zurnalas/2009/01/sieros-reiksme-augalams/>
10. Tabatabai, M. A. (1987). Physicochemical fate of sulfate in soils. *JAPCA*, 37(1), 34–38. <https://doi.org/10.1080/08940630.1987.10466197>.

## STUDY OF EXTRACTION DURATION AND EXTRAHENT FOR DETERMINATION AMOUNT OF AVAILABLE SULPHUR (SULPHATE) IN SOIL

**Summary.** Sulphur (sulphate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)) is an element in the soil that has great influence on the quality of the soil and the development of the plants. In plants, sulphur is necessary for protein synthesis, enzyme activity, and it participates in nutrition and respiration processes. Changes in the concentration of sulphur in plants can be seen from a change in the color of the leaves, and if it is lacking, chlorosis can develop. The amount of mobile sulphur in the soil depends on its granulometric composition, geographical area, amount of precipitation, field irrigation and leaching of nutrients from the soil. Sulphur and its compounds enter the soil through the sulphur cycle. Soils are considered low-sulphuric when they contain up to 6 mg/kg of sulphur, and sulphurous when they contain more than 12 mg/kg. During the research, it was investigated what amount of sulphur (sulphate) is extracted by changing the duration of extraction and extrahent in the soils of the municipality of Ignalina district. While applying the turbidimetry method, it was found that after 90 min, the most sulphur (sulphate) is extracted using KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> extrahent: 21.4 mg/kg was determined in the Kėriškė soil, 45.4 mg/kg in the Daktoriai soil. This was due to the higher anion exchange capacity of the phosphate anion. The least amount of sulphur (sulphate) is extracted from the soil using a CaCl<sub>2</sub> extrahent.

**Keywords:** sulphur, sulphates, soil, turbidimetry.

# GYVŪNŲ AUGINTINIŲ ĖDALO PIRKIMO SPRENDIMUS LEMIANTYS VEIKSNIAI

**Kristina Jefimova, Meilė Marija Damauskaitė, Rasa Miakinkovienė**

*Vilniaus kolegija, Agrotechnologijų fakultetas*

**Anotacija.** UAB „Pet City“ atlikto tyrimo tikslas – nustatyti, kas lemia sprendimus pirkti gyvūnų augintinių ėdalą. Didėjantis susirūpinimas augintinių sveikata, sveikatingumo ir gyvenimo kokybės prioritetai keičia naminių gyvūnų savininkų elgseną. Norint dirbti pelningai, įmonėms svarbu žinoti, kas lemia ir nelemia gyvūnų savininkų elgseną, pasirinkimus prikimo proceso metu. Straipsnyje daugiausia dėmesio skiriama vartotojų elgsenai gyvūnų augintinių ėdalo rinkoje suprasti, ypač veiksniams, darantiems įtaką pasirinkimui. Augant gyvūnų augintinių ekonomikai, šiuo tyrimu sprendžiama spraga, susijusi su vartotojų sprendimų priėmimo šioje rinkos nišoje subtilybėmis. Buvo atlikta išsami gyvūnų augintinių savininkų apklausa siekiant iširti veiksnių – kainos, ėdalo pasirinkimo pločio, ėdalo kokybės – poveikį pirkėjų elgsenai. Pagrindinės išvados rodo mažą jautrumo kainai įtaką vartotojų pasirinkimui. Konkurencingos kainos lėmė pirkimą internetu, nes vartotojai dažnai ieškojo ekonomiškai efektyvių variantų.

**Raktiniai žodžiai.** *Vartotojo elgsena, pirkėjas, išoriniai ir vidiniai veiksniai.*

**Įvadas.** Gyvūnų augintinių ekonomika – sparčiai auganti pramonės šaka, kuri pakeitė požiūrį į gyvūnus augintinius. 2024 m. sausio 1 d. Gyvūnų augintinių registre buvo 424 253 augintinių. Per pastarąjį dešimtmetį naminių gyvūnėlių humanizavimas prisidėjo prie naminių gyvūnėlių priežiūros kokybės. Naminių gyvūnėlių rinkoje stebimos tokios tendencijos: prioritetas gyvūno sveikatingumui, gyvenimo kokybei, vis daugiau naminių gyvūnėlių savininkų savo kailinius draugus džiugina dovanomis ir aksesuarais arba rengia savo augintinių gimtadienius. Viena veikla, kuriai vartotojai neskiria tiek laiko, kiek anksčiau, yra apsipirkimas. Pirmenybė teikiama aukščiausios kokybės produktams, prenumeruojamoms paslaugoms ir suasmenintoms prekėms. Šios tendencijos paskatino iš naujo įvertinti produktus ir rinkodaros strategijas, siekiant kuo labiau padidinti galimą įmonės pelną. Produktų diferencijavimas remiantis įvairiomis unikaliomis savybėmis (spalva, tekstūra, kvapas, forma ir t. t.) ir išorinėmis savybėmis, pavyzdžiui, prekės ženklu, kilmės šalimi, įvaizdžiu ir kt. Įmonės turi žinoti, kaip vartotojai suvokia vertę, susijusią su skirtingomis produkto savybėmis, kad būtų patenkinti vis labiau specializuoti vartotojų poreikiai. Gebėjimas įmonei tiksliai analizuoti ir interpretuoti vartotojų vertės suvokimą ir lūkesčius bei veiksnius, lemiančius pirkimo sprendimus, yra labai svarbus norint sėkmingai užkariauti ir išlaikyti rinkos dalį plečiantis specialaus gyvūnų augintinių maisto kategorijai.

Vartotojo elgsena, autorių nuomone, skiriasi tam tikrais aspektais. Pavyzdžiui, J. C. Mowen (1990) vartotojo elgsenos sąvoką apibūdina kaip „veiklą, kuri yra susijusi su produktų, paslaugų, idėjų įsigijimu, vartojimu ir pašalinimu, apimanti sprendimų priėmimo procesus prieš šią veiklą ir po jos“. R. L. Sandhusen (2000) nuomone, klientų elgsena – tai „mokslas apie tai, kada, kodėl, kaip ir kur vartotojai perka arba neperka“. Vartotojo elgsenai darantys įtaką veiksniai skirstomi į: išorinius (kultūrinius, socialinius) ir vidinius (asmeninius, psichologinius) veiksnius. Išoriniai veiksniai kyla iš kultūros bei visuomenės, o vidiniai veiksniai – tai žmogaus psichologiniai veiksniai, darantys įtaką vartotojo elgsenai. Išoriniai (kultūriniai) veiksniai skirstomi į: kultūrą, subkultūrą ir socialinę klasę. Kultūra daro įtaką priežastims, kurios parodo individo norus darant pirkimo sprendimus. Subkultūra turi įtakos geografiniams regionams, religijai, tautybėms bei rasėms. (Kotler & Armstrong 2011). Socialinė kultūra veikia santykius tam tikrų individų, kuriuos sieja panašios vertybės. Išoriniai (socialiniai) veiksniai skirstomi į: šeimos, statuso, įtakos grupes. Šeimą sudaro vienas ar kelių individų grupė, juos sieja tam tikri šeimai ar giminei būdingi ryšiai. Šis veiksnys yra itin svarbus, kadangi vartotojo elgseną veikia visi šeimos nariai. Statusas yra ryškus vaidmuo visuomenėje, parodantis galimybes įsigyti aukštos kokybės prekes brangiomis kainomis, kadangi aušto statuso žmogui tai nėra kliūtis. Įtakos grupės – grupės žmonių, darančios įtaką vartotojo elgesiui. Vidiniai (asmeniniai) veiksniai. Prie vidinių (asmeninių) veiksnių priskiriamas: amžius, ekonominė padėtis, asmenybė, gyvenimo būdas. Pirkėjo įpročiai skiriasi atsižvelgiant į jo amžių ir gyvenimo būdą. Nuo amžiaus ir gyvenimo būdo priklauso individo „skonis“ prekės ženklui bei kainai.

Ekonominė padėtis lemia prekės pirkimo vietą (prekių ženklų parduotuvė ar paprasta) (Kotler & Armstrong, 2011). Asmuo ar žmonių grupė, išsiskirianti pasitikėjimu, dominavimu. Vidiniai (psichologiniai) veiksniai, kuriems priskiriami patirtis, nuomonės, žmonių suvokimas. Patirtis nurodo vartotojo elgesį. Patirtis yra dvejopa: pirma – ar perkama prekė paliko įspūdį ir perkantis asmuo vėl sugrįš, antra – kaina, nuolaidos, suteiktos papildomos paslaugos atitiko kliento lūkesčius. Nuomonė apibrėžia asmens vertinimą nusipirkta preke ar paslauga. Žmogaus suvokimas – tai individualus informacijos žinojimas apie tam tikrus dalykus. Apibendrinant galima teigti, kad vartotojo elgseną veikia vidiniai ir išoriniai veiksniai. Išoriniai veiksniai kyla iš aplinkos, kurioje gyvena individas. Asmenybė priklausoma nuo kultūros (kultūra, subkultūra, socialinė klasė) ir socialinės padėties (šeima, statusas, įtakos grupė). Vidiniai veiksniai apibrėžia asmenines savybes (amžius, ekonominė padėtis, gyvenimo būdas, asmenybė) bei psichologiją (patirtis, suvokimas, įsitikinimas, nuomonė).

**Tyrimo tikslas** – nustatyti, kas lemia sprendimus pirkti gyvūnų augintinių ėdalą.

**Tyrimo problema** – nėra informacijos, kokie veiksniai (išoriniai ar vidiniai) ir kaip lemia gyvūnų augintinių ėdalo pirkimo sprendimus.

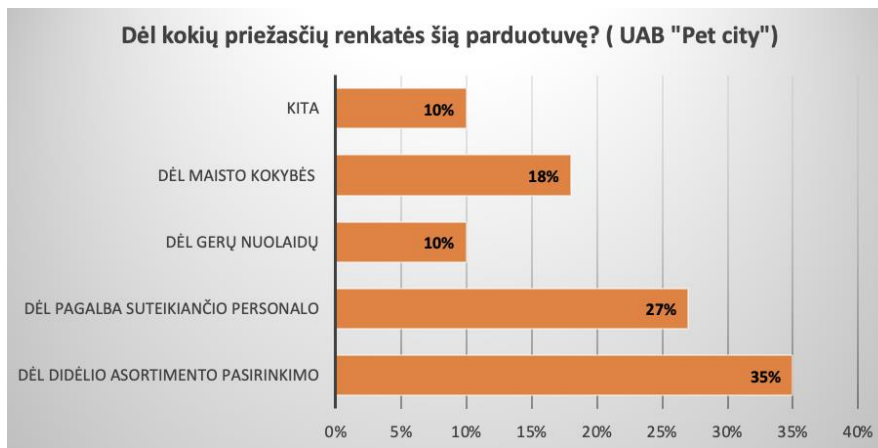
**Tyrimo objektas** – UAB „Pet City“ klientų ėdalo pirkimo sprendimus lemiantys veiksniai, kas lemia ėdalo pirkimo \ nepirkimo sprendimus. Duomenims surinkti buvo naudojamas apklausos metodas (N=84).

**Tyrimo rezultatų analizė.** Apklausa buvo vykdoma 2024 m. balandžio – gegužės mėnesiais UAB „Pet City“ tinkle. 1 paveikslas iliustruoja pirkėjų apsilankymo parduotuvėje dažnumą. Daugiau nei 56 proc. respondentų atsakė, kad „1–2 kartus per savaitę“ apsilanko parduotuvėje norėdami išigyti ėdalo savo augintiniui, 10 proc. respondentų atsakė, kad „3–5 kartus per savaitę“, kita dalis respondentų atsakė, kad „niekada ir kita“.



1 pav. Apsilankiusiųjų UAB „Pet City“ parduotuvėje žmonių skaičius (proc.)

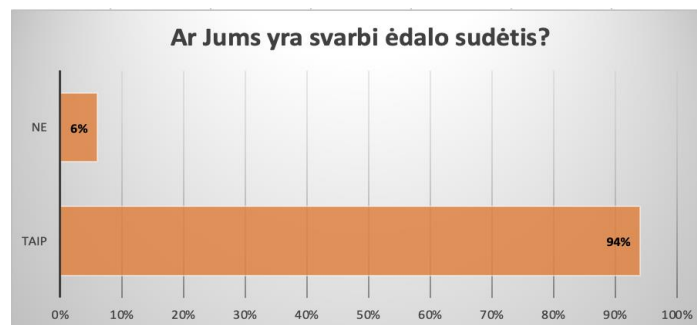
Paklausus parduotuvėje pirkėjų, dėl kokių priežasčių renkasi būtent šią gyvūnėlių prekių parduotuvę, 35 proc. respondentų atsakė, kad dėl didelio asortimento, 27 proc. – dėl pagalbą suteikiančio personalo, 18 proc. – dėl gyvūnų maisto kokybės. Galima teigti, jog platus ir gilus asortimentas yra pagrindinis veiksnys, lemiantis pirkėjų elgseną lankytis šioje parduotuvėje.



2 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal apsilankymo parduotuvėje priežastis (UAB „Pet City“), proc.

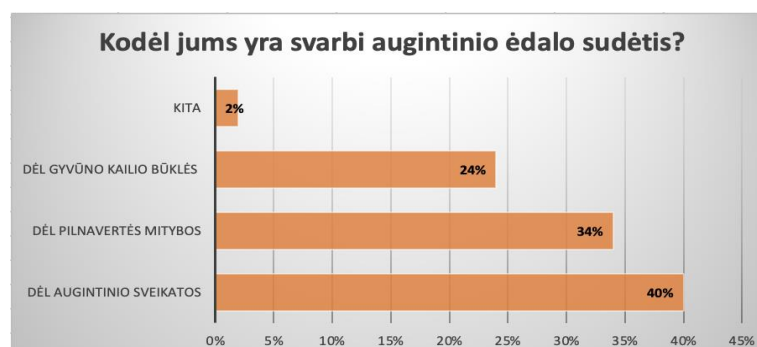
Vertinant naminių augintinių pašaro kokybės svarbą pirkėjų elgsenai, iš respondentų atsakymų (56 proc. respondentų atsakė, kad „labai svarbi“ ir 33 proc. respondentų atsakė, kad „svarbi“) galima daryti išvadas, kad pašaro kokybė yra svarbiausias veiksnys, lemiantis sprendimą, kur pirkti.

Šiuolaikinis gyvūnų savininkas yra labiau išsilavinęs ir linkęs leisti pinigus kitaip. Tad į tyrimą buvo įtrauktas klausimas apie gyvūno pašaro sudėties svarbą, renkantis pašarą. Tyrimas patvirtino šią hipotezę, nes daugiau nei 94 proc. respondentų atsakė, kad „taip, svarbu“ ir tik 6 proc. respondentų atsakė, kad „ne“ (žr. 3 pav.).



3 pav. Ėdalo sudėties svarba, renkantis pašarą naminiam gyvūnui

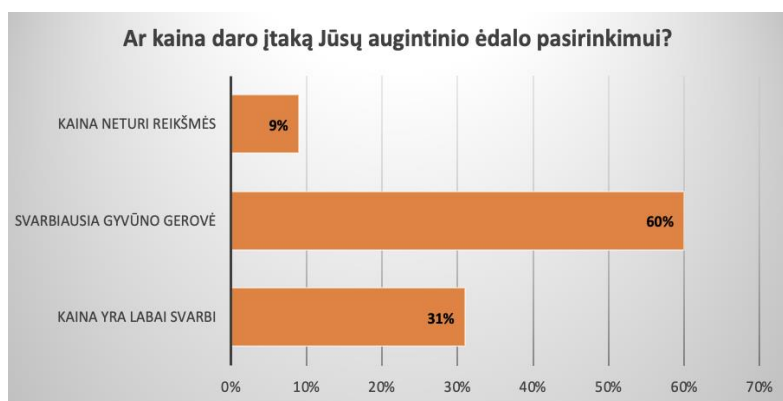
Gyvūnų augintinių savininkams yra svarbi ėdalo sudėtis (žr. 4 pav.) kaip vienas iš gyvūno sveikatos užtikrinimo veiksnių (40 proc. atsakymų).



4 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal augintinio ėdalo sudėties svarbą, proc.



Tyrimas atskleidė, kad kaina daro mažiausią poveikį sprendžiant kur pirkti gyvūnui pašarą, nes tik 9 proc. apklausoje dalyvavusių respondentų ji yra svarbus pasirinkimo veiksnys.



5 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal augintinio ėdalo pasirinkimo veiksnių svarbą, proc.

Tyrimo metu buvo siekiama įvertinti, ar išoriniai veiksniai (prekės ženklas, ėdalo kilmės šalis ir pan.) daro poveikį pirkėjo elgsenai. 1 lentelėje pateikti tyrimo rezultatai rodo, kad svarbiausias pasirinkimo veiksnys yra ėdalo nauda augintinių sveikatai, ėdalo sudėtis (vitaminai ir pan.).

1 lentelė. Priežastys, lemiančios ėdalo pirkimo sprendimus

	1 visiškai nesvarbu	2	3	4	5 Labai svarbu
Ėdalo pakuotės dydis	12.3%	17.3%	25.9%	22.2%	22.2%
Kaina	4.9%	19.8%	23.5%	21%	30.9%
Ėdalas praturtintas vitaminais	2.5%	9.9%	11.1%	24.7%	51.9%
Gamintojas/prekės ženklas	7.4%	24.7%	25.9%	21%	21%
Ėdalo nauda augintinių sveikatai	1.2%	4.9%	12.3%	14.8%	66.7%
Ėdalo kilmės šalis	16%	21%	23.5%	21%	18.5%

Užsienio literatūros šaltiniuose buvo rasti panašių apklausos rezultatai. Autoriai (Banton, S., Baynham, A., Pezzali, J. G., von Massow, M., & Shoveller, A. K. 2021), atlikę apklausą apie gyvūnų maisto pirkimo įpročius, atrinko 3 svarbiausius klausimus, pagal kuriuos buvo vertinama, kokias savybes respondentai laiko svarbiausiomis rinkdamiesi gyvūnų ėdalą. Teiginius, susijusius su tiksline mityba, pasirinko dauguma respondentų (84,5 proc.), jie pasirinko bent vieną iš šių variantų: „amžiaus mityba“ (47,6 proc.), „dydžiui būdinga mityba“ (47,2 proc.), „virškinimo priežiūra“ (26,9 proc.), „dantų priežiūra“ (22,3 proc.), „sąnarių priežiūra“ (20,7 proc.), „veislei būdinga mityba“ (19,1 proc.), „svorio kontrolė“ (17,5 proc.), „jautri oda“ ir „skrandis“ (10,7 proc.). Daugiau respondentų Prancūzijoje (91,7 proc.) pasirinko bent vieną iš anksčiau išvardytų variantų, palyginti su respondentais JK (83,4 proc.), Kanadoje (83,9 proc.) arba JAV (75,5 proc.). Palyginus šiuos užsienio literatūros šaltinių duomenis, galima daryti išvadą, kad tiek Lietuvoje, tiek kitur augintinių šeiminkams yra svarbūs panašūs dalykai – gyvūnų gerovės užtikrinimas, naminių gyvūnėlių sveikata ir grožis.

#### Išvados:

1. Tyrimas atskleidė, kad stiprus naminių gyvūnėlių šeiminkų ryšys su savo augintiniais, jų prioritetas pasirūpinti kuo geresne savo augintinių mityba yra svarbiausias ėdalo pirkimo pasirinkimą lemiantis veiksnys. Akivaizdu, kad pagrindinis veiksnys, lemiantis pirkimo sprendimus, yra gyvūnų augintinių ėdalo kokybė, todėl būtina užtikrinti autentiško produkto kokybę.

2. Tolesni tyrimai turėtų būti atliekami remiantis šio tyrimo išvadamis, siekiant išsiaiškinti besiformuojančias tendencijas ir skaitmenines naujoves, kurios galėtų iš naujo apibrėžti vartotojų polinkius gyvūnų augintinių maisto rinkoje. Dirbtinio intelekto, virtualiosios realybės ir kitų pažangių technologijų įtakos vartotojų patirčiai ir pirkimo sprendimams analizė gali

padėti įmonėms, siekiančioms optimizuoti savo pardavimus. Gilinantis į neuro-rinkodarą, kuri lemia pirkėjų reakciją į kitų pirkėjų atsiliepimus ir informaciją apie tinkamumo vartoti terminą, galima atrasti būdus, kaip ugdyti vartotojų pasitikėjimą ir ištikimybę prekės ženklui. Nuolat prisitaikydamos prie kintančių gyvūnų savininkų poreikių ir lūkesčių, įmonės gali užtikrinti tvarią plėtrą gyvūnų augintinių ekonomikoje.

## LITERATŪRA

1. Bakanauskas, A. (2006). *Vartotojo elgsena*. Vytauto Didžiojo Universiteto leidykla.
2. *Gyvūnų augintinių registro metinė ataskaita*. [2023m GAR metinė ataskaita 202401.pdf \(vic.lt\)](#)
3. Kotler, P. & Armstrong, G. (2011). *Principles of marketing*. Prentice Hall.
4. Peter, J. & Osmon, J. (2005). *Customer behaviour and marketing strategy*. McGraw-Hill5.
5. Strack, F. & Deutsch, R. (2006). Reflective and Impulsive Determinants of Consumer Behavior. *Journal of Consumer Psychology* 16(3) 205-216. [https://doi.org/10.1207/s15327663jcp1603\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327663jcp1603_2)
6. Banton, S., Baynham, A., Pezzali, J. G., von Massow, M., & Shoveller, A. K. (2021). Grains on the brain: A survey of dog owner purchasing habits related to grain-free dry dog foods. *PLoS ONE*, 16(5), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0250806>.

## FACTORS INFLUENCING PET FOOD PURCHASING DECISIONS

**Summary.** The aim of the study carried out by UAB „Per City“ was to determine what determines the decision to buy pet food. Increasing concern for pet health, wellness and quality of life priorities are changing the behaviour of pet owners. To be profitable, businesses need to know what does and does not drive pet owners' behaviour and choices during the breeding process. This paper focuses on understanding consumer behaviour in the pet food market, in particular the factors influencing choice. With the growth of the pet economy, this study addresses a gap in the subtleties of consumer decision-making in this niche market. An in-depth survey of pet owners was conducted to investigate the impact of factors such as price, breadth of choice, quality of pet food on purchasing behaviour. The main findings show a low influence of price sensitivity on consumer choice. Competitive prices led to online shopping as consumers often searched for cost-effective options.

**Keywords.** *Consumer behavior, buyer, external and internal factors.*

# MAISTO PRODUKTŲ KAINOS POVEIKIS PIRKĖJŲ ELGSENAI

Ieva Malinauskaitė, Marta Krasovska, Justė Šarauskaitė, Rasa Miakinkovienė

Vilniaus kolegija, Agrotechnologijų fakultetas

**Anotacija.** Straipsnyje aptariamos maisto produktų pirkimo priežastys ir motyvai, analizuojami veiksniai, darantys poveikį pirkėjui apsipirkimo metu. Straipsnio tikslas – išsiaiškinti ir įvertinti, ar maisto produktų kaina ir jos pokyčiai daro įtaką pirkėjo elgsenai bei kokius galimus pirkimo sprendimus vartotojas atlieka rinkdamasis įprastinį maisto pirkinį krepšelį. Tyrimas padėjo nustatyti, jog kaina, perkant maisto produktus, yra antras pagal svarbumą veiksnys po kokybės.

**Raktiniai žodžiai:** *maistas, maisto prekės, apsipirkimo įpročiai, maisto produktų kainos, klientų elgsena.*

**Įvadas.** Maistas yra pagrindinė žmogaus egzistencijos sąlygų. Pasak amerikiečių psichologo A. Maslow, mityba yra vienas svarbiausių žmogaus fiziologinių poreikių, kuris turi būti patenkintas (Trivedi et al., 2019). Kartu valgymas yra tapęs ne tik intuityviu veiksmu, bet ir socialiniu reiškiniu (Rostami et al., 2020). Per maistą žmonės patiria psichologinį bei moralinį pasitenkinimą, pažįsta pasaulį bei patys atranda/kuria save kaip asmenybę. Taigi, maisto reikšmė žmogaus gyvenime yra labai didelė. Kiekvieno apsipirkimo metu vartotojo pirkinį krepšelį dėl vienokios ar kitokios priežasties papildo maisto produktai. Tai labai daug ką pasako apie žmogaus mitybos modelį, gyvenimo būdą, asmenybės bruožus bei apsipirkimo įpročius. Vartotojo elgsena apsipirkimo metu šiuo atveju yra svarbiausias aspektas, kuris lemia, kokius maisto produktus ir dėl kokios priežasties pasirenks vartotojas. Literatūros šaltiniuose yra išskiriami pirkimo / nepirkimo veiksniai, kurie susiję su demografija, psichologija, sociologija, kultūra ir ekonomika (Urbanskienė et al., 2000). Be visų išorinių veiksnių, didelę įtaką pirkėjo apsisprendimui daro ir numatyto įsigyti maisto produkto savybės.

Kiekvienas pirkėjas yra skirtingas, tad ir jo apsipirkimo įpročiai skiriasi. Renkantis maisto produktą vienam bus aktualu greičiau apsipirkti ir patenkinti sotumo jausmą, kitam – išsirinkti visapusiškai naudingą prekę. Rinkdamasis pirkėjas atkreips dėmesį į produkto sudėtį, maistinę vertę, ar tai sveikatai palanku, ar produktas ekologiškas, įvertins kokybę (Nowicki et al., 2012). Maisto produktų pardavimo sėkmę daugiausia lemia produkto išvaizda, pakuotė bei santykis su tvarumu (Su et al., 2024).

Maisto kainos yra pagrindinis vartojimo įpročius lemiantis veiksnys, o didelės maisto kainos gali turėti didelį neigiamą poveikį mitybos būklei ir sveikatai, ypač neturtingų žmonių. Maisto produktų kainų infliacija kelia nuolatinį susirūpinimą tiek vartotojams, tiek įmonėms, o jos poveikio vartotojų pasirinkimams, elgsenai ir rezultatams maisto pramonėje negalima nuvertinti.

**Tyrimo metodika.** Šio tyrimo tikslas yra nustatyti ir įvertinti, kokį poveikį daro kainos kliento pasirinkimams pirkimo / nepirkimo metu. Tyrimo instrumentu buvo parinktas apklausos metodas. Apklausti Vilniaus kolegijos Pedagogikos, Ekonomikos ir Agrotechnologijų fakultetų studentai. Iš viso paskaitose dalyvaujančių studentų skaičius – 1 507, proporcingai buvo atrinkta 38 Pedagogikos fakulteto, 24 Ekonomikos fakulteto ir 14 Agrotechnologijų fakulteto respondentų. Bendrai buvo tikimasi apklausti 76 studentus. Klausimynas buvo pateiktas elektroniniu būdu. Klausimyną sudarė vienas atrankinis klausimas, 15 klausimų, susijusių su maisto produktų kainomis ir apsipirkimo įpročiais, bei 5 demografiniai klausimai.

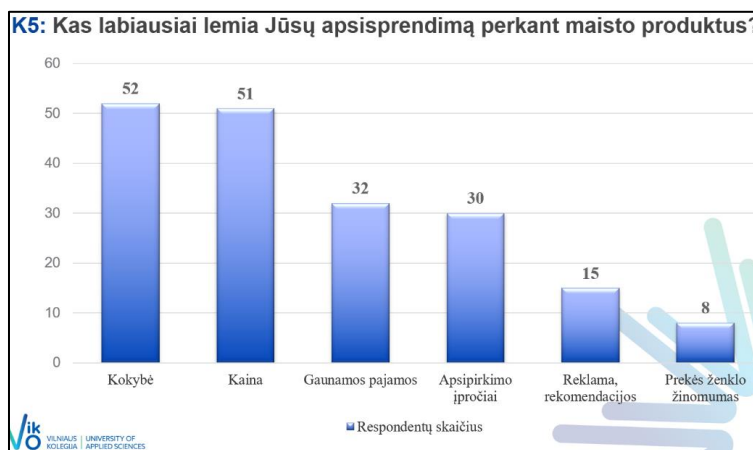
**Tyrimo rezultatų analizė.** 1 apklausos dalyvis pažymėjo, kad apskritai neperka maisto produktų, 47 teigė, jog maistą perka 1–4 kartus per savaitę, o 11 apklaustųjų pasirinko atsakymą 5–7 kartus per savaitę.

93 proc. apklaustųjų patvirtino, kad maisto produktų kaina jiems yra aktuali priimant sprendimą pirkti / nepirkti. 23 respondentai teigė, kad kaina yra labai svarbus veiksnys, 32 – svarbus ir 4 – nesvarbus.

Pagal galimus maisto prekių kainų pokyčius, 38 respondentai teigė lyginantys kainas internete tuo atveju, kai gauna informaciją, kad jų mėgstamiems maisto produktams yra akcija,

ir nori įsitikinti, ar tai yra mažiausia tuo metu rinkoje esanti kaina. Kainų nelygina 14 respondentų, 7 apklaustieji domisi kaina internete kiekvieną kartą prieš apsipirkdami.

Tyrimo metu buvo siekiama nustatyti, kiek kainos veiksnys yra svarbus jaunų žmonių tikslinei grupei renkantis maisto produktus (žr. 1 pav.). Tyrimas parodė, jog jauniems žmonėms kaina yra antras pagal svarbumą pasirinkimą lemiantis veiksnys. Tyrimo atsakymai pasiskirstė taip: 28 proc. apklaustųjų pažymėjo, jog svarbiausia jiems yra prekės kokybė; kaina svarbi 27 proc. respondentų, 17 proc. apklaustųjų įtaką daro gaunamos pajamos, 16 proc. – apsisprendimą pirkimo metu lemia įpročiai. Reklama bei kitų asmeninės patirtys ir rekomendacijos įtaką daro 8 proc. apklaustųjų ir tik 4 proc. vis dėlto maisto prekes renkasi pagal prekės ženklo žinomumą.



1 pav. Respondentų atsakymų pasiskirstymas pagal veiksnius, lemiančius maisto produktų pasirinkimą, atsakymų skaičius

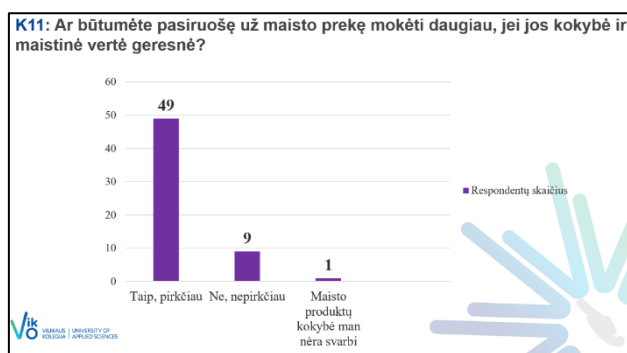
Vertinant tai, jog kaina yra vienas iš pagrindinių prioritetų, 34 respondentai pažymėjo, kad dažniausiai renkasi tas maisto prekes, kurios parduodamos per akcijas, 18 apklaustųjų visada renkasi tik žemiausią kainą turinčius maisto produktus, 7 pirkėjai renkasi prekes, turinčias didesnę kainą.

Studentams buvo užduotas klausimas, kaip stipriai juos veikia kainos dydis maisto produktų pirkimo metu. 36 proc. atsakė, jog labai stipriai veikia žema maisto produktų kaina, panaši reakcija ir į aukštas maisto prekių kainas, šį atsakymą pažymėjo 40 proc. apklaustųjų. Daugiausiai pažymėtas buvo trečiasis siūlomas variantas – maisto produktų kaina per akcijas paveikia net 54 proc. apklaustųjų.

Respondentams buvo užduotas klausimas, ar jiems daro poveikį prekybos tinklų rinkodaros sprendimai, t. y. užsakomosios reklamos, akcijos, nuolaidos, loterijos, prizai, dovanos ir t. t. 14 respondentų pažymėjo, jog jie yra veikiami prekybos centrų rinkodaros, 32 apklaustiesiems reklama daro poveikį tik iš dalies, 13 pirkėjų atsakė, kad maisto produktus renkasi pagal savo apsipirkimo įpročius. Pirkėjai dažnai renkasi prekes, kurias galima įsigyti pigiau su lojalumo kortele, taip pat prekes, kurios yra su nuolaida, ir kitus akcijų pasiūlymus.

Respondentų taip pat klausta, ar kainos pokytis turi įtaką jų apsipirkimo įpročiams, kai jie pastebi, jog įprastai perkamų maisto prekių kaina yra pakitusi. 73 proc. pirkėjų teigė, jog jiems kainų pokyčiai daro įtaką.

Tik 2 proc. tyrime dalyvavusių studentų pažymėjo, kad maisto produktų kokybė jiems – ne prioritetas. 83 proc. respondentų yra pasiruošę mokėti už maisto prekę daugiau, jei produkto kokybė ir maistinė vertė yra žymiai geresnė.



2 pav. Respondentų atsakymų pasiskirstymas pagal maisto produktų kokybės svarbą kainos atžvilgiu, atsakymų skaičius

Tyrimo metu domėtasi, kaip pirkėjai reaguoja į sumažėjusią maisto produktų kainą. 27 asmenys teigė, kad tai nedaro jokios įtakos jų apsipirkimo įpročiams, 26 pažymėjo, kad tikėtina, kad maisto produktų pirs daugiau, 6 respondentai manė, kad sumažėjusi maisto produkto kaina gali rodyti prastesnę maisto kokybę.

Apklausoje siekta nustatyti, ar studentai yra atsisakę pirkti savo mėgstamo prekės ženklo produktą dėl mažesnės kainos, kurią siūlo kiti prekės ženklai. 59 proc. respondentų pažymėjo, kad atsisakė, 22 proc. atsakė, kad prekės ženklai neturi jokios įtakos jų apsipirkimui, 10 proc. respondentų teigė, jog visada renkasi tą patį prekės ženklą.

Pasidomėjus, kokią naudą ar kokias emocijas sukelia maisto produktas, įsigytas už didesnę kainą, 83 proc. apklaustųjų pažymėjo, kad įsigyta prekė jiems asocijuojasi su geresne prekės kokybe ir didesniu funkcionalumu, 8 proc. pirkėjų įsigytos brangesnės prekės padeda išsiskirti iš kitų, 7 proc. mano, kad toks pasirinkimas parodo jų socialinį statusą ir įtakingumą.

61 proc. respondentų tyrimo metu teigė, kad jų apsipirkimas yra kas kartą toks pat, ir jie į šį procesą stipriai neįsitraukia. 19 proc. apklaustųjų apsipirkimas yra labai svarbus finansiniu požiūriu, 12 proc. maisto produktus perka impulsyviai ir 8 proc. pirkėjų rinkdamiesi maisto produktus ieško naujovių, įvairovės.

Apklausoje dalyvavo 78 proc. moterų ir 20 proc. vyrų. 24 proc. pažymėjo, kad jų šeimos ūkį sudaro 1 asmuo, 71 proc. gyvena 2–5 asmenų šeimos ūkyje ir 5 proc. gyvena su daugiau nei 5 asmenimis. Daugiausiai apklaustųjų buvo 21–25 m. amžiaus, kiek mažiau 26–35 m. Uždavus klausimą, kokio dydžio mėnesio pajamas gauna studentai, 44 proc. pažymėjo gaunantys daugiau nei 800 Eur, 31 proc. – iki 400 Eur, 25 proc. – 400–800 Eur. Į klausimą apie respondentų pajamų šaltinius – 66 proc. atsakė, kad užsidirba patys, 19 proc. – išlaiko tėvai, 8 proc. – gyvena iš stipendijos, 8 proc. – gauna socialines išmokas, 2 proc. – pažymėjo kitas pajamas.

### **Išvados:**

1. Siekiant ištirti klientų elgseną buvo pasirinkta pirmojo būtinumo prekė – maisto produktai. Šios kategorijos prekės paklausa yra nekintanti, todėl tikslas buvo išsiaiškinti, kaip keičiasi vartotojų elgsenys, kai keičiasi tam tikros su preke susijusios savybės. Apklausoje bandyta išanalizuoti, ar maisto produktų pirkimo metu kaina yra prioritetas, kuris lemia pirkėjo sprendimą, bei kaip kainos daro poveikį klientų elgsenai.

2. Atlikus tyrimą ir įvertinus rezultatus pastebėta, jog daugumai respondentų svarbiausia yra maisto prekės kokybė, o tik po to kaina. Didžiosios dalies respondentų pagrindinės pajamos yra darbo užmokestis, todėl jie gali mažiau reaguoti maisto kainų pokyčius. Pastebėta, kad respondentų apsipirkimo įpročiams nemažą įtaką daro reklamos, įvairios nuolaidos ir akcijos. Pirkėjai teigia, jog išleidę mažiau nepatiria finansinių sunkumų, kartu emociškai jaučiasi geriau. Tarp apklaustųjų buvo ir tokių, kurie teigė, jog brangesnės maisto prekės padeda jiems išsiskirti iš kitų, taip parodyti socialinį statusą ir įtakingumą.

3. Apibendrinus galima teigti, kad kaina yra vienas iš svarbiausių prekės pasirinkimo veiksnių, renkantis įprastinį maisto pirkinių krepšelį.

## LITERATŪRA

1. Ali, T., Alam, A., & Ali, J. (2021). *Factors affecting consumers' purchase behaviour for health and wellness food products in an emerging Market*. *Global Business Review*, 22(1), 151-168. <https://doi.org/10.1177/0972150918795368>
2. Chen, P.J., & Antonelli M. (2020). *Conceptual models of food Choice: influential factors related to foods, individual differences, and society*. *Foods*, 9(12):1898. <https://doi:10.3390/foods9121898>.
3. Dudziak, A.; Stoma, M., & Osmólska, E. (2023). *Analysis of Consumer Behavior in the Context of the Place of Purchasing Food Products with Particular Emphasis on Local Products*. *International journal of environment research and public health*, 20, 2413. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032413>
4. Gaytan, J.C.T., Sakthivel, A.M., Ahmed, G., & Desai, S.S. (2020). *Impact of internal and external promotional variables on consumer buying behavior in emerging economy – An Empirical Study*. *Skyline Business Journal*, 16(1), 45-54. <https://www.skylineuniversity.ac.ae/sbj/volume16/impact-of-internal-and-external-promotional-variables-on-consumer-buying-behavior-in-emerging-economy-an-empirical-study>.
5. Gurbuz, I. B., & Macabanging, M. (2019). *Factors affecting consumer's behavior on purchasing and consumption of food products*. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 19(1). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20193245002>.
6. Nowicki, P., & Sikora, T. (2012). *Consumer behaviour at the food market*. ([Pdf](#)) [consumer behaviour at the food market](#)
7. Rostami, S., & Yazdi, S.M.N. (2020). *Ethics & food: food as a strategic commodity or a natural right of the individual*. *International Journal of Ethics & Society (IJES)*, 2(1). <https://ijethics.com/article-1-67-en.pdf>
8. Stavkova, J., Prudilova, H., Touraforva, Z., & Nagyova, L. (2007). *Factors influencing the consumer behaviour when buying food*. *Agricultural economics (AGRICENON)*, 53(6):276-284. DOI:10.17221/983-AGRICECON
9. Su, J., Wang, S. (2024). *Influence of food packaging color and foods type on consumer purchase intention: the mediating role of perceived fluency*. *Frontiers in nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1344237>.
10. The World Bank (2024, balandžio 20). *Food security update*. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/40ebbf38f5a6b68bfc11e5273e1405d4-0090012022/related/Food-Security-Update-CIV-April-11-2024.pdf>
11. Urbanskienė, R., Clottey, B., & Jakštys, J. (2020). *Vartotojų elgsena: vadovėlis*. Technologija.
12. Trivedi, A. J., & Mehta, A. (2019). *Maslow's hierarchy of needs – theory of human motivation*. *International Journal of Research in all Subjects in Multi Languages*, 7(6). [https://www.rajmr.com/ijrsml/wp-content/uploads/2020/01/IJRSML\\_2019\\_vol07\\_issue\\_06\\_Eng\\_09.pdf](https://www.rajmr.com/ijrsml/wp-content/uploads/2020/01/IJRSML_2019_vol07_issue_06_Eng_09.pdf)
13. Vyas, Mr. R., Sharma, Dr. J.K., & Sharma, Dr. R. B. (2016). *A study on consumer behavior towards food items of popular brands*. *IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)*, 18(08), 01-08. DOI: 10.9790/487X-1808040108
14. World Food Programme (n.d.). *Ending hunger*. <https://www.wfp.org/ending-hunger>.

## THE IMPACT OF FOOD PRICES ON SHOPPING BEHAVIOUR

**Summary.** The article discusses the reasons and motives for buying food, and analyses the factors that influence the shopper's shopping behavior. The aim of the paper is to investigate and assess whether the price of food and its changes influence the shopper's behavior and what possible purchasing decisions a consumer makes when choosing a typical food shopping basket. The study found that price is the second most important factor after quality when buying food.

**Keywords:** *food, groceries, shopping habits, food prices, customer behavior.*

# POLIFENOLINIŲ JUNGINIŲ KIEKIO NUSTATYMAS BIČIŲ SURINKTOSE ŽIEDADULKĖSE

**Emilis Ivanauskas, Jolanta Jurkevičiūtė**  
*Vilniaus kolegija, Agrotechnologijų fakultetas*

**Anotacija.** Bičių surinktos augalų žiedadulkės maistui ir farmacijos pramonėje pradėtos vartoti tik XX a. antroje pusėje. Žiedadulkes bitės renka iš įvairių laukinių ir kultūrinių augalų. Bičių surinktos žiedadulkės yra entomofilinės, jos skiriasi savo chemine sudėtimi nuo anemofilinių (kurias išnešioja vėjas) javų ir medžių žiedadulkių. Bitės į žiedadulkes primaišo šiek tiek nektaro bei seilių liaukų sekreto ir kaupia kaip maisto atsargas ir gali jomis maitintis. Žiedadulkių spalva labai įvairi, jos gali būti: geltonos, smėlio spalvos, oranžinės ar žalsvos, kartais tamsiai rudos ar net violetinės spalvos. Skonis taip pat įvairus: nuo rūgščiai saldaus iki silpnai kartoko. Bičių surinktose augalų žiedadulkėse yra randama ne tik biologiškai aktyvių medžiagų: fenolinių rūgščių, flavanolių, flavonų, flavanonų, izoflavonų, bet ir mikro- bei makroelementų, vitaminų, baltymų, angliavandenių. Polifenoliniai junginiai, esantys augalų žiedadulkėse, pasižymi priešuždegiminėmis, priešvėžinėmis, senėjimą lėtinančiomis ir kt. savybėmis. Bičių surinktų žiedadulkių cheminė sudėtis labai skiriasi, priklauso nuo to, iš kokių augalų žiedų jos buvo renkamos bei augalo žydėjimo fazės. Šiuo tyrimu buvo siekiama nustatyti polifenolinių junginių kiekį bičių surinktose žiedadulkėse iš skirtingų Lietuvos rajonų. Spektrofotometrijos metodu nustatytas vidutinis polifenolinių junginių kiekis žiedadulkėse, surinktose Širvintų, Vilniaus, Rokiškio, Joniškio ir Tauragės rajonuose, buvo 13,41 mg/g. Daugiausiai polifenolinių junginių nustatyta Joniškio rajone surinktose žiedadulkėse – 16,40 mg/g.

**Raktiniai žodžiai:** bičių produktai, žiedadulkės, polifenoliniai junginiai, spektrofotometrija.

**Įvadas.** Bičių produktų (medaus, duonelės, pikio, pienelio, žiedadulkių, bičių nuodų) teigiamas poveikis žmogaus sveikatai žinomas seniai ir įrodytas tyrimais. Žiedadulkės – tai vyriškos lytinės augalų ląstelės, kurias bitės renka ir kaupia kaip maisto atsargas. Skraidydamos nuo žiedo prie žiedo, bitės žiedadulkes suvilgydamos nektaru bei seilėmis sulipdo į gumulėlį, sudeda į gurbelius, esančius prie užpakalinių kojelių, ir neša į avilį. Per vieną skrydį bitės surenka maždaug ~ 20 mg žiedadulkių (Baltuškevičius, 2005). Žiedadulkės, priklausomai nuo augalų rūšies, skiriasi savo forma, dydžiu bei mase, o jų spalva būna geltona, pilkai balta, oranžinė, rausva, žalsva, mėlyna ar net violetinė. Jos gali būti: apvalios, cilindrinės, varpelio formos, trikampės arba spygliuotos. Žiedadulkių skersmuo būna nuo 0,01 iki 0,05 mm (Barene et al., 2015).

Tyrimais nustatyta, kad vandens šviežiai bičių surinktose augalų žiedadulkėse būna 15–20 %, tai priklauso nuo augalų, iš kurių jos surinktos, bei aplinkos sąlygų (Ghouizi et al., 2023). Žiedadulkėse vidutiniškai yra 22,7 % baltymų ir 10,4 % amino rūgščių, iš kurių nepakeičiamųjų – metionino, lizino, treonino, histidino, leucino, izoleucino, valino, fenilalanino ir triptofano. Šios amino rūgštys yra gyvybiškai svarbios, nes žmogaus organizmas jų nesintetina. Be to, žiedadulkėse yra nukleorūgščių ir ribonukleorūgščių (Vassev et al., 2015). Tyrimais nustatyta, kad bičių surinktose augalų žiedadulkėse yra nuo 15 iki 55 % įvairių angliavandenių: fruktozės, gliukozės, ksilozės, arabinozės, sacharozės, celiuliozės. Jie yra svarbus bičių mitybos bei energijos šaltinis (Denisow et al., 2018). Įvairių augalų žiedadulkėse riebalų nustatyta nuo 1 iki 20 %, jų sudėtyje rastos 9 riebiosios rūgštys, kai kurios nesočiosios rūgštys, pvz., linolo ir linoleno labai reikalingos ir svarbios žmogaus sveikatai, nes jų organizmas nesintetina ir turi gauti su maistu. Žiedadulkėse randama sočiųjų riebalų rūgščių – palmitino ir stearino bei nesočiosios riebalų rūgšties oleino. Žiedadulkės turi labai daug vitaminų, ypač B grupės. Žiedadulkėse iš viso nustatyta 14 vitaminų: karotinas, riboflavinai, piridoksinai, pantoteno rūgštis, nikotino, folinė ir askorbo rūgštys, biotinas, tokoferolis ir kt. (Ghouizi et al., 2015). Bičių surinktose žiedadulkėse randami makro- ir mikroelementai: kalcis, fosforas, magnis, geležis, varis, manganas, cinkas ir kt., kurie reikalingi žmogaus organizmo gyvybinėms funkcijoms palaikyti. Be šių, žmogaus organizmui reikalingų elementų, žiedadulkėse gali būti aptinkama ir toksinių elementų: gyvsidabrio, nikelio, švino, kadmio ir chromo iš urbanizuotų ir pramoninių teritorijų (Valverde et al., 2023).

Fenoliniai junginiai yra aptinkami visose augalo dalyse – tai antriniai augalų metabolitai (Amarala et al., 2004). Jie apsaugo augalus nuo infekcijų, žalingų UV spindulių ir kitų nepageidaujamų poveikių. Polifenoliai priklauso bioaktyvių junginių klasei, turinčiai vieną ar

daugiau aromatinių žiedų, prie kurių yra prijungta viena ar kelios hidroksilo grupės. Šie junginiai gali būti tiek nesudėtingos struktūros, tiek ir labai sudėtingos struktūros, kai junginio molekulinė masė labai didelė (Durazzo et. al., 2019).

Polifenoliniai junginiai skirstomi į paprastuosius fenolius, fenolines rūgštis, flavonoidus, stilbenus, kumarinus ir taninus. Žiedadulkėse daugiausiai yra flavanoidų ir flavanolių. Flavonoidai skirstomi į flavonolius, flavonus, flavanolius, flavanonus, antocianidinus ir izoflavonoidus. Žiedadulkėse taip pat nustatomi fitohormonai ir fermentai: amilazė, diastazė, invertazė, katalazė, lipazė, fosfatazė (Lunte et. al., 2019).

Fenolinių rūgščių žiedadulkėse vidutiniškai būna iki 0,19 %. Pagrindinės fenolinės rūgštys, kurios randamos žiedadulkėse yra chlorogeno, galo, cinamono, ferulo hidroksicinamono ir kumaro (Rzepecka-Stojko et al., 2023). Flavanoidai žiedadulkėse dažniausiai randami glikozidų pavidalu. Kvercetas, kempferolis ir rutinas yra pagrindiniai žiedadulkėse esantys flavanoliai. Žiedadulkėse esantys apigeninas, chrizinas ir liuteolinas priklauso flavonų grupei, o naringeninas ir pinocembrinas – flavanonams (Vassev et al., 2015). Neflavonoidiniams junginiams priklauso fenolinės rūgštys, stilbenai ir lignanai (Singla et al., 2019).

Tyrimais nustatyta, kad polifenoliniai junginiai pasižymi stipriomis antioksidacinėmis savybėmis, veikia prieš bakterijas ir virusus, slopina vėžinių ląstelių dauginimąsi, gerina smegenų veiklą, saugo nuo širdies ir kraujagyslių ligų ir kt. (Prabhu et al., 2021).

**Darbo tikslas.** Nustatyti skirtingose Lietuvos vietovėse bičių surinktų žiedadulkių polifenolinių junginių kiekį ir įvertinti tyrimo rezultatus.

#### **Uždaviniai:**

1. Išanalizuoti literatūrą apie žiedadulkėse esančius polifenolinius junginius, jų klasifikavimą bei poveikį žmogaus sveikatai.

2. Spektrofotometrijos metodu nustatyti polifenolinių junginių kiekį bičių surinktose žiedadulkėse.

**Tyrimo objektas.** Bičių surinktos augalų žiedadulkės Vilniaus, Šiaulių, Panevėžio ir Tauragės apskrityse.

**Tyrimo metodas.** Polifenolinių junginių kiekis nustatytas UV/RŠ spektrofotometrijos metodu naudojant Folin–Ciocalteu reagentą. Fenoliniai junginiai šarminėje terpėje reaguoja su fosfomolibdato ir fosfovolframo rūgčių kompleksu, esančiu Folin–Ciocalteu reagente. Reakcijos metu geltona Folin–Ciocalteu reagento spalva tampa mėlyna dėl fosfomolibdato–fosfovolframo rūgščių redukcijos. Išmatuojamas susidariusio junginio spalvos intensyvumas, kuris priklauso nuo polifenolinių junginių koncentracijos (Singleton et al., 1999).

**Tyrimo metodika.** Polifenolinių junginių kiekis bičių surinktose žiedadulkėse nustatytas iš kalibravimo kreivės tiesinės regresijos lygties pagal galo rūgštį. Kalibravimo kreivės sudarymui buvo naudotas standartinis 1000 µg/ml galo rūgšties tirpalas, kurio koncentracijų intervalas nuo 0 iki 100 µg/ml.

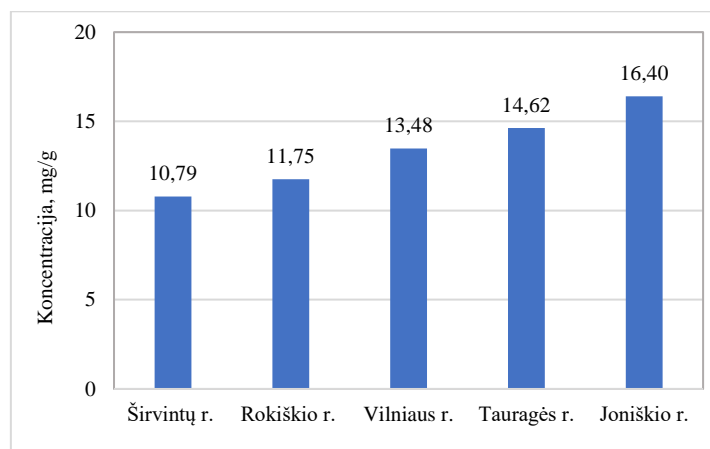
Mėginio paruošimas: žiedadulkės susmulkinamos rutuliniu malūnu iki 0,2–0,5 mm dalelių dydžio, pasveriami 0,5 ± 0,001 g žiedadulkių mėginio ir 30 min. ekstrahuojama 70 % etilo alkoholio tirpalu ultragarso vonelėje (44 kHz). Po ekstrakcijos mėginiai 5 min. centrifuguojami 4500 aps./min. greičiu, centrifugatas praskiedžiamas 10 kartų. Į 1 ml praskiesto centrifugato įpilama 5 ml Folin–Ciocalteu reagento (reagentas praskiedžiamas dejonizuotu vandeniu 1:10) ir 4 ml 7,5 % natrio karbonato tirpalo, tamsoje inkubuojama 30 min. Šviesos sugertis išmatuojama UV/RŠ spektrofotometru esant 760 nm bangos ilgiui naudojant 10 mm optinio stiklo kiuvetę (Singleton et al., 1999). Polifenolinių junginių kiekis apskaičiuojamas pagal formulę, naudojantis galo rūgšties kalibravimo kreivės tiesinės regresijos lygtimi ( $y=0,0092x+0,0291$ ,  $R^2=0,9894$ ):

$$C(mg/g) = \frac{c \cdot V \cdot F}{m \cdot 1000}$$

Čia: C – polifenolinių junginių koncentracija (mg/g); c – polifenolinių junginių koncentracija iš kalibravimo kreivės (µg/ml); V – mėginio tūris (ml); F – skiedimo faktorius; m – mėginio masė (g); 1000 – perskaičiavimo koeficientas iš µg į mg.



**Tyrimo rezultatai.** Polifenolinių junginių koncentracija bičių surinktose žiedadulkėse buvo nustatyta spektrofotometrijos metodu naudojant Folin-Ciocalteu reagentą. Buvo ištirtos keturiose apskrityse gegužės–birželio mėn. bičių surinktos žiedadulkės. Kiekvienas mėginys buvo tiriamas 3 kartus ir rezultatai pateikti apskaičiuavus polifenolinių junginių kiekio vidurkį (1 pav.).



1 pav. Bendras polifenolinių junginių kiekis bičių surinktose žiedadulkėse iš skirtingų Lietuvos rajonų

Atlikus tyrimą didžiausias polifenolinių junginių kiekis bičių surinktose žiedadulkėse nustatytas Joniškio r. –  $16,40 \pm 0,15$  mg/g, o mažiausias Širvintų rajone –  $10,79$  mg/g  $\pm 0,19$  mg/g. Skirtingose Lietuvos vietovėse bičių surinktose žiedadulkėse nustatytas vidutinis polifenolinių junginių kiekis –  $13,40 \pm 0,12$  mg/g. Atskiruose Lietuvos rajonuose surinktų žiedadulkių polifenolinių junginių kiekis vidutiniškai skiriasi per 1,1 karto. Lietuvoje daugiausiai tyrimų atlikta nustatant medaus ir bičių duonelės cheminę sudėtį, o bičių surinktų žiedadulkių cheminę sudėtį mažai tyrinėta. Lenkijos tyrėjai nurodo, kad žiedadulkėse esančių polifenolinių junginių kiekis, priklausomai nuo botaninės kilmės, kinta nuo  $4,20 \pm 0,40$  mg/g iki  $29,60 \pm 0,90$  mg/g (Sawicki, et al., 2022). Kitų šalių mokslininkų atlikti kiekybiniai polifenolinių junginių tyrimai rodo, kad jų kiekis labai skiriasi, pvz., Italijoje vidutinis polifenolinių junginių kiekis –  $19,82$  mg/g, Lenkijoje –  $27,00$  mg/g (Sawicki, et al., 2022), Vakarų Azijoje (Turkijoje) –  $24,60$  mg/g (Tabatabaei ir Nisbet, 2021), Šiaurės Afrikoje (Alžyre) –  $39,20$  mg/g (Rebiai, 2015).

#### Išvados:

1. Žiedadulkes bitės surenka ir kaupia kaip maisto atsargas. Kiekvienos augalų rūšies žiedadulkės skiriasi spalva, forma ir dydžiu. Žiedadulkėms būdingos antioksidacinės, antibakterinės, antivirusinės savybės. Žiedadulkėse gausu polifenolinių junginių, vitaminų, ypač B grupės, taip pat A, C, D, E. Jose taip pat yra karotinoidų, rutino, folinės rūgšties, baltymų ir mikroelementų. Polifenoliniai junginiai – antriniai augalų metabolitai, jiems būdingos stiprios antioksidacinės savybės, neleidžia organizme susidaryti laisviesiems radikalams.

2. Spektrofotometrijos metodu nustatytas polifenolinių junginių kiekis skirtingose Lietuvos vietovėse bičių surinktose žiedadulkėse svyravo nuo  $10,79$  mg/g iki  $16,40$  mg/g. Didžiausias polifenolinių junginių kiekis nustatytas Joniškio r. bičių surinktose žiedadulkėse. Žiedadulkių kokybinė ir kiekybinė sudėtis labai skiriasi ir priklauso nuo vietovės, augalų, iš kurių jos surinktos, bei nuo augalų žydėjimo fazės.

#### LITERATŪRA

1. Amarala, J. S., Seabra, R. M., Andradea, P. B., Valentaoa, P. L., Pereirac, A., Ferreresd, F. (2004). *Phenolic profile in the quality control of walnut (Juglans regia L.) leaves. Food Chemistry*, (88), 373 – 379. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.055>.
2. Baltuškevičius, A. (2005). *Žiedadulkės ir bičių duona*. <https://www.bitininkas.lt/produktai/ziedadulkes.htm>.
3. Barene, I., Daberte, I., Siksna, S. (2015). Investigation of bee bread and development of its dosage forms. *Medicinos teorija ir praktika*, 21(1), 16-22.

4. D'Archivio, M., Filesi, C., Di Benedetto, R., Gargiulo, R., Giovannini, C., Masella, R. (2007). Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Ann Ist Super Sanita*, 43(4), 348 – 361. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>.
5. Denisow, B., Denisow-Pietrzyk, M. (2016). Biological and therapeutic properties of bee pollen: a review. *J Sci Food Agric*. (13), 4303–4309. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7729>.
6. Durazzo, A., Lucarini, M., Souto, E., Cicala, C., Caiazza, E., Izzo, A., Novellino, E., Santini, A. (2019). Polyphenols: A concise overview on the chemistry, occurrence, and human health. 33(9). <https://doi.org/10.1002/ptr.6419>.
7. Ghouzi, A., Bakour, M., Laaroussi, H., Ousaaid, D., Menyiy, N., Hano, C., Lyoussi, B. (2023). Bee pollen as functional food: insights into its composition and therapeutic properties, 12(3), 557. <https://doi.org/10.3390/antiox12030557>.
8. Lunte S. M. (1987). Structural classification of flavonoids in beverages by liquid chromatography with ultraviolet-visible and electrochemical detection. *Journal of Chromatography*. 384, 371-382. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)94684-9](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)94684-9).
9. Prabhu, S., Molath, A., Choksi, H., Kumar, S., (2021). *Classifications of polyphenols and their potential application in human health and diseases*. 6(1), 293-301. <https://doi.org/10.22271/journalofsport.2021.v6.i1e.2236>.
10. Rzepecka-Stojko, A., Stojko, J., Kurek-Gorecka, A., Gorecki, M., Kabala-Dzik, A., Kubina, R., Mozdzierz., A., Buszman, E. (2015). Polyphenols from Bee Pollen: Structure, Absorption, Metabolism and Biological Activity. 20(12), 21732–21749. <https://doi.org/10.3390/molecules201219800>.
11. Saraiva L., Cunha F., D Lellis., Nunes L. (2018). Composition, biological activity and toxicity of bee pollen: State of the art, 17(5), 426-440.
12. Sawicki, T., Starowicz, M., Klębukowska, L., Hanus, P. (2022). The Profile of Polyphenolic Compounds, Contents of Total Phenolics and Flavonoids, and Antioxidant and Antimicrobial Properties of Bee Products. 27(4), 1301; <https://doi.org/10.3390/molecules27041301>.
13. Singla, R., Dubey, A., Garg, A., Sharma, R., Fiorino, M., Ameen, S., Haddad, M., Hiary, M. (2019). Natural polyphenols: chemical classification, definition of classes, subcategories, and structures. 102(5), 1397-1400. <https://doi.org/10.1093/jaoac/102.5.1397>.
14. Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent, (299), 152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1).
15. Vassev K., Olczyk P., Kafmierczak J., Mencner L., Olczyk K. (2015). Bee Pollen: Chemical Composition and Therapeutic Application, <https://doi.org/10.1155/2015/297425>.
16. Valverde, S., Tapia, J., Sanz, A., Porto, A., Higes, M., Lucena, J., Hernandez, R., Bernal, J. (2023). Mineral composition of bee pollen and its relationship with botanical origin. (119), 105235. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105235>.
17. Rebiai, A. (2015). Determination of polyphenols content of bee pollen by differential pulse voltammetry and spectrophotometric methods. *Annales des Sciences et Technologie*, 7(2), 182-188.
18. Tabatabaei, P., Nisbet, C. (2021). Investigation of Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Bee Pollen Collected from Different Geographical Regions in Turkey. *Kocatepe Veterinary Journal*. 14(3) 359-365. doi: 10.30607/kvj.846905.

## DETERMINATION OF THE QUANTITY OF POLYPHENOLIC COMPOUNDS IN PLANT POLLEN COLLECTED BY BEES

**Summary.** Plant pollen collected by bees began to be used in the food and pharmaceutical industries only in the second half of the 20th century. Bees collect pollen from various wild and cultivated plants. The pollen collected by bees is entomophilous, differing in its chemical composition from the anemophilous pollen of cereals and trees, which is spread by the wind. Bees mix a bit of nectar and secretions from their salivary glands into the pollen and store it as food reserves, which they can also consume. The color of the pollen is very diverse, ranging from yellow, beige, orange, or greenish to sometimes dark brown or even purple. The taste is also varied, from sour-sweet to slightly bitter. Plant pollen collected by bees contains not only biologically active substances such as phenolic acids, flavanols, flavones, flavanones, and isoflavones but also micro and macro elements, vitamins, proteins, and carbohydrates. Polyphenolic compounds in plant pollen have anti-inflammatory, anti-cancer, anti-aging, and other properties. The chemical composition of pollen collected by bees varies greatly, depending on the flowers from which it was collected and the flowering phase of the plant. This study aimed to determine the amount of polyphenolic compounds in pollen collected by bees from different regions of Lithuania. Using the spectrophotometry method, the average amount of polyphenolic compounds in pollen collected from the Širvintos, Vilnius, Rokiškis, Joniškis, and Tauragė regions was found to be 13.41 mg/g. The highest amount of polyphenolic compounds was found in pollen collected from the Joniškis region, with 16.40 mg/g.

**Keywords:** *The collected pollen from plants by bees, polyphenolic compounds, spectrophotometry.*

# SPANGUOLIŲ PANAUDOJIMAS DŽIOVINTO, LIOFILIZUOTO PRODUKTO GAMYBAI IR KOKYBĖS TYRIMAI

Jurgita Lazdauskienė, Nijolė Ružienė, Jolanta Jurkevičiūtė

Vilniaus kolegija, Agrotechnologijų fakultetas

**Anotacija.** Darbe atlikta džiovintų  $+50\pm 2^{\circ}\text{C}$  temperatūroje ir liofilizuotų ( $-50\pm 2^{\circ}\text{C}$  naudojant vakuumą) spanguolių produktų gamyba. Cukraus kiekis juose nuo 5–20 proc. Tirta liofilizavimo ir džiovinimo įtaka spanguolių produktų jusliniams rodikliams, pH, tirpių sausųjų medžiagų kiekio, vitamino C, bendro polifenolinių junginių kiekio kitimui. Juslinio tyrimo rezultatai parodė, kad vertintojams labiausiai patiko spanguolių produktai, kurie buvo pagaminti su 15 proc. ir 20 proc. cukraus kiekiu. Liofilizavimo ir džiovinimo procesai keitė spanguolių produktų spalvos intensyvumą, formos taisyklingumą, tekstūros savybes – trapumą, lipnumą, tirpumą burnoje.

Liofilizavimo ir džiovinimo procesai turėjo įtakos bioaktyvių junginių kiekiui spanguolių produktuose. Didinant pridėtinio cukraus kiekį produktuose, polifenolinių junginių kiekis mažėjo. Liofilizuotų ir džiovintų produktų pH vertės kito nežymiai, liofilizuotų produktų pH – 2,59, džiovintų – 2,56.

Aukštesnės tirpių sausųjų medžiagų vertės nustatytos liofilizuotų spanguolių produktuose, jos didėja didinant pridėdamo cukraus kiekį produktuose. Liofilizuoti produktai, pagaminti su 15 proc. ir 20 proc. cukraus kiekiu, sukaupe didžiausią tirpių sausųjų medžiagų kiekį, vertinant bendrą įspūdį, įvertinti geriausiai, todėl jie labiausiai priimtini vartotojui.

**Raktiniai žodžiai:** *spanguolių produktai, liofilizavimas, džiovinimas, kokybės rodikliai.*

**Įvadas.** Paprastoji spanguolė (lot. *Vaccinium oxycoccus* L.) yra paplitęs Lietuvoje uoginis augalas, priklausantis erikinių (Ericaceae) šeimai, kurio natūralios augimvietės – aukštapelkės, tarpinio tipo pelkės ir pelkėti pušynai. Lietuvoje paprastoji spanguolė auga aukštapelkių ir tarpinių pelkių plynėse, ežerų liūnuose, retai pelkėtuose miškuose. Substratas – rūgščios durpės (pH 2,3–4,5). Spanguolės pasižymi ypač gausiu biologiškai aktyvių medžiagų kiekiu, todėl jos yra vertinamos farmacijoje ir maisto pramonėje. Jose aptinkama daugiau kaip 150 įvairių fitocheminių junginių, iš kurių didžiausią dalį sudaro polifenoliniai junginiai: flavonoidai ir fenolinės rūgštys ir kt. Apie 95 proc. išaugintų spanguolių uogų perdirbama į produktus – spanguolių sultis, padažus, džemus, džiovintas spanguoles ar jų miltelius, tik 5 proc. vartotojams parduodamos kaip šviežios uogos (Neto & Vinson, 2011).

Šviežiose spanguolių uogose yra 86–87 proc. vandens, sausosios medžiagos sudaro 13,2 proc., cukrūs – 3,65 proc. Šios uogos yra puikus vitaminų C (apie 11,7–26,77 mg/100 g) ir K šaltinis, jose yra provitamino A, vitaminų B1 ir B2, PP vitaminų, daug mineralinių medžiagų, tokių kaip Na, K, Ca, P, Mg, Fe ir ypač daug Mn (apie 2,59 mg/100 g). (Karlsons, A., Osvalde, A., Čekstere, G., Pormale J., 2018).

Pastaruoju metu sparčiai didėja augalinių žaliavų, pasižyminčių didele funkcionaliąja verte ir teigiamu poveikiu žmonių sveikatai, paklausa. Uogos yra vieni didžiausių maistinę ir komercinę vertę turinčių vaisių. Jose yra būtinų organizmui maistinių medžiagų, tačiau uogos labai greitai genda dėl didelio vandens kiekio jose bei po derliaus nuėmimo toliau vykstančių biocheminių procesų. Vandens kiekis yra ribojantis veiksnys, leidžiantis išlaikyti žaliavos, t. y. šviežio maisto, skirto vartoti, kokybę.

Vandens pašalinimas yra vienas svarbiausių veiksnių, lėtinančių fizikines ir chemines reakcijas, stabdantis mikroorganizmų dauginimąsi ir prailginantis uogų galiojimo laiką. Džiovinimas yra pats patikimiausias, vienas paprasčiausių konservavimo būdų. Džiovinamame produkte vandens koncentracija mažėja palaispniui iki ribos, kuriai esant susidaro nepalankios sąlygos mikroorganizmams daugintis, todėl džiovinti produktai gali būti ilgiau išsaugomi. (Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba, 2020).

Liofilizacija – džiovinimo procesas, kurio metu iš džiovinamo produkto pašalinama didžioji dalis vandens, tačiau išlieka beveik nepakitusios maistinės medžiagos, spalva, skonis, tekstūra, lyginant su šviežiu produktu. Sublimacijos metu pašalinama didelė dalis drėgmės, todėl sausosios medžiagos sukonzentruojamos ir jų kiekis ženkliai išauga, lyginant su teoriniais žalių vaisių ar daržovių cheminės sudėties rezultatais (Tamkutė, 2016). Seed, Kheir Tahle & Tlay

(2024) teigia, kad liofilizacija šiuo metu yra vienas iš svarbiausių džiovavimo būdų, nes dėl žemos darbinės temperatūros sumažinamas šiluminis poveikis produktui, todėl išsaugomi galutinio produkto skonis ir spalva. Kai kurie autoriai teigia, kad technologinės spanguolių transformacijos būtinos norint sumažinti nepriimtina kartotą šviežių uogų skonį (Andlauer, Ciska, Honke, Michalska & Wojdyło 2018).

Kitas ilgalaikio vaisių konservavimo ir laikymo procesų, darančių minimalų poveikį maisto produktų maistinei kokybei, yra šaldymas. Jo metu vaisiuose slopinami daugelis medžiagų apykaitos procesų, sulėtėja mikroorganizmų augimo kinetika ir galiausiai užkertamas kelias jų irimui, svarbių fitocheminių medžiagų skilimo reakcijoms. Šaldymas daro teigiamą poveikį žaliavų funkcinėms savybėms, gali paskatinti fenolinių rūgščių ir antocianinų išsiskyrimą (Doždor et al., 2021). Andlauer ir kt. (2018) teigia, kad kai kurių flavonolio aglikonų galutiniuose produktuose randama tik po spanguolių apdorojimo. Šiuo požiūriu spanguolių produktų gamyba yra svarbi norint pratęsti spanguolių prieinamumą rinkoje ištisus metus. Dehidratuotos uogos yra labai svarbios kaip maisto produktai dėl jų kokybės, fenolinių medžiagų kiekio ir antioksidacinių savybių. Be to, šie produktai teigiamai vertinami vartotojų (Franco et al., 2022).

**Darbo tikslas:** pagaminti džiovintus ir liofilizuotus spanguolių produktus su skirtingais cukraus kiekiais, siekiant nustatyti džiovavimo  $+50\pm 2^{\circ}\text{C}$  temperatūroje ir liofilizavimo ( $-50\pm 2^{\circ}\text{C}$  naudojant vakuumą) įtaką spanguolių produktų jušiniams rodikliams, pH, tirpių sausųjų medžiagų, vitamino C kiekio, bendro polifenolinių junginių kiekio kitimui.

### **Tyrimo rezultatų analizė**

#### ***Tyrimo metodai***

Darbe buvo naudotos miško spanguolės, kurios mechaniškai sutrintos ir naudojant 5, 10, 15, 20 proc. cukraus kiekius pagamintos trintų spanguolių masės, kurios džiovintos taikant džiovinimą  $50\pm 2^{\circ}\text{C}$  temperatūroje ir liofilizavimą ( $-50\pm 2^{\circ}\text{C}$  naudojant vakuumą).

1 lentelė. Tiriamieji spanguolių produktai su skirtingais cukraus kiekiais

Džiovinimo būdas	Liofilizavimas $-50\pm 2^{\circ}\text{C}$					Džiovinimas $+50\pm 2^{\circ}\text{C}$				
	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20
Kontrolinis	x					x				
I tiriamas		x					x			
II tiriamas			x					x		
III tiriamas				x					x	
IV tiriamas					x					x

1 lentelėje pateikti spanguolių produktų mėginiai buvo gaminami 5–20 proc. trintos spanguolių masės keičiant cukrumi. Iš viso pagaminti 10 tiriamų mėginių, iš kurių 5 buvo džiovinti  $+50\pm 2^{\circ}\text{C}$  temperatūroje, kiti 5 mėginiai liofilizuoti  $-50\pm 2^{\circ}\text{C}$  naudojant vakuumą. Tiriamų spanguolių produktų gamyboje naudotas Panevėžio cukrus „Plus“.

#### ***Tiriamų spanguolių produktų paruošimas***

Visi spanguolių produktų mėginiai buvo gaminami Vilniaus kolegijos Agrotechnologijų fakulteto Maisto technologijos laboratorijoje, naudojant džiovinimo krosnelę „Hendi“ ir liofilizatorių „HarvestLight“.

Spanguolės sutrintos elektriniu trintuvu „Braun“, tyrės drėgnis kontrolinio mėginio 87 proc., tyrės drėgnis I tiriamo mėginio - 82,6 proc., II tiriamo mėginio 78,3 proc., III tiriamo mėginio 74 proc., IV tiriamo mėginio - 70 proc. Tyrė dalinama į 10 dalių - 2 kontroliniai mėginiai – be cukraus, du mėginiai su 5 proc. cukraus, 2 mėginiai su 10 proc. cukraus, 2 mėginiai su 15 proc. cukraus, du mėginiai su 20 proc. cukraus. Paruošti 5 mėginiai (kontrolinis, I tiriamas su 5 proc. cukraus, II tiriamas su 10 proc. cukraus, III tiriamas su 15 proc. cukraus, IV tiriamas su 20 proc. cukraus dedami ant pergamentu išklotos džiovinimo krosnelės „Hendi“ lentynos (38×39 cm), džiovinami  $+50\pm 2^{\circ}\text{C}$  temperatūroje 36 val. Kiti 5 analogiški mėginiai dedami ant pergamentu

išklotos liofilizatoriaus „HarvestLight“ lentynos (23×51 cm), liofilizuojama (-50±2°C esant vakuumui) 72 val. Pagaminti išdžiovinti ir liofilizuoti spanguolių produktai hermetiškai įpakuojami į polietileno maišelius, laikomi 20 ±5 °C temperatūroje 18 val. iki tyrimo.

***Liofilizuotų ir džiovintų spanguolių produktų paruošimas jusliniam vertinimui***

Spanguolių produktų juslinėms savybėms įvertinti taikytas juslinių savybių aprašomosios analizės testai pagal LST ISO 11036:2020. Juslinė analizė. Metodika; Tekstūra ir LST ISO 6564 Juslinė analizė. Metodika. Skonio ir kvapo profilis. Rikiavimo testas atliktas pagal LST ISO 8587 Juslinė analizė. Metodika. Rikiavimas.

Juslinėms savybėms apibūdinti buvo pasirinktas žodynas iš 10 sąvokų. Džiovinti ir liofilizuoti spanguolių su skirtingais cukraus kiekiais produktai palyginti pagal atskiras juslines savybes ir jų intensyvumą. Tyrimo metu 5 atrinkti vertintojai vertino šių produktų spalvos intensyvumą (vizualiai), skonio intensyvumą, tekstūros savybes taikant 7 kategorijų skalę. Bendras produktų įspūdis vertintas 3 balais (1 – blogas; 2 – geras; 3 – labai geras). Rikiavimo testas atliktas taikant 5 balų skalę išdėstant produktų mėginius pagal patikimą: 5 – balai (labai patinka) ir 1 (labai nepatinka).

Spanguolių produktų pH vertės nustatytos pagal LST ISO 1842:1997 „Vaisių ir daržovių gaminiai. pH nustatymas“, tirpios sausosios medžiagos nustatytos pagal „LST ISO 2173:2003 „Vaisių ir daržovių gaminiai. Tirpių sausųjų medžiagų nustatymas. Refraktometrinis metodas“ (Refracto P30, MettlerToledo), vitamino C kiekis – LST ISO 6557-2:1984 „Vaisiai, daržovės ir jų gaminiai. Askorbo rūgšties kiekio nustatymas. 2 dalis. Įprastiniai metodai“ (T50, MettlerToledo), bendras polifenolinių junginių kiekis – spektrofotometrijos metodu naudojant Folin-Ciocalteu reagentą (Slinkard, Singleton, 1977).

Juslinio tyrimo rezultatai parodė, kad vertinant spanguolių produktų bendrą įspūdį visi mėginiai, kurie buvo pagaminti su 15 proc. ir 20 proc. cukraus kiekiu, įvertinti geriausiai. Jų bendras įspūdis įvertintas nuo 2,13–2,60 balo, džiovintų nuo 2,06–2,20 balo (2 lentelė). Prasčiausiai bendras įspūdis buvo kontrolinių (liofilizuoto ir džiovinto) mėginių, kuris nesiekė 1 balo dėl per didelio rūgštumo.

Iš 2 lentelės duomenų matyti, kad taikytas rikiavimo testas patvirtino bendro įspūdžio rezultatus. Vertintojams labiausiai patiko liofilizuoti ir džiovinti spanguolių produktai, kurie buvo pagaminti su 15 proc. ir 20 proc. cukraus kiekiu, jie įvertinti gerai ir labai gerai (3,86–4,40 balo). Labai nepatiko džiovintas ir liofilizuotas kontroliniai mėginiai, kurie pagaminti be pridėtinio cukraus. Džiovintas ir liofilizuotas mėginiai su 10 proc. cukraus vertintojams nei patiko nei nepatiko, įvertinta 2,86–2,93 balo.

2 lentelė. Spanguolių produktų su skirtingais cukraus kiekiais bendro įspūdžio ir rikiavimo testo vertės

Cukraus kiekis, %	Bendras įspūdis (1–3 balai)	Rikiavimo testas (1–5 balai)
Liofilizavimas -50±2°C		
0	0,60±0,25	1,86±0,29
5	1,13±0,41	2,20±0,41
10	1,60±0,18	2,86±0,27
15	2,13±0,25	3,93±0,27
20	2,60±0,25	4,60±0,25
Džiovinimas +50±2°C		
0	0,73±0,31	1,73±0,27
5	1,06±0,45	2,13±0,31
10	1,53±0,35	2,93±0,34
15	2,06±0,23	3,86±0,21
20	2,20±0,27	4,40±0,27

Iš 3 lentelėje pateiktų spanguolių produktų išvaizdos ir skonio savybių intensyvumo kitimo matyti, kad liofilizavimo ir džiovinimo procesai keitė spanguolių produktų spalvos intensyvumą ir formos taisyklingumą. Visiems liofilizuotų spanguolių produktų mėginiams būdingas spalvos intensyvumas 7 kategorijų skalėje įvertintas vidutiniškai raudona spalva – 3,58 balo, džiovintų spanguolių produktų spalvos intensyvumas įvertintas tamsiai raudona – 6,19 balo.

Liofilizavimo metu gautų spanguolių produktų formos taisyklingumas 7 kategorijų skalėje vidutiniškai įvertintas 3,62 balo dėl didelio trapumo, džiovintų spanguolių produktų forma išlieka taisyklinga, vidutiniškai įvertinta 6,11 balo. Spanguolių produktų saldaus ir rūgštaus skonio kitimas priklausė tik nuo pridėto cukraus kiekio. Džiovintų ir liofilizuotų kontrolinių mėginių saldus skonis 7 kategorijų skalėje įvertintas 1,33–1,66, abiem būdais pagamintų spanguolių produktų su 20 proc. cukraus kiekiu saldus skonis siekia 5,4–6,6 balo.

3 lentelė. Spanguolių produktų su skirtingais cukraus kiekiais išvaizdos, skonio savybių vertės 7 kategorijų skalėje

Cukraus kiekis, %	Spanguolių produktų išvaizda		Spanguolių produktų skonis	
	Spalvos intensyvumas* 1 (šviesiai raudona) – 7 (tamsiai raudona)	Formos taisyklingumas	Saldus skonis	Rūgštus skonis
<b>Liofilizavimas –50±2 °C</b>				
<b>0</b>	3,40±0,29	3,86±0,52	1,66±0,33	6,40±0,54
<b>5</b>	3,20±0,31	3,93±0,80	1,93±0,59	5,80±0,31
<b>10</b>	3,66±0,26	3,53±0,74	3,13±0,44	3,66±0,31
<b>15</b>	3,73±0,52	3,46±0,28	3,86±0,38	2,93±0,25
<b>20</b>	3,93±0,59	3,33±0,34	6,60±0,18	2,53±0,48
<b>Vidurkis</b>	<b>3,584±0,394</b>	<b>3,62±0,536</b>	<b>3,43±0,38</b>	<b>4,26±0,37</b>
<b>Džiovinimas +50±2 °C</b>				
<b>0</b>	6,20±0,25	5,93±0,25	1,33±0,23	6,33±0,23
<b>5</b>	6,13±0,29	6,06±0,33	2,13±0,29	5,33±0,25
<b>10</b>	6,46±0,28	6,20±0,40	3,06±0,54	3,86±0,41
<b>15</b>	6,26±0,49	6,13±0,26	3,03±0,27	3,93±0,26
<b>20</b>	5,93±0,25	6,26±0,27	5,40±0,43	2,46±0,25
<b>Vidurkis</b>	<b>6,19 ±0,312</b>	<b>6,11±0,03</b>	<b>2,99±0,25</b>	<b>4,38±0,38</b>

Vertinant spanguolių produktų tekstūros savybes, iš 4 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad liofilizavimo ir džiovinimo procesai turėjo įtakos visoms spanguolių produktų tekstūros savybėms. Labiausiai šie procesai keitė spanguolių produktų trapumą ir tirpumą burnoje.

Nepriklausomai nuo įdėto cukraus kiekio nustatytas didelis liofilizuotų spanguolių produktų trapumas ir tirpumas burnoje. 7 kategorijų skalėje liofilizuotų spanguolių produktų trapumo vidutinė vertė 6,11 balo, tirpumo burnoje – 6,10 balo, džiovintų spanguolių produktų trapumo vidutinė vertė 1,37 balo, tirpumo burnoje – 1,25 balo.

Nepriklausomai nuo įdėto cukraus kiekio džiovintiems spanguolių produktams būdingas didesnis lipnumas ir kietumas. 7 kategorijų skalėje džiovintų spanguolių produktų lipnumo vidutinė vertė yra 4,65 balo, kietumo – 5,65 balo, liofilizuotų spanguolių produktų vidutinis lipnumas 1,22 balo, kietumas – 2,01 balo.

4 lentelė. Spanguolių produktų su skirtingais cukraus kiekiais tekstūros savybių vertės 7 kategorijų skalėje

Cukraus kiekis, %	Drėgnumas	Akytumas	Lipnumas	Trapumas	Kietumas (pojūtis burnoje)	Tirpumas burnoje
<b>Liofilizavimas <math>-50\pm 2^{\circ}\text{C}</math></b>						
<b>0</b>	1,33±0,40	3,46±0,31	1,40±0,25	6,40±0,58	1,73±0,26	6,20±0,53
<b>5</b>	1,06±0,25	3,93±0,25	1,33±0,23	6,33±0,49	2,06±0,29	5,93±0,47
<b>10</b>	1,20±0,18	3,80±0,40	1,26±0,18	5,93±0,25	2,20±0,21	6,13±0,39
<b>15</b>	1,06±0,23	3,46±0,40	0,93±0,23	5,80±0,29	2,40±0,27	6,26±0,40
<b>20</b>	1,33±0,41	3,93±0,31	1,20±0,42	6,13±0,40	1,66±0,29	6,06±0,53
<b>Vidurkis</b>	<b>1,19±0,29</b>	<b>3,71 ±0,33</b>	<b>1,22±0,22</b>	<b>6,11±0,40</b>	<b>2,01±0,26</b>	<b>6,10±0,46</b>
<b>Džiovinimas <math>+50\pm 2^{\circ}\text{C}</math></b>						
<b>0</b>	3,40±0,23	1,7330,294	4,86±0,18	1,33±0,25	5,33±0,18	1,26±0,25
<b>5</b>	3,60±0,18	1,533±0,44 9	4,60±0,23	1,20±0,31	5,86±0,27	1,06±0,35
<b>10</b>	3,20±0,41	1,73±0,449	4,46±0,47	1,40±0,48	5,40±0,27	1,40±0,27
<b>15</b>	3,46±0,53	1,66±0,279	4,80±0,40	1,33±0,59	5,60±0,40	1,20±0,43
<b>20</b>	3,26±0,43	1,86±0,25	4,53±0,40	1,60±0,29	6,06±0,23	1,33±0,41
<b>Vidurkis</b>	<b>3,38±0,35</b>	<b>1,70±0,34</b>	<b>4,65±0,33</b>	<b>1,37±0,38</b>	<b>5,65±0,27</b>	<b>1,25±0,34</b>

5 lentelė. Spanguolių produktų su skirtingais cukraus kiekiais pH, tirpių sausųjų medžiagų, vitamino C, bendro polifenolinių junginių kiekio kitimo vertės

Cukraus kiekis, %	Bendras polifenolinių junginių kiekis, mg/100 g	Vitaminas C, mg/100 g	Tirpios sausios medžiagos, %	pH
<b>Liofilizavimas <math>-50\pm 2^{\circ}\text{C}</math></b>				
0	795,3	14,83	6	2,60
5	779,4	11,90	7	2,57
10	744,2	10,53	7	2,59
15	687,1	10,10	7	2,58
20	602,0	8,56	8	2,60
<b>Vidurkis</b>	<b>721,6</b>	<b>11,18</b>	<b>7</b>	<b>2,59</b>
<b>Džiovinimas <math>+50\pm 2^{\circ}\text{C}</math></b>				
0	384,9	11,79	2	2,53
5	281,4	8,67	3	2,52
10	225,4	7,75	4	2,54
15	170,8	6,43	4	2,57
20	157,1	5,50	6	2,64
<b>Vidurkis</b>	<b>243,9</b>	<b>8,03</b>	<b>4</b>	<b>2,56</b>

Iš 5 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad liofilizavimo ir džiovinimo procesai turėjo įtakos biologiškai aktyvių junginių kiekiui spanguolių produktuose. Liofilizavimas darė mažesnę įtaką polifenolinių junginių kiekio ir vitamino C kiekio mažėjimui, lyginant su spanguolių produktų džiovinimu. Kaip teigiama literatūros šaltiniuose, didžiausi antrinių metabolitų nuostoliai registruojami apdorojant vaisius aukštoje temperatūroje. Liofilizacijos (džiovinimo šalčiu) procese aktyvių komponentų nuostoliai yra mažesni, liofilizacija daro mažesnę poveikį antriniam metabolitams, kurie lemia sveikatai naudingas augalinių produktų savybes (Andrzejewska et al., 2017). Liofilizacijos proceso metu išsaugomi didesni vitamino C kiekiai, negu džiovinimo  $50^{\circ}\text{C}$  temperatūroje.

Vertinant pridėto cukraus kiekio įtaką polifenolinių junginių ir vitamino C kiekiui matyti, kad bendro polifenolinių junginių kiekio ir vitamino C kiekio mažėjimas tiesiog proporcingas

pridėto į spanguolių produktus cukraus kiekiui. Nežiūrint į tai, kad tiek po liofilizacijos, tiek po džiovinimo spanguolių produktuose su mažesniu cukraus kiekiu (5–10 proc.) lieka didesni kiekiai polifenolinių junginių ir vitamino C, vartotojui labiau priimtini produktai su 15–20 proc. pridėto cukraus kiekiu.

Nustatant sausųjų tirpių medžiagų kiekį, vertinamas redukuojančių ir neredukuojančių cukrų (viso cukraus) kiekis mėginiuose. Jis parodo produkto priimtinumą vartotojui, nes aukštesnės tirpių sausųjų medžiagų vertės koreliuoja su aukštesne vaisių kokybe (Tanase, Popa et al. 2016).

Tyrimo rezultatai rodo, kad aukštesnės tirpių sausųjų medžiagų vertės nustatytos liofilizuotose spanguolių produktuose, jos didėja didinant pridedamo cukraus kiekį spanguolių produktuose. Liofilizuoti produktai, pagaminti su 15 proc. ir 20 proc. cukraus kiekiu, vertinant bendrą įspūdį, įvertinti geriausiai, todėl jie labiausiai priimtini vartotojui.

### **Išvados:**

1. Vertinant spanguolių produktų bendrą įspūdį (1 – blogas; 2 – geras; 3 – labai geras), visi mėginiai, kurie buvo pagaminti su 15 proc. ir 20 proc. cukraus kiekiu, įvertinti geriausiai. Praščiausiai bendras įspūdis įvertintas kontrolinių (liofilizuoto ir džiovinto) mėginių, kuris nesiekė 1 balo dėl per didelio rūgštumo.

2. Vertintojams labiausiai patiko spanguolių produktai, kurie buvo pagaminti su 15 proc. ir 20 proc. cukraus kiekiu. Taikant rikiavimo testą 5 balų skalėje (nuo 5 – labai patinka iki 1 – labai nepatinka), jie įvertinti „patinka“ ir „labai patinka“ (3,86–4,40 balo).

3. Liofilizavimo ir džiovinimo procesai keitė spanguolių produktų spalvos intensyvumą ir formos taisyklingumą. Visiems liofilizuotų spanguolių produktų mėginiams būdingas spalvos intensyvumas 7 kategorijų skalėje įvertintas vidutiniškai raudona spalva – 3,58 balo, džiovintų spanguolių produktų spalvos intensyvumas įvertintas tamsiai raudona – 6,19 balo. Liofilizuotų spanguolių produktų formos taisyklingumas 7 kategorijų skalėje įvertintas 3,62 balo dėl didelio trapumo, kai džiovintų spanguolių produktų forma išlieka taisyklinga, be trupėjimo žymių, vidutiniškai įvertinta 6,11 balo.

4. Cukraus kiekis spanguolių produktuose neturėjo įtakos produktų išvaizdos ir tekstūros savybėms, keitė tik saldumo ir rūgštumo vertes.

5. Liofilizavimo ir džiovinimo procesai labiausiai keitė spanguolių produktų trapumą ir tirpumą burnoje. 7 kategorijų skalėje liofilizuotų spanguolių produktų trapumo vidutinė vertė 6,11 balo, tirpumo burnoje – 6,10 balo, džiovintų spanguolių produktų vidutinis trapumas įvertintas 1,37 balo, tirpumas burnoje – 1,25 balo.

6. Didžiausi polifenolinių junginių ir vitamino C kiekiai nustatyti spanguolių produktuose, pagamintuose be pridėtinio cukraus, mažiausi – su 20 proc. pridėtinio cukraus. Didinant pridėtinio cukraus kiekį produktuose, polifenolinių junginių kiekis mažėjo. Liofilizuotose spanguolių produktuose polifenolinių junginių nustatyta vid. 721,6 mg/100 g, džiovintuose – vid. 243,9 mg/100 g. Vitamino C kiekis mažiausias produktuose, pagamintuose su 20 proc. pridėtinio cukraus: vid. liofilizuotose – 11,18 mg/100 g, džiovintuose – vid. 8,03 mg/100g.

7. Liofilizuotų ir džiovintų produktų pH vertės kito nežymiai, liofilizuotų produktų pH – 2,59, džiovintų – 2,56.

8. Aukštesnės tirpių sausųjų medžiagų vertės nustatytos liofilizuotose spanguolių produktuose, jos didėja didinant pridedamo cukraus kiekį produktuose. Liofilizuotose – vid. 7 proc., džiovintuose – vid. 4 proc. tirpių sausųjų medžiagų.



## LITERATŪRA

1. Andlauer, W., Ciska, E., Honke, J., Michalska, A., Wojdyło, A. (2018). *Drying-induced physico-chemical changes in cranberry products*. Food chemistry, Volume 240, p. 448-455.
2. Andrzejewska, J., Kloska, L. & Sadowska, K. (2017). Influence of freezing, lyophilisation and air-drying on the total monomeric anthocyanins, vitamin C and antioxidant capacity of selected berries. *International Journal of Food Science and Technology*. 52, 1246–1251.
3. Doždor, L., Duralija, B., Galic, A., Mikulec N., Voca, S., Žlabur, J.Š. (2021) *Preservation of Biologically Active Compounds and Nutritional Potential of Quick-Frozen Berry Fruits of the Genus Rubus*. Processes 9(11), 1940.
4. Franco, D., Dhama, K., Gomes da Cruz, A., Kumar, M., Lorenzo, J.M, Pateiro M., Vargas-Ramella, M., Zengin, G. (2022). The role of emerging technologies in the dehydration of berries: Quality, bioactive compounds, and shelf life. *Food Chemistry*. Volume 30, 16.
5. Karlsons, A., Osvalde, A., Čekstere, G., Pormale J. (2018). *Research on the mineral composition of cultivated and wild blueberries and cranberries*. Agron Res. 16(2):454.
6. Neto, C.C. & Vinson, J. A.(2011). Cranberry: Introduction and traditional origins. Herbal medicine: Biomolecular and Clinical Aspects. 2nd edition. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis [Internet] 2011. Chapter 6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92762/>.
7. Saeed, A.R., Kheir Tahle, M.A., Tlay, R.H. (2024). *Effect of drying agents on quality parameters of lyophilized persimmon purée powder*. Food and Raw Materials. 12(2).
8. Slinkard, K., Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 49–55.
9. Tamkutė, L. (2016). *Liofilizuotų daržovių sulčių įtaka mėsos galinių savybėms* (baigiamasis magistro darbas, Kauno technologijos universitetas). <https://talpykla.elaba.lt/elaba-fedora/objects/elaba:16210234/datastreams/MAIN/content>.
10. Tanase, E. E., Popa, V. J. (2016). Identification of the relevant quality parameters for berries – review. *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, XX.
11. Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba (2020) Džiovinimas. <https://vmvt.lt/maisto-sauga/maisto-produktai/negyvuninis-maistas/konservuoti-saldyti-produktai/dziovinimas>

## THE USE OF CRANBERRIES FOR PRODUCTION OF DRIED AND LIOPHILIZED PRODUCTS AND QUALITY ANALYSIS

**Summary.** The production of dried (+50±20°C) and freeze-dried (-50±20°C under vacuum) cranberry products with sugar content ranging from 5 to 20% was carried out in this work. The influence of freeze-drying and drying under (+50±20°C) on the variation of the sensory parameters, pH, soluble solids content, vitamin C and total polyphenolic compounds of cranberry products was studied. Sensory test showed that the cranberry products with 15 % and 20 % sugar content were the most preferred by the evaluators. The freeze-drying and drying processes altered the intensity of colour, the regularity of the shape, and the textural properties of the cranberry products, such as crispness, stickiness and mouthfeel. The highest levels of polyphenolic compounds were found in cranberry products made without added sugar, while the lowest levels were found in cranberry products made with 20% added sugar. The pH values varied 2,59 for freeze-dried products and 2,56 for dried products. Higher soluble solids values were found in freeze-dried cranberry products. The freeze-dried products made with 15 % and 20 % sugar, which accumulated the highest soluble solids content, scored the best in terms of overall impression and are therefore the most acceptable to the consumer.

**Keywords:** *cranberry products, freeze-drying, drying, quality indicators.*

# TANINŲ KIEKIO NUSTATYMAS SKIRTINGŲ RŪŠIŲ ALUJE TITRIMETRIJOS METODU

**Rimantas Maksimenko, Jolanta Jurkevičiūtė**

*Vilniaus kolegija Agrotechnologijų fakultetas*

**Anotacija.** Alus – putojantis alkoholinis gėrimas, kuriame visas jame esantis etilo alkoholis ir visas anglies dioksidas ar jo dalis susidaro fermentuojant alaus misą alaus mielėmis, o etilo alkoholio koncentracija yra didesnė kaip 0,5 tūrio proc. Aluje randama angliavandenių (dekstrinų, maltozės, gliukozės, fruktozės, pentozijų), B grupės vitaminų ir azotinių medžiagų. Taip pat yra ir polifenolinių junginių, kurių struktūroje yra daugiau nei viena fenolio hidroksilinė grupė. Pagrindinės polifenolinių junginių grupės yra fenolinės rūgštys, flavonoidai, lignanai, stilbenai ir taninai. Taninų randama augalų šaknyse, žievėje, lapuose, vaisiuose ir kt. dalyse, nuo šių junginių priklauso augalinės kilmės maisto produktų organoleptinės savybės: spalva ir sutraukiantis skonis. Taninai gerai tirpsta vandenyje ir nusodina tirpius baltymus iš vandeninių tirpalų. Jie naudojami odų išdirbimui, rašalo gamyboje, farmacijoje, cemento plastiškumo didinimui, gėrimų gamyboje (suteikia savitą aitroką skonį). Taninai malšina uždegiminius procesus, naudojami gydant viduriavimą, burnos ertmėje atsiradusias žaizdes bei kraujavimo stabdymui. Taninų neigiamas poveikis – vartojant maistą, kuriame daug šių junginių, organizmas negali pasisavinti geležies. Šio tyrimo metu titrimetrijos metodu, vykstant oksidacijos-redukcijos reakcijai, buvo nustatytas taninų kiekis šviesiajame ir tamsiajame aluje. Tamsiajame aluje taninų nustatyta 17,1 karto daugiau nei šviesiajame.

**Raktiniai žodžiai:** alus, taninai, titrimetrija.

**Įvadas.** Lietuvos Respublikos alaus apibūdinimo gamybos ir prekinio pateikimo techniniame reglamente (2020) nurodoma, kad alus – putojantis alkoholinis gėrimas, kuriame visas jame esantis etilo alkoholis ir visas anglies dioksidas ar jo dalis susidaro fermentuojant alaus misą mielėmis, o etilo alkoholio koncentracija yra didesnė kaip 0,5 tūrio proc. Pagal spalvą alus skirstomas į šviesųjį alų, kurio spalvis ne didesnis kaip 1 sutartinis jodo vienetas (15 EBC vnt.), pusšviesį – kurio spalvis yra didesnis kaip 1, bet ne didesnis kaip 3,2 sutartinio jodo vieneto (38 EBC vnt.), tamsųjį – kurio spalvis yra didesnis kaip 3,2 sutartinio jodo vieneto (38 EBC vnt.), bet ne didesnis kaip 60 EBC vnt., ir juodąjį – kurio spalvis yra didesnis kaip 60 EBC vnt. Pagal etilo alkoholio koncentraciją alus skirstomas į nealkoholinį alų – gėrimas, kurio faktinė etilo alkoholio koncentracija yra ne didesnė kaip 0,5 tūrio proc., labai silpną – nuo 0,5 iki 1,2 tūrio proc., silpnąjį – nuo 1,2 iki 4,5 tūrio proc.; alų, kuriame etilo alkoholio koncentracija yra didesnė kaip 4,5 tūrio proc., bet ne didesnė kaip 6,0 tūrio proc.), stiprųjį – nuo 6,0 tūrio proc., bet ne didesnė kaip 8,5 tūrio proc., ir labai stiprų alų, kurio faktinė etilo alkoholio koncentracija yra didesnė kaip 8,5 tūrio proc. (Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymas dėl alaus apibūdinimo gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo, 2002).

Alaus energinė vertė siekia 1 200–3 400 kJ/l. Jame nemažai angliavandenių (dekstrinų, maltozės, gliukozės, fruktozės, pentozijų), B grupės vitaminų bei azotinių medžiagų. Dažniausiai gaminamas fermentuojant miežių salyklą, apynius ir vandenį, tačiau galima gaminti ir iš kitų grūdų salyklo, pvz., avižų, rugių, kviečių. Alaus gamyboje naudojamas cukrus, stabilizatoriai, fermentiniai preparatai ir kt. (Milius et al, 2018). Alaus gamybos procesas susideda iš kelių etapų: salyklo gamybos, misos paruošimo, rauginimo ir pilstymo. Salyklas gaminamas išmirkant ir sudaiginant grūdus. Daiginamuose grūduose pasigamina fermentai, kurie sucukrina grūdų krakmolą. Daiginti grūdai išdžiovinami ir sumalami, užpilami karštu vandeniu, taip pagaminamas mentalas. Šio proceso metu fermentai suskaido krakmolą iki fermentacijai tinkamos sacharozės, kuri iš salyklo išekstrahuojama vandeniu – pagaminama misa. Pagamintoje misoje esančios kietosios medžiagos nufiltruojamos ir atvėsintas skystis, pridėjus į jį mieliagybių, rauginamas (Evans, 2011). Mielės metabolizuodamos angliavandenius išskiria anglies dvideginį ir etilo alkoholį (Willaert, 2007). Po rauginimo šviežias alus laikomas brandinimo rezervuaruose, kol įgauna tinkamą skonį ir kvapą, po to išpilstomas (Evans, 2011).

Aluje randama rauginių medžiagų. Taninai – tai augalinės kilmės sudėtingi organiniai junginiai, azoto neturintys ir priklausantys polifenoliams, kurių struktūroje yra daug hidroksilo grupių, prisijungusių prie aromatinio fenolio žiedo. Nuo polifenolinių junginių koncentracijos augalinėje žaliavoje priklauso maisto produktų organoleptinės savybės: spalva ir skonis, kuo

daugiau šių medžiagų, tuo labiau juntamas aitrokas ir sutraukiantis skonis bei tamsesnė maisto žaliavos ar produkto spalva. Polifenoliniai junginiai, esantys grūduose bei apyniuose laisvų molekulių arba glikozidų ir esterių forma patenka į fermentuojamą alų (Crnkic et al, 2020).

Šių junginių pavadinimas „taninai“ yra kilęs iš žodžio „tanna“, išvertus iš senovės vokiečių kalbos reiškia „ąžuolas“. Iš ąžuolo žievės išskirti taninai buvo naudojami odos ir kailių perdirbimo pramonėje, gaminių pigmentavimui. Daugiausiai taninų randama ąžuolo, kaštono žievėje, kaštainiuose, rūgščiajame žagrenyje bei didžiažiedėje telimoje (Crnkic et al, 2020). Taninų taip pat yra randama: žoliniuose, ankštiniuose augaluose, javuose bei dumbliuose, daugelyje vaisių ir uogų pvz., bananuose, gervuogėse, obuoliuose bei vynuogėse. Didesni taninų kiekiai randami labiau pažeidžiamose augalo dalyse: šviesiuose lapuose ir žieduose. Jie skirstomi į tikruosius ir pseudo taninus (galo taninai, katechinas, chlorogeninė rūgštis). Tikrieji taninai yra hidrolizuoti, nehidrolizuoti (kondensuoti), florotaninai ir kompleksus sudarantys taninai. Taninai apsaugo augalus nuo patogenų, nepalankių augimo sąlygų ir kt. (De la Rosa et al, 2019). Kompleksiniai bei kondensuoti taninai dažniausiai ir lengviausiai ekstrahuojami iš ankštinių augalų, medžių bei krūmų žievės; galotaninai randami galuose (cecidijose), lakingojo raugmedžio ir pūkenio lapuose, o elagitaninai aptinkami ąžuolo žievėje bei gilėse, gervuogėse ir granatuose. Augaluose randamų taninų įvairovė labai didelė, todėl ir ekstraktų, gautų iš skirtingų augalų, biologinė funkcija yra skirtinga, priklausomai nuo augalo rūšies, augalo brandos etapo ar augimo sąlygų: temperatūros, drėgmės bei saulės spindulių kiekio (Tong et al, 2022). Taninų molekulinė masė gali būti labai didelė ir siekti nuo 500 D iki 30000 D. Rauginančios jų savybės priklauso nuo molekulinės masės ir dažniausiai naudojami nuo 1 000 iki 20 000 D vidutinės molekulinės masės junginiai (Khanbabae, 2002).

Taninai geba prisijungti baltymus bei iškristi į nuosėdas ir ši jų savybė panaudojama odų perdirbimo pramonėje. Dėl šios taninų savybės yra blokuojamas geležies pasisavinimas organizme, todėl žmonėms, turintiems geležies trūkumą, rekomenduojama nevertoti daug taninų turinčio maisto produktų. Taninai naudojami gana plačiai: farmacijoje, maisto pramonėje (alaus, vyno, sulčių gamyboje), cemento plastiškumo didinimui ir kt. (Crnkic et al, 2020).

Žmogaus organizmui taninai naudingi, nes jiems būdingas antioksidacinis ir priešvėžinis poveikis, stabdo daugelio grybelių, mielių, bakterijų ir virusų augimą, slopina uždegimines reakcijas, gali pagreitinti kraujo krešėjimą (Serrano et al, 2009).

Taninų kokybinę ir kiekybinę sudėtį galima nustatyti įvairiais instrumentiniais metodais: spektrometrijos, chromatografijos ir titrimetrijos.

**Darbo tikslas.** Nustatyti taninų kiekį šviesiajame ir tamsiajame aluje titrimetrijos metodu.

#### **Uždaviniai:**

1. Apžvelgti literatūros šaltinius apie alaus gamybą, taninus bei jų atsiradimą aluje ir įtaką žmogaus sveikatai;

2. Palyginti tarpusavyje šviesųjį ir tamsųjį alų pagal jame esantį taninų kiekį.

**Tyrimo objektas.** Šviesusis ir tamsusis alus (to paties gamintojo).

**Tyrimo metodika.** Bendrasis taninų kiekis nustatytas oksidimetrijos metodu, titruojant mėginį kalio permanganato tirpalu ( $\text{KMnO}_4$ ) ir naudojant indikatorių – indigokarminą ( $\text{C}_{16}\text{H}_8\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8\text{S}_2$ ). Vykstant oksidacijos-redukcijos reakcijai, kalio permanganatas oksiduoja taninus ir mėlyna tirpalo spalva keičiasi į mėlynai žalią, geltonai žalią, o ekvivalentiniame taške tiriamas mėginys įgauna geltonai auksinę spalvą (Mulani et al, 2016).

**Mėginio paruošimas:** alaus mėginiai degazuojami naudojant magnetinę maišyklę ir praskiedžiami dejonizuotu vandeniu: šviesusis alus – 4 kartus, o tamsusis – 40 kartų. Mėginio spalvos įtakos tyrimo rezultatams sumažinimui alus buvo veikiamas aktyvuotos medžio anglies milteliais.

**Tyrimo eiga:** 25 ml tiriamojo mėginio supilama į 100 ml kūginę kolbą, įpilama 10 ml dejonizuoto vandens ir 2 ml indigokarmino indikatoriaus, titruojama 0,05 N kalio permanganato tirpalu iki ekvivalentinio taško. Mėginiai titruojami 3 kartus, skaičiuojant tyrimo rezultatus imamas nutitruotas kalio permanganato tūrio vidurkis. Alaus mėginiai buvo

titruojami prieš paveikiant juos aktyvintą medžio anglimi ir po mėginių spalvos adsorbicijos. Taninų kiekis (proc.) aluje apskaičiuojamas pagal formulę:

$$C(\text{proc.}) = \frac{(a - a_1) \cdot 0,004157 \cdot 100 \cdot 100}{v_1} \cdot SF$$

čia

$a$  – 0,05 N kalio permanganato tirpalo tūris (ml), sunaudotas 1 ml taninų oksidacijai prieš paveikiant (ir paveikus) aktyvintą medžio anglimi (ml);

$a_1$  – 0,05 N kalio permanganato tirpalo tūris (ml), sunaudotas tuščio mėginio titravimui;

0,004157 – taninų kiekis, oksiduotas 1 ml 0,05 N kalio permanganato tirpalo kiekiu (g);

100 – bendras mėginio tūris (ml);

100 – perskaičiavimo koeficientas į proc.;

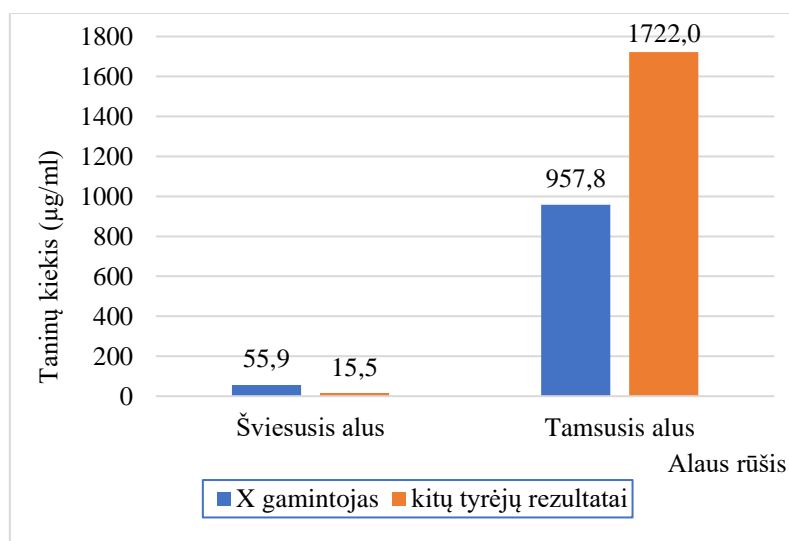
$v_1$  – mėginio tūris, paimtas titravimui (ml);

SF – mėginio praskiedimo faktorius.

Tyrimo rezultatai procentais perskaičiuoti į  $\mu\text{g/ml}$  ir pateikta vidutinė vertė.

### Tyrimo rezultatai.

Tyrimui buvo pasirinktos dvi to paties gamintojo alaus rūšys – šviesusis ir tamsusis. Literatūros šaltiniuose nurodoma, kad vidutinė taninų koncentracija įvairių rūšių aluje įprastai būna ne didesnė nei 150–330  $\mu\text{g/ml}$ , bet ši vertė kinta priklausomai nuo to, kur buvo auginti javai ar apyniai, ir gali labai skirtis (net kelis kartus), priklausomai nuo regiono, javų veislės ir naudotų apynių rūšių. Literatūroje nurodoma, kad taninų kiekis šviesiajame ir tamsiajame aluje kinta nuo  $15,49 \pm 6,30$  iki  $1722,05 \pm 5,06$   $\mu\text{g/ml}$  (Crnkic et al, 2020). Ištyrus to paties X gamintojo alų (1 pav.) nustatyta, kad taninų koncentracija šviesiajame aluje buvo  $55,9 \pm 4,10$ , o tamsiajame  $957,8 \pm 3,85$   $\mu\text{g/ml}$ .



1 pav. Taninų kiekio X gamintojo aluje palyginimas su kitų tyrėjų paskelbtais rezultatais

Iš gautų rezultatų matyti, kad taninų kiekis tamsiajame aluje 17,1 karto didesnis nei šviesiajame. Tačiau lyginant su kitų tyrėjų gautais rezultatais matyti, kad tirtame šviesiajame aluje taninų kiekis yra 3,6 karto didesnis, o tamsiajame – 1,8 karto mažesnis.

### Išvados:

1. Alus yra putojantis alkoholinis gėrimas, kai fermentuojant alaus misą mielėmis, susidaro etilo alkoholis bei anglies dioksidas ir alkoholio koncentracija yra didesnė kaip 0,5 tūrio proc. Taninai į alų patenka gamybos metu iš grūdų ir apynių, kuriuose jų gausu. Taninai priklauso polifenolinių junginių grupei, tai antriniai augalų metabolitai, jų randama: medžių ir krūmų žievėje, žoliniuose augaluose, šaknyse, vaisiuose bei uogose, javuose ir kt. Šie junginiai augalinės kilmės maisto produktams suteikia spalvą ir kartoką, sutraukiantį skonį. Taninams būdingos priešūždegiminės ir priešvėžinės savybės, gali būti vartojami kaip priešnuodžiai,

viduriavimo gydymui, burnos ertmėje atsiradusių žaizdelių gydymui, tačiau trukdo organizmui pasisavinti geležį.

2. Oksidimetrijos metodu nustatytas taninų kiekis šviesiajame ir tamsiajame to paties gamintojo aluje. Nustatyta, kad tamsiajame aluje taninų yra 17,1 karto daugiau nei šviesiajame. Palyginus tyrimo rezultatus su kitų tyrėjų paskelbtais rezultatais, taninų kiekis šviesiajame aluje didesnis 3,6 karto, o tamsiajame – 1,8 karto mažesnis. Taninų kiekis aluje kinta priklausomai nuo jo gamybai naudotų augalinių žaliavų, t. y. grūdų ir apynių.

## LITERATŪRA

1. Crnkic, M., & Klepo, L. (2020). Spectrophotometric Evaluation of Tannin Content in Domestic Beer Samples with Fe (III) and 1,10-Phenanthroline. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 8, 7-12. <https://doi.org/10.17265/2328-2150/2020.01.002>.
2. De La Rosa, Laura A., Moreno-Escamilla, J. O., Rodrigo-Garcia, J., Alvarez-Parrilla, E. (2019). Phenolic compounds. In: *Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables*. Cambridge: Woodhead publishing, 253-271. ISBN: 978-0-12-813278-4.
3. Evans, E. (2011). *The Oxford Companion to Beer*. Oxford University Press, 236. ISBN 9780195367133.
4. Khanbabaee K., Van Ree T. (2002). Tannins: Classification and Definition. *Natural Product Reports*. 18(6), 641–649. DOI:10.1039/B101061L.
5. Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministro įsakymas dėl alaus apibūdinimo gamybos ir prekinio pateikimo techninio reglamento patvirtinimo 2002 m. gruodžio 11 d. Nr. 487. (2002). <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.197926?jfwid=>
6. Milius, V., Vitkus, J. (2018). *Alus*. Visuotinė Lietuvių Enciklopedija. Lietuvių enciklopedijos leidykla. <https://www.vle.lt/straipsnis/alus/>.
7. Mulani, K., Pawr, N., Nirhali, N., & Rathod, V. (2016). *Determination of Tannins and Sulfur Dioxide Content of Different Wine Samples by Titrimetric Method*. *Chemical Science Transactions*, 5(2), 458-462. DOI:10.7598/cst2016.1210 <http://www.e-journals.in/pdf/V5N2/458-462.pdf>.
8. Serrano J. Puupponen-Pimia R. Dauer A. Aura AM. Fulgencio SC. (2009). *Tannins: Current knowledge of food sources, intake, bioavailability and biological effects*. *Molecular Nutrition & Food Research*. 53(2), 310 – 327.
9. Tong, Zh., He, W., Fan, X., & Guo, A. (2022). *Biological Function of Plant Tannin and Its Application in Animal Health*. *Frontiers in Veterinary Science, Animal Nutrition and Metabolism*, <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.803657>.
10. Willaert, R. (2007). *The beer brewing process: Wort production and beer*. *Handbook of food products manufacturing*, 2, 443.

## DETERMINATION OF THE QUANTITY OF TANNINS IN DIFFERENT TYPES OF BEER BY THE TITRIMETRIC METHOD

**Summary.** Beer is a carbonated alcoholic (>0,5%) drink, that achieves its carbonation and alcohol concentration through fermentation of wort with yeast. A wide range of carbohydrates (dextrins, maltoses, glucoses, fructoses and other pentoses) can be found in beer, along with B group vitamins and other nitrogenous substances. Polyphenolic compounds (containing more than one hydroxilic phenol group) can also be found, which are further classified into these groups: phenolic acids, flavonoids, lignans, stilbenes and tannins. Tannins can be found in the roots, bark, leaves and fruits of many plants, and are responsible for some of their organoleptic characteristics, such as colour or the constrictive sensation associated with tannins. Tannins dissolve in water very well and also precipitate proteins. Due to this characteristic, tannins are used in leather processing, production of ink, pharmaceutical manufacturing, increasing the plasticity of cement and production of beverages (responsible for its bitter taste). Tannins are anti-inflammatory, are used in treating diarrhea, oral cavity lesions and as a hemostat. The downside of consuming tannins is that its capability to bind proteins results in the organism being incapable to efficiently absorb iron. During this study, the tannin contents in light and dark beers were determined using the method of titrimetry. The concentration of tannins was 17,1 times greater in dark beer compared to light beer.

**Keywords:** beer, tannins, titrimetry.

# VEIKSNIAI, TURINTYS ĮTAKOS PIRKTI GYVŪNŲ ĖDALĄ INTERNETU IR NE INTERNETU

**Valerija Pileckaja, Rasa Miakinkovienė**

*Vilniaus kolegija, Agrotechnologijų fakultetas*

**Anotacija.** Pasauliniam kompiuterių tinklui pasiekus plačiąją visuomenę, pradėta internetą naudoti komerciniais tikslais. Elektroninė prekyba pasaulyje atsirado 1995 metais ir XXI amžiuje stipriai išpopuliarėjo. Produktų pirkimas internetu turi daug privalumų: paprastas mokėjimo būdas, nuolaidos, pinigų gražinimo pasiūlymai, laiko taupymas. Gyvūnų šeiminių apsipirkimo įpročiai Lietuvoje nebuvo tirti, todėl ši tema yra aktuali. Tyrimo tikslas buvo įvertinti veiksnius, skatinančius savo augintiniams ėdalą pirkti internetu arba gyvai.

**Raktiniai žodžiai.** *Gyvūnų ėdalas, apsipirkimas internetu, apsipirkimas fizinėse parduotuvėse, privalumai, trūkumai.*

**Įvadas.** Pasak Azad ir kt. (2019) inovacijų plėtra suteikia dideles galimybes prekybininkui pasiekti klientą daug greičiau, paprasčiau ir finansiškai naudingiau. Šiais laikais apsipirkimas internetu yra itin greitas ir paprastas, nes dauguma žmonių yra labai užsiėmę savo asmeniniu ir profesiniu gyvenimu. Pasak Pandeya ir Parmarb (2019), požiūrį į apsipirkimą internetu ir ketinimą apsipirkti internetu veikia ne tik naudojimo paprastumas, naudingumas ir malonumas, bet ir tokie egzogeniniai veiksniai kaip: produkto charakteristikos, ankstesnė apsipirkimo internetu patirtis ir pasitikėjimas apsipirkimu internetu. Finansinis sandorių saugumas, patogumas ir svetainės dizainas yra svarbiausi veiksniai, darantys įtaką e. pasitenkinimui.

Azad ir kt. (2019) teigia, kad yra daug privalumų pirkti produktus ne internetu, pavyzdžiui, derybos, pirkdamas ne internetu klientas gali fiziškai derėtis dėl kainos, nuolaidų pasiūlymų, o tai neįmanoma perkant internetu, nes prekių ir paslaugų kaina yra fiksuota. Galimybė apžiūrėti ir paliesti produktą, įvertinti jo kokybę. Taupomas laikas: nereikia laukti paslaugų ar produktų, kuriuos perkate, tačiau sugaištama daugiau laiko važinėjant po fizines prekybos vietas.

V. Mathur (2022) savo straipsnyje lygina apsipirkimo internetu ir fizinėse parduotuvėse privalumus ir trūkumus. Perkant internetu nėra jokių laiko apribojimų, tai galima daryti visą parą. Perkant ne internetu parduotuvė gali būti atidaryta ne visą laiką, nėra prieinama 24 valandas per parą. Mokėjimo būdas: galima mokėti bet koku mokėjimo būdu, pavyzdžiui, naudojant grynuosius pinigus, kredito ar debeto kortelę, „Google Pay“, panašūs mokėjimo būdai prieinami ir apsiperkant ne internetu. Fizinė sąveika: perkant internetu nėra fizinio bendravimo, daiktai tiesiog matomi virtualiai. Perkant ne internetu yra fizinis kontaktas. Turite galimybę įvertinti daikto kokybę. Pristatymo mokestis: kai apsiperkate internetu, gali būti taikomas pristatymo mokestis. Už pristatymą perkant ne internetu mokėti nereikia. Transporto išlaidos: apsiperkant internetu prekės yra pristatomos į namus, jų nereikia parsivežti. Perkant ne internetu prekes reikia parsivežti pačiam.

Remiantis Lietuvos statistikos departamento 2023 metų duomenimis, Lietuvos gyventojų apsipirkimo įpročiai priklauso nuo jų amžiaus ir gebėjimo naudotis informacinėmis technologijomis. Per paskutinius 5 metus pirkimas internetu augo visose amžiaus grupėse (16–74 m.). Daugiausia internetinėmis paslaugomis naudojosi 16–44 metų asmenys. 45 m. ir vyresni asmenys internetinėmis paslaugomis atitinkamai naudojosi rečiau, mažiausiai internetinėmis paslaugomis naudojosi asmenys, priklausantys 65–74 metų amžiaus grupei. Apsipirkimas internetu ypač išaugo esant karantinui (8–10 proc.), po karantino sumažėjo tik 1–2 proc., o nuo 2023 m. vėl augo. Remiantis šiais duomenimis galima daryti išvadą, kad apsipirkimas internetu tampa paklausesnis už prekių įsigijimą fizinėse parduotuvėse.

## **Tyrimo metodika.**

Tyrimo problema. Inovacijų plėtra suteikia galimybę daugelį prekių įsigyti neišeinant iš namų. Yra atlikta nemažai tyrimų apie apsipirkimo internetu bei fizinėse parduotuvėse privalumus ir trūkumus. Tačiau Lietuvoje nėra atliktų tyrimų, kurie parodytų, kokie veiksniai

lemia gyvūnų šeiminių pasirinkimą, kur pirkti ėdalą savo augintiniams – internetu ar fiziniuose parduotuvėse.

Tyrimo tikslas – išanalizuoti, kokie veiksniai skatina žmones pirkti gyvūnų ėdalą internetu, o kokie ne internetu. Apklausa buvo vykdoma nuotoliniu būdu. Tyrimo autorės sukurta anketa buvo paskelbta interneto puslapyje „ManoApklausa.lt“. Tyrime dalyvavo 138 respondentai nuo 16 metų, gyvenantys Vilniaus mieste ir turintys augintinį.

Tyrimo uždaviniai:

1. Sužinoti, kokie veiksniai labiausiai skatina žmones pirkti gyvūnų ėdalą internetu.
2. Ištirti, kokie veiksniai labiausiai skatina žmones pirkti gyvūnų ėdalą fiziniuose parduotuvėse.
3. Išsiaiškinti, kuris gyvūnų ėdalo pirkimo būdas populiariausias Lietuvoje.

Tyrimo imtis – 138 respondentai.

**Tyrimo rezultatų analizė.** Tyrimas buvo vykdomas 2024 m. balandžio 7–27 dienomis. Respondentai atrinkti pagal šiuos kriterijus: tyrime dalyvavo tik Vilniaus miesto gyventojai, turintys naminių gyvūnų, dalyvių amžius nuo 16 metų. Tyrimo imtį sudarė 138 respondentai. Visi tyrimo dalyviai buvo suskirstyti į 7 amžiaus grupes (žr. 1 lentelę).

1 lentelė. Respondentų pasiskirstymas pagal amžiaus grupes

Amžius	Respondentų skaičius	Respondentų skaičius proc.
16-24	51	37,0%
25-34	28	20,3%
35-44	19	13,8%
45-54	28	20,3%
55-64	10	7,2%
65-74	2	1,4%
75 ir daugiau	0	0,0%
Iš viso:	138	100,00%

Beveik du penktadaliai tyrime dalyvavusių respondentų priklauso 16–24 metų amžiaus grupei. Penktadalis respondentų priklauso 25–34 metų amžiaus grupei ir tiek pat respondentų priklauso 45–54 metų amžiaus grupei. Truputį daugiau nei dešimtadalis respondentų priklauso 35–44 metų amžiaus grupei. Mažiau nei dešimtadalis respondentų priklauso 55–64 metų amžiaus grupei. 65–74 metų amžiaus grupei priklausančių dalyvių buvo vos keli, 75 metų ir vyresni tyrime nedalyvavo. Remiantis Lietuvos statistikos departamento 2023 metų duomenimis, daugiausia interneto paslaugomis naudojosi 16–44 metų asmenys. Mažiausiai interneto paslaugomis naudojosi asmenys, priklausantys 65–74 metų amžiaus grupei.

Dauguma tyrime dalyvavusių respondentų buvo moterys (89 proc., n=123), tik dešimtadalis respondentų buvo vyrai (11 proc., n=15).

Po trečdalį respondentų yra įgiję vidurinę (39 proc., n=54) ir aukštąjį koleginių išsilavinimą (33 proc., n=46), penktadalis respondentų – aukštąjį universitetinį išsilavinimą (22 proc., n=30), mažiau nei dešimtadalis – pagrindinį išsilavinimą (6 proc., n=8).

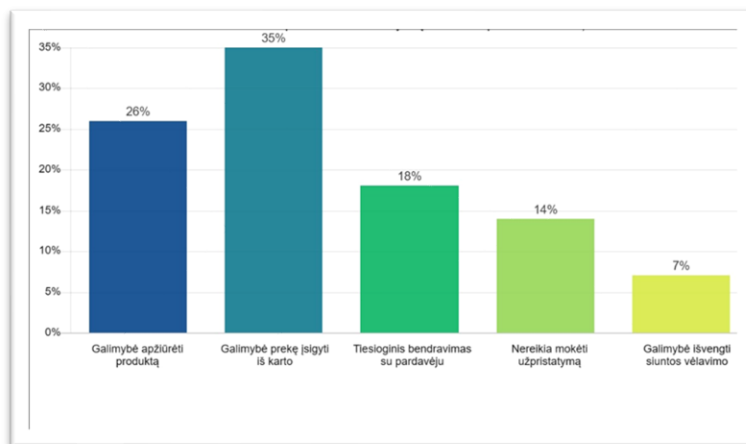
Daugiau nei pusė tyrime dalyvavusių respondentų yra dirbantys asmenys (58 proc., n=94), trečdalis – studentai (31 proc., n=50), beveik dešimtadalis – moksleiviai (8 proc., n=13), vos keli dalyviai bedarbiai (2 proc., n=3), mažiausiai tyrime dalyvavo pensininkų (1 proc., n=2).

Lietuvos statistikos departamento 2023 metų duomenimis, du trečdaliai 16–74 m. asmenų yra pirkę prekių arba užsisakę paslaugų internetu. Tyrime dalyvavusių respondentų buvo paklausta, kokių būdu jie dažniausiai perka gyvūnų ėdalą, šis tyrimas atskleidė, kad beveik keturi penktadaliai (78 proc., n=108) respondentų gyvūnų ėdalą perka fiziniuose parduotuvėse ir tik penktadalis (22 proc., n=30) internetu.

Keliuose panašiuose tyrimuose, kurie buvo atlikti Jungtinėse Amerikos Valstijose, nustatyta, kad veiksniai, tokie kaip kaina, ėdalo sudėtis ir kokybė, yra svarbiausi veiksniai, į kuriuos

atsižvelgia gyvūnų augintinių savininkai. Kituose tyrimuose buvo nustatyta, kad svarbiausias veiksnys renkantis ėdalą savo augintiniams yra jo sudėtis. Paaikškėjo, kad vartotojai renka pigesnę ėdalą gyvūnams, tačiau vertina natūralias ir ekologiškas sudedamąsias dalis (Schleicher at al, 2019). Tyrimo dalyvių buvo paprašyta nurodyti, kokios ėdalo savybės lemia jų apsisprendimą pirkti. Pirkdami gyvūnų ėdalą respondentai labiausiai atsižvelgia į ėdalo sudėtį, kainą, patikimumą ir prekės ženklą. Prekės dizainas, naujumas ir populiarumas beveik neturi įtakos renkantis ėdalą.

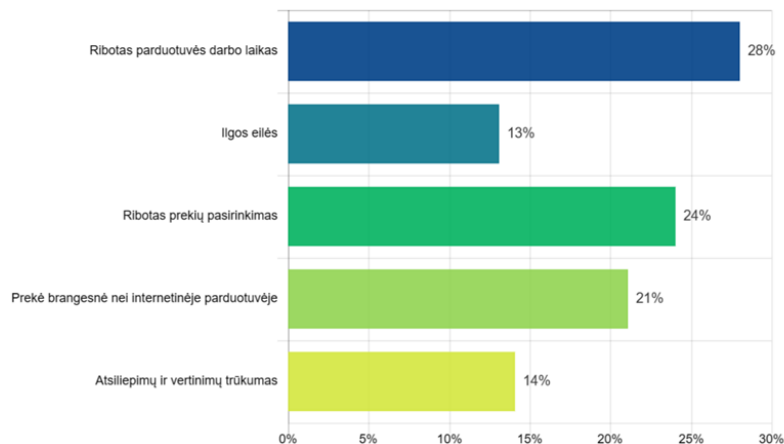
Azad ir kt. (2019) teigia, kad yra daug privalumų pirkti produktus ne internetu, pavyzdžiui, bendravimas su pardavėju, galimybė apžiūrėti prekę, užduoti rūpimus klausimus ir iš karto gauti atsakymus. Tyrimo dalyvių, kurie gyvūnų ėdalą perka fizinėse parduotuvėse, buvo paprašyta nurodyti veiksnius, lemiančius jų pasirinkimą gyvūnų ėdalą pirkti fizinėse parduotuvėse (žr. 1 pav.).



1 pav. Veiksniai, lemiantys pasirinkimą gyvūnų ėdalą pirkti fizinėse parduotuvėse

Šiek tiek daugiau negu trečdalis respondentų (35 proc.) nurodė, kad jų pasirinkimą gyvūno ėdalą pirkti fizinėse parduotuvėse lėmė galimybė prekę įsigyti iš karto. Ketvirtadalis – galimybė apžiūrėti produktą, beveik penktadalis – tiesioginis bendravimas su pardavėju, daugiau negu dešimtadalis – nereikia mokėti už pristatymą. Mažiausią įtaką pasirinkimui pirkti fizinėje parduotuvėje turi galimybė išvengti siuntos vėlavimo, ją pasirinko mažiau negu dešimtadalis respondentų.

Respondentų buvo paprašyta nurodyti apsipirkimo fizinėse parduotuvėse trūkumus.



2 pav. Pagrindiniai apsipirkimo ne internetu trūkumai

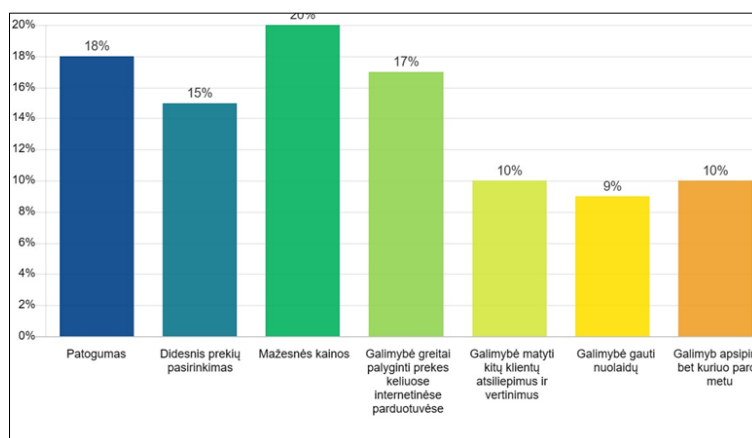
Tyrimo dalyvių nuomone, pagrindinis trūkumas perkant prekes ne internetu yra ribotas parduotuvės darbo laikas (28 proc. atsakymų). Beveik ketvirtadalis respondentų kaip trūkumą nurodė ribotą prekių pasirinkimą. Šiek tiek daugiau negu penktadalis mano, kad fizinėse



parduotuvėse prekės yra brangesnės nei internetinėje parduotuvėje. Truputį daugiau nei dešimtdalis respondentų kaip trūkumą nurodė atsiliepimų ir vertinimų trūkumą bei ilgas eiles.

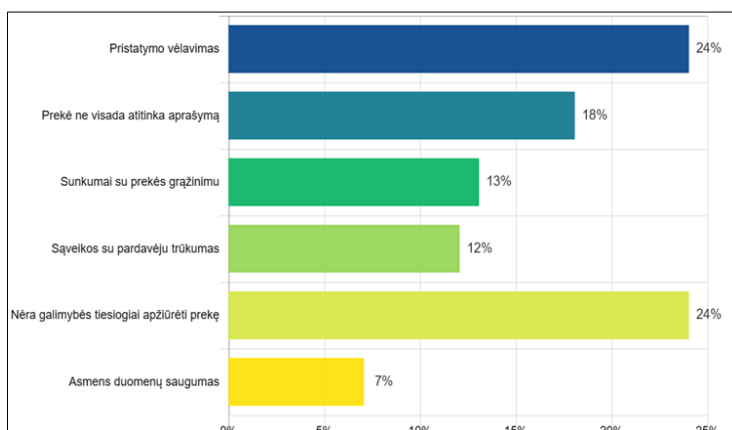
Palyginus su 2021 m. balandžio mėn. Kinijoje atliktos apklausos duomenimis, patogumas ir laiko trūkumas buvo svarbiausi veiksniai, dėl kurių respondentai pirko gyvūnų augintinių prekes internetu – tam pritarė apie 67 proc. apklaustųjų. E. prekybos platformų patikimumas taip pat buvo įvardytas kaip svarbus veiksnys, į kurį respondentai atsizvelgė pirkdami gyvūnų augintinių maistą internetu (Xin, 2021).

Tyrimas parodė, kad pagrindinis veiksnys, skatinantis pirkti gyvūnų ėdalą internetu, yra mažesnės kainos (žr. 3 pav.), taip mano penktadalis respondentų (20 proc.). Beveik tiek pat respondentų nurodė, kad jų apsisprendimą pirkti internetu lemia šie veiksniai: patogumas, galimybė greitai palyginti prekes keliose internetinėse parduotuvėse, didesnis prekių pasirinkimas. Mažiau svarbūs veiksniai renkantis apsipirkimą internetu yra galimybė matyti kitų klientų atsiliepimus ir vertinimus, galimybė apsipirkti bet kuriuo paros metu, galimybė gauti nuolaidų, juos pasirinko dešimtdalis respondentų.



3 pav. Veiksniai, lemiantys pasirinkimą gyvūnų ėdalą pirkti internetu Lietuvoje

Respondentų buvo paprašyta nurodyti apsipirkimo internetu trūkumus.

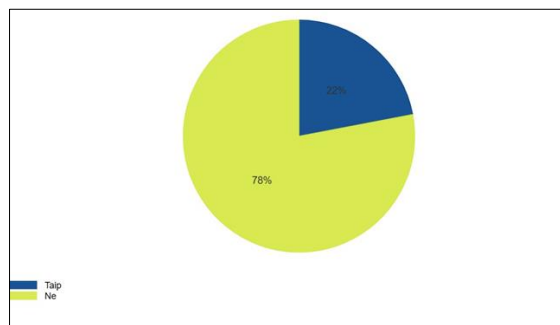


4 pav. Pagrindiniai apsipirkimo internetu trūkumai

Pagrindiniai apsipirkimo internetu trūkumai, respondentų nuomone, yra pristatymo vėlavimas ir nėra galimybės tiesiogiai apžiūrėti prekes, juos įvardijo po beveik ketvirtadalį respondentų. Beveik penktadalis mano, kad perkant internetu prekę ne visada atitinka savo aprašymą. Šiek tiek daugiau nei dešimtdalis respondentų kaip trūkumą nurodė sunkumus dėl

prekės grąžinimo bei sąveikos su pardavėju trūkumą. Mažiausias trūkumas pirkti gyvūnų ėdalą internetu, respondentų nuomone, yra asmens duomenų saugumas.

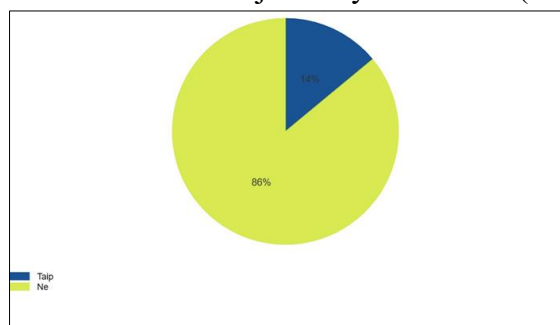
Inovacijų plėtra suteikia galimybę įsigyti prekes neišeinant iš namų, tai leidžia sutaupyti laiko, kuris yra labai svarbus šiuolaikinio žmogaus gyvenime (Azad at al, 2019). Respondentų buvo paklausta – ar rinksis gyvūnų ėdalą pirkti internetu, jei reikiama gyvūnų prekių parduotuvė yra šalia namų.



5 pav. Respondentų apsisprendimas, kur pirkti gyvūnų ėdalą, jeigu fizinė parduotuvė yra šalia namų

Didžioji dauguma respondentų, net keturi penktadaliai, nurodė, kad pirktų gyvūnų ėdalą fizinėje parduotuvėje, jeigu ši yra netoli namų. Penktadalis respondentų pirktų internetinėje parduotuvėje nepriklausomai nuo fizinės parduotuvės lokacijos.

Labai svarbu, kad apsipirkimas internetu pateisintų pirkėjo lūkesčius, nes neigiama apsipirkimo patirtis gali sukelti nepasitikėjimą internetinėmis parduotuvėmis. Yra didelė tikimybė, jog turėjęs neigiamos apsipirkimo patirties asmuo daugiau nebesinaudos internetinėmis parduotuvėmis arba naudosis jomis žymiai rečiau (Parmarb, 2019).



6 pav. Neigiama pirkimo internetu patirtis

Dauguma respondentų (86 proc.) neturėjo neigiamos patirties pirkdami internetu, tik šiek tiek daugiau negu dešimtadalis respondentų nurodė turėję neigiamą gyvūnų ėdalo pirkimo internetu patirtį.

**Išvados.** Gyvūnų ėdalą internetu labiausiai skatina pirkti šie veiksniai: patogumas, galimybė greitai palyginti prekes keliose internetinėse parduotuvėse, didesnis prekių pasirinkimas. Neigiama gyvūnų ėdalo pirkimo elektroninėse parduotuvėse patirtis nėra svarbi renkantis šį pirkimo būdą. Gyvūnų ėdalą pirkti fizinėse parduotuvėse labiausiai skatina šie veiksniai: galimybė prekę įsigyti iš karto, galimybė apžiūrėti produktą, tiesioginis bendravimas su pardavėju. Labai svarbi yra fizinės parduotuvės lokacija, dauguma gyvūnų savininkų renkasi pirkti gyvūnų ėdalą fizinėje parduotuvėje, jei ši yra šalia namų. Lietuvoje daugiau kaip pusė 16 metų ir vyresnių gyventojų prekes ir paslaugas perka internetu, šis apsipirkimo būdas nėra populiarus perkant gyvūnų ėdalą. Šis tyrimas atskleidė, kad nepaisant tam tikrų trūkumų, tokių kaip ribotas parduotuvės darbo laikas, ribotas prekių pasirinkimas, prekė brangesnė nei internetinėje parduotuvėje, dauguma gyvūnų savininkų ėdalą perka fizinėse parduotuvėse.

## LITERATŪRA

1. Azad S., Meraj, Q. F., & Dr. Gupta R. C. (2019). Factors Influencing Online And Offline Shopping: A Case Study Of Srinagar City In Jammu & Kashmir. *International Journal of Management, IT & Engineering*. [https://www.researchgate.net/publication/333532602\\_Factors\\_Influencing\\_Online\\_And\\_Offline\\_Shopping\\_A\\_Case\\_Study\\_Of\\_Srinagar\\_City\\_In\\_Jammu\\_Kashmir](https://www.researchgate.net/publication/333532602_Factors_Influencing_Online_And_Offline_Shopping_A_Case_Study_Of_Srinagar_City_In_Jammu_Kashmir).
2. Doherty, N.F. & Ellis-Chadwick, F. (2010), "Internet retailing: the past, the present and the future", *International Journal of Retail & Distribution Management*, Vol. 38 No. 11/12, pp. 943-965. <https://doi.org/10.1108/09590551011086000>.
3. Lietuvos statistikos departamentas (2023). Asmenys, pirkę ar užsakę prekių ar paslaugų internetu. <https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?indicator=S4R001#/>.
4. Mathur, V. (2022). Online vs Offline Shopping. <https://www.analyticssteps.com/blogs/online-vs-offline-shopping>.
5. Pandey A., & Parmar J. (2019). Factors Affecting Consumer's Online Shopping Buying Behavior. Proceedings of 10th International Conference on Digital Strategies for Organizational Success. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3308689](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3308689).
6. Schleicher M., Cash S. B., & Freeman L. M. (2019). Determinants of pet food purchasing decisions. *The Canadian Veterinary Journal*. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6515811/#b3-cvj\\_06\\_644](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6515811/#b3-cvj_06_644).
7. Xin, O. (2021). Leading reasons for pet owners purchasing pet food on the internet in China as of April 2021. <https://www.statista.com/statistics/1251533/china-major-criteria-for-buying-pet-food-online/>.

## FACTORS INFLUENCING ONLINE AND OFFLINE PURCHASES OF PET FOOD

**Summary.** As the World Wide Web reached the general public, the Internet began to be used for commercial purposes. E-commerce emerged worldwide in 1995 and has grown significantly in the 21st century. Buying products online has many advantages, such as easy payment methods, discounts, money-back offers, easy returns. On the other hand, buying products online takes longer. Other researchers argue that there are many advantages to buying products offline, such as negotiation, the ability to see and touch the product, direct communication with the seller. The shopping habits of pet owners in Lithuania have not been studied, so this topic is relevant. The aim of the study - To analyse which factors encourage people to buy pet food online and which ones do not. Research methods used. The study was conducted remotely. The questionnaire created by the author of the study was placed on the website "ManoApklausa.lt". The survey was carried out among 138 respondents aged 16 and over, living in Vilnius and having a pet. The main drivers for buying pet food online are: convenience, the ability to quickly compare products across multiple online stores, and a wider choice of products. The negative experience of buying pet food in online stores is not a factor in the choice of this purchase method. The factors that are most likely to encourage the purchase of pet food in physical stores are: the possibility to buy the product immediately, the possibility to inspect the product, the direct communication with the salesperson. The location of the physical store is very important, with most pet owners choosing to buy pet food in a physical store if it is close to home. In Lithuania, more than half of the population aged 16 years and over buy goods and services online, which is not a popular way to shop for pet food. This study revealed that despite some disadvantages, such as limited store opening hours, limited choice of products, and the product being more expensive than in an online store, the majority of pet owners buy pet food in physical stores.

**Keywords.** *Pet food, online shopping, shopping in physical stores, advantages, disadvantages.*

# VISUOMENĖS SUVOKIMAS IR POŽIŪRIS Į SODININKYSTĘ TALPOSE

**Mindaugas Rutalė, Inga Jančiauskienė**

*Vilniaus kolegija, Agrotechnologijų fakultetas*

**Anotacija.** Sodų kūrimo praktika talpose populiarėja visame pasaulyje. Talpose kuriami sodai (vertikaliosios ir horizontaliosios sistemos), kaip aplinkos dizaino ir biologinės įvairovės didinimo priemonė, vietovėse, kur vyrauja mažo našumo dirvožemiai ar labai tankiai apgyvendintose teritorijose. Globalizacija, žiedinė ekonomika ir tvaraus vartojimo tendencijos keičia požiūrį į sodininkystę talpose – skatinama plėsti žaliąją infrastruktūrą, skatinti ekosistemines paslaugas – aprūpinimas maistu ir jo sauga, lietaus vandens valdymas, aplinkos oro temperatūros ir kokybės gerinimas, biologinės įvairovės didinimas ir palaikymas. Aplinkosauginis švietimas, pakartotinis medžiagų naudojimas perteikia kultūrinę ir estetinę funkcijas. Apibendrinant galima teigti, kad talpų želdinimas ir tinkamos koncepcijos pasirinkimas teikia daug tiesioginės ir netiesioginės naudos miestų gyventojams. Nepaisant populiarumo sodininkystė talpose nėra vertinama kaip rimta ekosistemų paslaugas teikianti priemonė. Požiūriui keisti reikalingas bendras mokslininkų, miestų valdžios ir miestų gyventojų darbas.

**Raktiniai žodžiai:** *žalioji infrastruktūra, miesto želdiniai, miesto sodininkystė, biologinė įvairovė, sodininkystė talpose.*

**Įvadas.** Spartus visuomenės vystymasis, IT ir pramonės pažanga keičia požiūrį į supančią aplinką ir jos naudojimą. Šiandieniniai miestai ir jų plėtra neįsivaizduojami be žaliųjų zonų. Globalizacija, žiedinė ekonomika ir tvaraus vartojimo problemos verčia ieškoti naujų, pažangių ir aplinkai draugiškų sprendimų gerinant žmogaus ir gamtos santykį. Moksliniai tyrimai rodo, kad žaliosios zonos, kaip viena iš ekosistemų paslaugų, gerina ne tik estetinį vaizdą, tačiau turi reikšmingą teigiamą poveikį visuomenės sveikatai (Zhang, Dempsey, Cameron, 2023). Netiesioginis ir tiesioginis kontaktas su augalais, juos prižiūrint, didina žmonių savivertę ir savigarbą, gerina bendravimo ir socialinius įgūdžius bei skatina savarankiškumą (Zawadzinska, Salachna, 2019). Ne ką mažiau svarbu už visuomenės sveikatą yra biologinės įvairovės palaikymas miestuose. Ekologų ir biologinės įvairovės mokslininkų atliekami tyrimai rodo, kad sodai tiek talpose, tiek atviraime grunte, reikšmingai didina vietinės biologinės įvairovės kiekybinę ir kokybinę sudėtį (Gavrilidis, Niță, Onose, Badiu, Năstase, 2019). Esamos biologinės įvairovės išsaugojimas ir gausinimas yra svarbi ir labai aktuali ekologijos ir aplinkosaugos problema. Vietovėse, kuriose nėra tinkamų sąlygų atkurti ar sukurti tinkamas sąlygas vystyti ekosistemai, vienu iš sprendimo būdų tampa augalų auginimas talpose (Nagase, Lundholm, 2021). Racionalus ir atsakingas išteklių ir resursų naudojimas gali prisidėti ne tik prie biologinės įvairovės palaikymo, tačiau turi reikšmės kuriant trumpąsias maisto grandines. Todėl vieną iš kaip svarbiausių ekosistemų paslaugų, galima įvardinti maistui tinkamų augalų auginimą talpose ir maisto saugą (Taib, Prihatmanti, 2018). Maisto gamybai naudojamų augalų auginimas talpose vertikaliuoju ir / ar horizontaliuoju būdu reikšmingai prisideda prie tvaraus vandens, dirvožemio ir energijos naudojimo (Falla, Contu, Demasi, Caser & Scariot, 2020). Vietovėse, kuriose pasireiškia aktyvūs klimato kaitos požymiai, stichinės nelaimės, sodų kūrimas talpose gali prisidėti mažinant skurdą, badą bei stichinių nelaimių padarinius.

Įvertinant žaliųjų erdvių naudą, sodininkystė talpose tebėra menkai vertinama praktika plėsti miesto ar asmeninės aplinkos žaliąją aplinką. Todėl būtina ir toliau šviesti ir edukuoti visuomenę apie sodų talpose ekologinę ir aplinkosauginę vertę, mokymo(si) objektą inžinerijos ir technologijų mokslo sritims.

**Tyrimo tikslas** – įvertinti Lietuvos gyventojų patirtį, žinias ir požiūrį į sodininkystę talpose.

**Uždaviniai:**

1. Išanalizuoti veiksniai, kurie skatina užsiimti sodininkyste talpose;
2. Nustatyti, kokius augalus dažniausiai respondentai renkasi sodinti talpose;
3. Išsiaiškinti, kokius informacijos šaltinius apie augalų auginimą ir priežiūrą renkasi respondentai.

**Tyrimo rezultatų analizė.** Tyrimas atliktas nuo 2023-11-01 iki 2023-12-01. Tyrimo klausimyną sudarė keturios struktūrizuotos dalys. Pirmoje dalyje klausimai buvo skirti nustatyti demografinius respondentų rodiklius (amžių, lytį, gyvenamąją aplinką bei augalų pomėgį). Antra dalis klausimų buvo skirta išsiaiškinti respondentų sodininkystės patirtį (mėgstamiausi ir dažniausiai auginami augalai, veiksniai, lemiantys augalų pasirinkimą, papildomų įrenginių naudojimas talpose). Trečia dalis klausimų buvo skirta nustatyti pagrindinius informacijos šaltinius, kurie svarbūs užsiimant sodininkyste talpose. Ketvirta klausimų dalis sukurta siekiant išanalizuoti veiksniai, lemiančius talpų augalams pasirinkimą, medžiagiškumą, jų funkciją aplinkoje. Tyrimas vykdytas kviečiant respondentus atsakyti į anketos klausimus skaitmenine forma.

Tyrimo dalyvavo 342 atsitiktine tvarka kviešti respondentai. Daugumos respondentų amžius svyruoja nuo 18 iki 24 metų (N=119, 34,79%), dauguma gyvena mieste (N=234, 68,42%). Tyrimo kontingento daugumą sudarė moterys (N=290, 84,79%), kurios domisi augalais (N=156, 45,61%). Išsamūs duomenys apie tyrimo respondentų demografinę sudėtį pateikti 1 lentelėje.

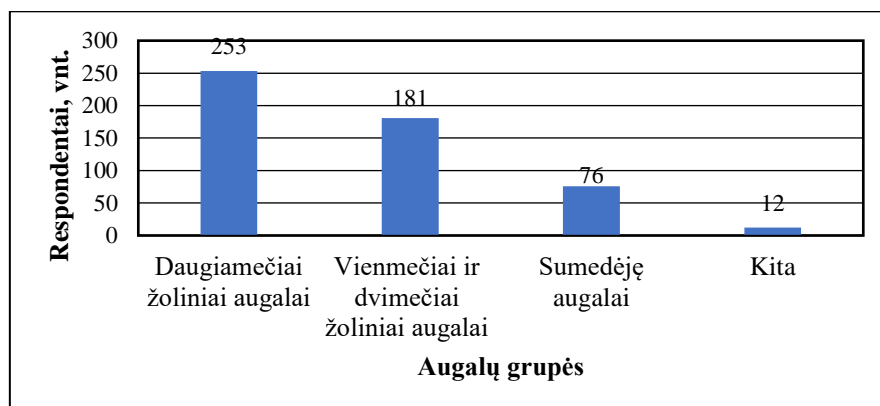
1 lentelė. Tyrimo kontingento sociodemografiniai rodikliai

Kriterijus	N	%
<i>Amžius</i>		
18–24	119	34,79
25–34	50	14,61
35–44	79	23,09
45–54	59	17,25
55–64	25	7,30
65 ir daugiau	10	2,92
<i>Lytis</i>		
Moteris	290	84,79
Vyras	47	13,74
Nenoriui nurodyti	5	1,46
<i>Gyvenamoji aplinka</i>		
Miestas	234	68,42
Priemiestis	55	16,08
Kaimas	46	13,45
Kita (vienkiemis, miestelis)	7	2,04
<i>Augalų pomėgis</i>		
Labai mėgstu	140	40,93
Mėgstu	156	45,61
Neturiu nuomonės	32	9,35
Nelabai mėgstu	13	3,80
Nemėgstu	1	0,29

Analizuojant tyrimo duomenis apie auginamus augalus pagal augimo tipą (žoliniai vienmečiai ir dvimečiai augalai, žoliniai daugiamečiai augalai, medžiai, krūmai ir lianos bei kt.), statistiškai reikšmingas skirtumas nustatytas ( $p < 0,05$ ) tarp vienmečių augalų ir kitų, vienmečių augalų ir medžių, krūmų, lianų. Taip pat statistiškai reikšmingas skirtumas nustatytas tarp daugiamečių augalų ir kitų augalų, daugiamečių augalų ir medžių, krūmų, lianų. Statistiškai reikšmingas skirtumas, renkantis daugiamečius ar vienmečius žolinius augalus, nustatytas. 1 paveiksle pateikta detali augalų grupių pasirinkimo statistika.

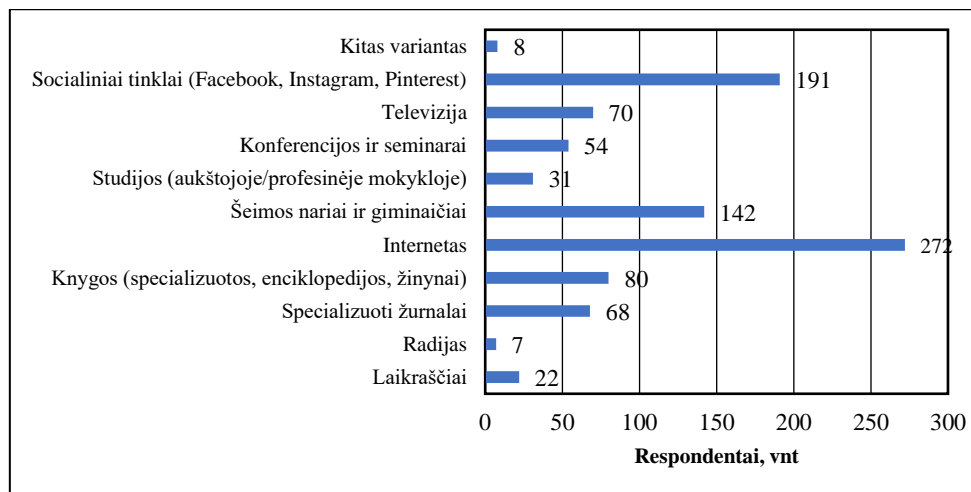
Rinkdamiesi konkrečius augalus, respondentai nurodė, kad kaip maistinius, vaistinius, prieskoninius (aromatinius) augina šiuos augalus: valgomąjį pomidorą (*Lycopersicon esculentum* Mill.), pipirmėtę (*Mentha x piperita* L.), kvapųjį mairūną (*Majorana hortensis* Moench.), blakinę kalendrą (*Coriandrum sativum* L.), valgomąjį svogūną (*Allium cepa* L.), daržinę braškę (*Fragaria x ananassa* (Deuchesne) Deuchesne), paprastąją spanguolę (*Oxycoccus alustris* Pers.), kvapųjį baziliką (*Ocimum basilicum* L.), saldžiąją papriką (*Capsicum annuum* L.), paprastąjį agurką (*Cucumis savitus* L.).

Remiantis respondentų patirtimi, dažniausiai talpose renkamas auginti kalvinę pušį (*Pinus mugo* Turra), baltąją eglę 'Conica' veislės (*Picea glauca* 'Conica'), didžialapę hortenziją (*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.), įvairių veislių vakarinę tują (*Thuja occidentalis* L.), plaštakinį klevą (*Acer palmatum* Thunb), Tiunbergo raugerškį (*Berberis thunbergii* DC.).



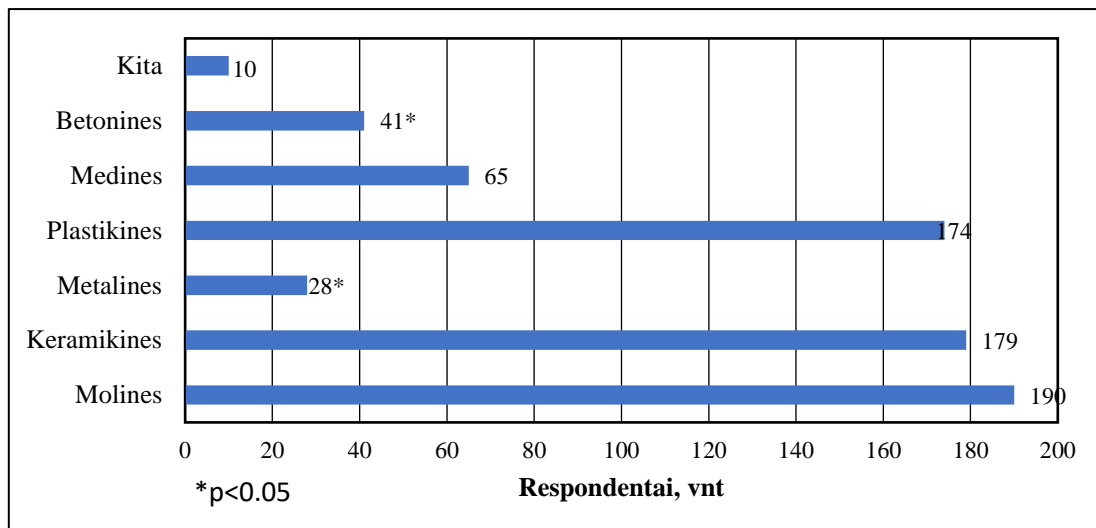
1 pav. Augalų grupių pasirinkimas auginti talpose

Tyrimo respondentai kaip informacijos šaltinius apie augalų auginimą ir priežiūrą talpose nurodė: socialinius tinklus (*Facebook* specializuoti puslapiai ir grupės, *Instagram* turinio kūrėjai,  $p < 0,05$ ,  $n = 91$ ) ir interneto puslapius ((Blog'ai ir žinių tinklalapiai) ( $N=272$ )). Rečiausiai naudojamas informacijos šaltinis – radijas ( $N=7$ ). 8 respondentai nurodė, kad informacijos apie augalų auginimą ir priežiūrą neieško, yra linkę eksperimentuoti ir sukaupti asmeninę patirtį ir pateikė tokius atsakymo variantus: „Dizainų neieškau, renkuosi, ką pamatau parduotuvėse“, „Pataria kolegos“, „Vidinė intuicija“ ir pan. Detali informacijos šaltinių statistika pateikta 3 paveiksle.



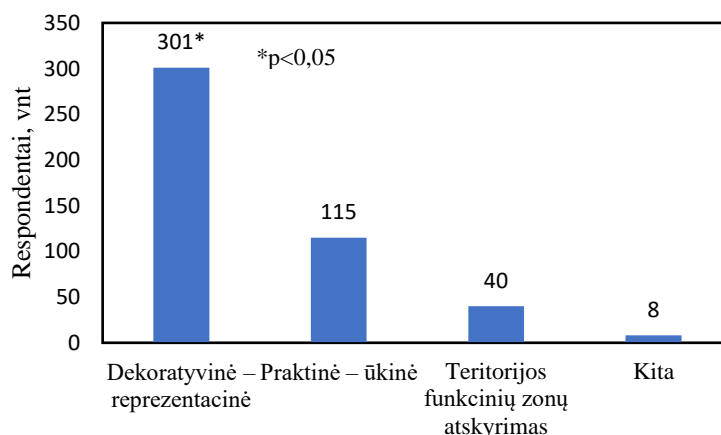
3 pav. Augalų auginimo ir priežiūros informacijos šaltiniai

Populiariausia ir dažniausiai ( $N=190$ ) pasirenkama talpa augalų sodinimui yra degto molio talpos (vazonai, loveliai). Kiek rečiau ( $N=179$ ) pasirenkamos keraminės talpos, kurios yra gerokai dekoratyvesnės negu degto molio talpos. Statistiškai reikšmingai rečiau yra pasirenkamos metalinės ir betoninės talpos. Džiugina tai, kad didėja visuomenės sąmoningumas ir probleminis požiūris į aplinkos taršą plastikumu ir šios talpos nėra pačios populiariausios. „Kita“ atsakymų variantą pasirinkę respondentai pateikė šiuos atsakymus: „Pintos“, „Termovazonai“, „Iš esmės jokio skirtumo, vis tiek jas persodinu pagal save ir į savo vazonus“, „Turiu šiltus vazonus, jie pagaminti iš EPP (polipropileno)“, „Akmens“ ir kt. Detali talpų pasirinkimo medžiagiškumo statistika pateikta 4 paveiksle.



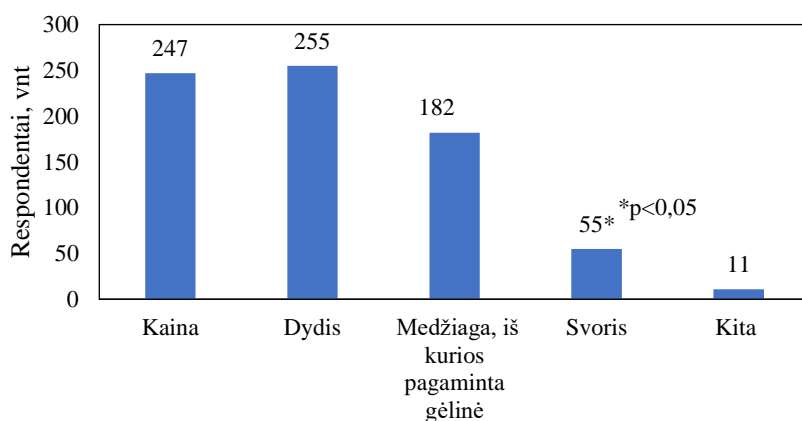
4 pav. Talpų medžiagiškumas ir jų pasirinkimas augalams auginti

Dauguma tyrimo respondentų (N=301) nurodė, kad gėlinės jų aplinkoje atlieka dekoratyvinę reprezentacinę funkciją. Ši gėlinių funkcija statistiškai reikšmingai skyrėsi nuo kitų gėlinių funkcijų. Respondentų paprašius nurodyti savo atsakymo variantą, kokią funkciją atlieka jų aplinkoje gėlinės, gauti tokie atsakymai: „Gamtinių buveinių su augalais susijusiems gyvūnams sukūrimas“, „Naudingų vabzdžių pritraukimui į sodą / daržą“, „Auginimo įdomumas“, „Dėl įvairovės“, „Mano gėlinės balkone – turi būti gražu – estetiška ir naudinga“ ir pan. 5 paveiksle pateikiama detali respondentų nuomonė apie tai, kokią funkciją jų aplinkoje atlieka talpos.



5 pav. Talpų praktinė funkcija respondentų aplinkoje

Analizuojant veiksnius, kurie lemia renkantis gėlines, lyderiauja dydžio ir kainos kriterijai. Rečiau atsižvelgiama į medžiagą, iš kurios pagaminta gėlinė. Nustatytas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp gėlinės svorio ir gėlinės medžiagos, jos dydžio ir kainos. Respondentai, pasirinkę įrašyti savo atsakymus, pateikė šiuos variantus: „Nelepumas“, „Mažai priežiūros“, „Dizainas“, „Ekologiškumas“, „Gėlinės geometrinė forma“, „Spalva“, „Estetinė išvaizda“ ir pan. Detali respondentų atsakymų statistika, nurodanti veiksnius, kurie svarbūs renkantis gėlines, pateikti 6 paveiksle.



6 pav. Veiksniai, lemiantys gėlinių pasirinkimą

Apibendrinant galima teigti, kad sodininkystė talpose yra populiarus ekosistemų paslauga tarp respondentų. Tyrimo respondentų požiūris į sodininkystę yra holistinis, todėl galima išvelgti globalų poveikį aplinkoje vykstantiems procesams.

Nepaisant teigiamų rezultatų, būtinas tolesnis visuomenės švietimas sodininkystės talpose tema, taip labai svarbus atitinkamų sričių mokslininkų ir vietos valdžios įsitraukimas į vykstantį ekosistemų paslaugų plėtojimą miestuose.

#### Išvados:

1. Atskleista respondentų nuomonė dėl sodininkystės talpose, galima užsiauginti maistui tinkamų augalų, atskirti funkcines namų aplinkos zonas ir jas dekoruoti;
2. Nustatyta, kad dažniausiai respondentų gėlinėse auginami daugiamečiai žoliniai augalai (N=253), gerokai rečiau – sumedėję augalai (N=76);
3. Išsiaiškinta, kad dažniausiai informacijos apie augalų auginimą ir priežiūrą ieškoma internete (N=272), rečiausiai išgirstama per radiją (N=7).

### LITERATŪRA

1. Zhang, L., Dempsey, N., & Cameron, R. (2023). Flowers–Sunshine for the soul! How does floral colour influence preference, feelings of relaxation and positive up-lift?. *Urban Forestry & Urban Greening*, 79, 127795.
2. Zawadzinska, A., & Salachna, P. (2019). Horticultural therapy in the landscape architecture: Therapeutic garden. *World Scientific News*, (132), 300-307.
3. Gavriliadis, A. A., Niță, M. R., Onose, D. A., Badiu, D. L., & Năstase, I. I. (2019). Methodological framework for urban sprawl control through sustainable planning of urban green infrastructure. *Ecological indicators*, 96, 67-78.
4. Nagase, A., & Lundholm, J. (2021). Container gardens: Possibilities and challenges for environmental and social benefits in cities. *J. Living Archit.*, 8(2), 1-19.
5. Taib, N., & Prihatmanti, R. (2018). Optimising balcony for green spaces: Application of edible biofaçade on urban high-rise setting. *Planning Malaysia*, 16.
6. Falla, N. M., Contu, S., Demasi, S., Caser, M., & Scariot, V. (2020). Environmental impact of edible flower production: A case study. *Agronomy*, 10(4), 579.

### PUBLIC PERCEPTION AND ATTITUDES TOWARDS CONTAINER GARDENING

**Summary.** The practice of creating gardens in containers is popular worldwide. Container gardens (vertical and horizontal systems) as a means of environmental design and biodiversity enhancement are particularly common in areas lacking suitable soils or in highly populated areas. Globalisation, the circular economy and sustainable consumption trends are changing the approach to container gardening by encouraging the development of green infrastructure, promoting ecosystem services such as food security and safety, rainwater management, improving ambient air temperature and quality, and increasing and maintaining biodiversity. Environmental education and the use of substitute materials convey cultural and aesthetic functions. In summary, the use of amenity planting and the choice of an appropriate design provides many direct and indirect benefits to urban dwellers. Despite its popularity, container gardening is not seen as a serious ecosystem service provider. A change in attitudes requires a joint effort between scientists, city governments and urban residents.

**Keywords:** green infrastructure, urban green spaces, urban horticulture, biodiversity, container gardening.



# Z KARTOS KLIENTŲ ELGSENOS YPATUMAI UŽSAKANT MAISTĄ PER IŠVEŽIOJIMO PLATFORMAS

**Gabrielė Barštanaitė, Toma Aniulytė, Rasa Miakinkovienė**

*Vilniaus kolegija, Agrotechnologijų fakultetas*

**Anotacija.** Šiame tyrime pateikiama analizė, pagrįsta duomenimis, surinktais apklausos būdu, apklausiant Z kartos klientus, kurie naudojami arba nesinaudoja maisto pristatymo programėlėmis. Tyrimo tikslas – įvertinti veiksnius, darančius įtaką Z kartos klientų sprendimui užsisakyti maistą internetu. Tyrimo rezultatai parodė Z kartos atstovų orientaciją į kainą ir greitą pristatymą, kaip svarbiausius pasirinkimą lemiančius veiksnius, užsisakant maistą per maisto išvežiojimo platformas. Technologijų raida ir interneto plėtra sukūrė naują klientų kartą – Z kartos atstovai nemoka ir nenori gamintis maisto, prioritetą teikia greitam pristatymui.

**Raktiniai žodžiai:** *Z karta, maisto išvežiojimo platformos, klientų elgsena.*

**Įvadas.** Šiandien visuomenėje yra populiaru ir įprasta naudotis įvairiomis elektroninės prekybos svetainėmis – pradedant knygų pirkimu ir baigiant maisto užsakymu per maisto išvežiojimo platformas. Dažniausi elektroninės prekybos svetainių vartotojai yra Z kartos atstovai, kurie ypač daug laiko praleidžia elektroninėje erdvėje. Z karta – tai demografinė grupė, kuri patraukė mokslininkų dėmesį dėl iš esmės skirtingų mąstymo, veiklos ir gyvenimo būdų. Z karta pirmiausia yra skaitmeninė karta, kuri daugiausiai ir savanoriškai dalyvauja įvairiose internetinėse programose (Stylos et al., 2021). Todėl kuriant naują el. svetainę svarbu, kad ji būtų aukštos kokybės, užtikrintų klientų pasitenkinimą, lojalumą, pardavimų skaičiaus augimą. Sparčiai populiarėjančios maisto išvežiojimo platformos yra puikus tiriamasis objektas, siekiant įvertinti vartotojų įpročius ir veiksnius, turinčius įtakos maisto pasirinkimui. Atlikti tyrimai padeda geriau suprasti vartotojų elgesį maisto išvežiojimo platformų kontekste.

Maisto pristatymo platformos – internetinės arba mobiliosios paslaugos, jungiančios vartotojus su restoranais ar maisto įstaigomis, leidžiančios jiems užsisakyti maistą į namus (Osaili et al., 2023). Šios platformos pastaraisiais metais tapo vis populiareesnės. Maisto išvežiojimo platformos padarė didelę įtaką maisto pramonei, suteikdamos vartotojams patogią prieigą ir galimybę rinktis, kartu suteikdamos naujų iššūkių ir galimybių restoranams ir pristatymo paslaugų teikėjams (Su et al., 2022). Klientai vertina galimybę užsisakyti maistą patogiai iš namų ar darbo ir sutaupyti laiko. Tai ypač aktualu didmiesčiuose, kur eismas ir laiko stoka dažnai riboja galimybes lankytis restoranuose (Tandon et al., 2021).

Klientų elgsena daro reikšmingą įtaką tolesniam maisto pristatymo platformos gyvavimui. Maisto pristatymo platformos renka duomenis apie vartotojų elgseną, juos analizuoja siekdamos personalizuoti pasiūlymus, pagerinti paslaugų kokybę ir padidinti pardavimus. Restoranai gali naudoti šiuos duomenis savo rinkodaros strategijoms optimizuoti (Tuan et al., 2023). Klientų elgesio supratimas yra labai svarbus šių platformų rinkodaros specialistams, nes tai padeda jiems pritaikyti strategijas, kad jos atitiktų tikslinės auditorijos poreikius ir pageidavimus.

**Tyrimo tikslas** – išsiaiškinti, kokie veiksniai lemia Z kartos atstovų elgseną renkantis maisto išvežiojimo platformas arba ėjimą į kavines ir / ar restoranus.

**Tyrimo uždaviniai:**

1. Nustatyti Z kartos klientų maisto išvežiojimo platformų pasirinkimą lemiančius veiksnius ir jų svarbą.

2. Išsiaiškinti populiarėjančių maisto išvežiojimo platformų rinkimosi priežastis.

3. Įvertinti Z kartos lūkesčius naudojantis maisto išvežiojimo platformomis.

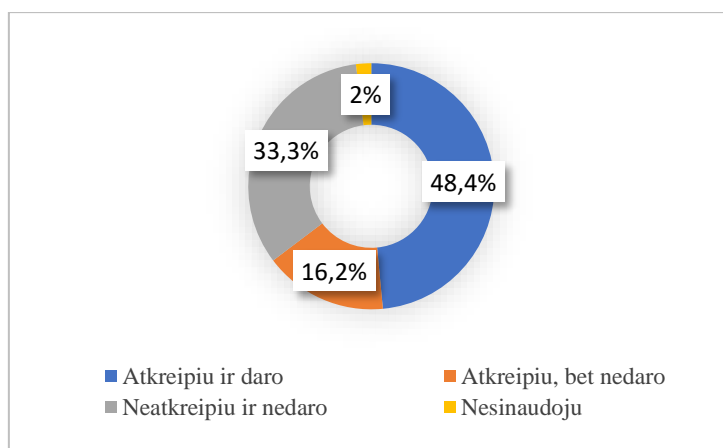
**Tyrimo rezultatų apibendrinimas.** Tyrimo metodai: literatūros šaltinių analizė, apklausa (N=100).

Klausymą sudarė 12 klausimų, kuriais siekiama suprasti Z kartos klientų elgsenos ypatumus ir lūkesčius dėl maisto į namus ar kitas patalpas pristatymo. Apklausa buvo vykdoma 2024 m. balandžio–gegužės mėnesiais.

Apklausos respondentai: 71 proc. studentų, 34 proc. dirbančių žmonių ir 13 proc. moksleivių. Analizuojant Z kartos klientų elgsenos ypatumus užsakant maistą nustatyta, kad net 89 proc. respondentų, dalyvavusių apklausoje, naudojami maisto išvežiojimo programėlėmis. Gauti duomenys rodo, kad ši karta aktyviai naudojami šiuolaikinėmis technologijomis ir skaitmeninėmis platformomis, siekdama palengvinti kasdienę rutiną,

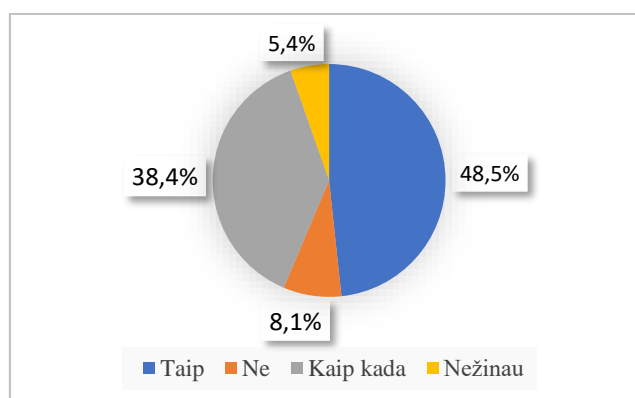
įskaitant maisto užsakymą. Atsakydami į klausimą, kokiomis maisto išvežiojimo programėlėmis naudojasi, dauguma respondentų išskyrė porą populiariausių platformų – didžiausia dalis apklaustųjų naudoja „Wolt“ (84 proc.) ir „Bolt food“ (80 proc.) programėles.

Respondentų teirautasi, ar jie atkreipia dėmesį į klientų paliktus atsiliepimus maisto išvežiojimo platformose ir ar tai daro įtaką jų sprendimui (1 pav.). Tyrimas parodė, kad 48 proc. respondentų atkreipia dėmesį į paliktus atsiliepimus ir tai daro įtaką jų sprendimui, 33 proc. atsakė, kad atkreipia dėmesį, bet įtakos apsisprendimui tai nedaro, o likę 16 proc. apklausos dalyvių teigia, kad dėmesio nekreipia ir jų apsisprendimui įtakos atsiliepimai nedaro. Tai rodo, kad Z kartos klientams kitų vartotojų atsiliepimai gali būti vienas iš pagrindinių veiksnių, renkantis maisto išvežiojimo platformas.



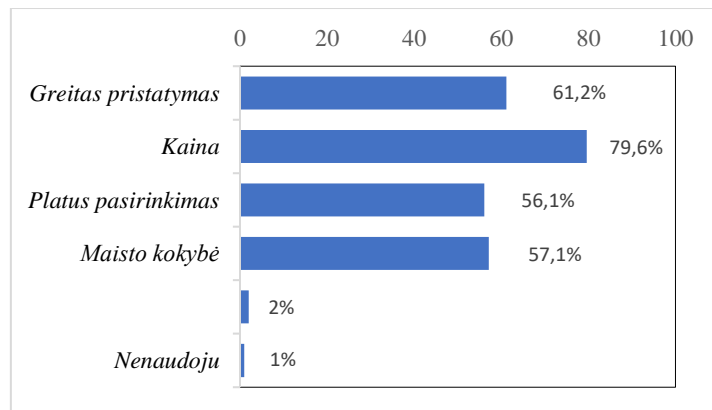
1 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal atsakymus į klausimą „Ar atkreipiate dėmesį į maisto išvežiojimo platformoje paliktus atsiliepimus? Ar tai daro įtaką jūsų sprendimui?“, proc.

Į klausimą, ar nuolaidos maisto pristatymui skatina jus dažniau naudotis maisto išvežiojimo platformų paslaugomis (2 pav.), didžioji dalis respondentų – net 49 proc. – atsakė teigiamai, 38 proc. atsakė „kai kada“ ir tik 8 proc. apklaustųjų atsakė neigiamai. Beveik pusė respondentų aiškiai nurodo, kad nuolaidos daro įtaką jų sprendimams, tad akivaizdu, jog Z kartos klientai vertina galimybę sutaupyti ir aktyviai ieško būdų, kaip gauti geriausią vertę už savo pinigus.



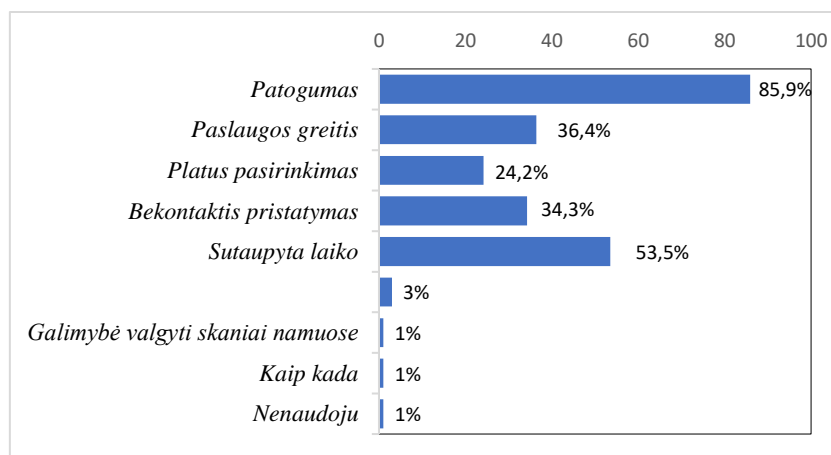
2 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal atsakymus į klausimą „Ar nuolaidos pristatymui skatina jus dažniau naudotis maisto išvežiojimo platformų paslaugomis?“, proc.

Kalbant apie veiksnius, kurie yra svarbiausi renkantis maisto išvežiojimo platformas (3 pav.), respondentai išskyrė keletą pagrindinių aspektų: kaina, greitas pristatymas, maisto kokybė ir platus pasirinkimas. Svarbu paminėti, kad net 80 proc. respondentų pasirinko kainą kaip vieną svarbiausių veiksnių renkantis maisto išvežiojimo platformą – kaip jau minėta ankstesniuose tyrimo rezultatuose, nuolaidos ir specialūs pasiūlymai stipriai veikia šios kartos sprendimus. Taip pat dauguma respondentų nurodė, kad pristatymo greitis yra svarbus veiksnys, tai rodo, kad Z karta vertina savo laiką ir siekia gauti paslaugas kuo greičiau.



3 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal atsakymus į klausimą „Kokie veiksniai jums yra svarbiausi renkantis maisto išvežiojimo platformas?“, proc.

Toliau analizuojant Z kartos klientų elgseną, buvo pateiktas klausimas: „Kokie veiksniai daro įtaką jūsų pasirinkimui užsakyti maistą per išvežiojimo platformas, o ne valgyti iš anksto pasirinktame restorane?“ (4 pav.). Rezultatai atskleidė, kad pagrindiniai veiksniai, darantys įtaką pasirinkimui, yra patogumas, laikas, paslaugos greitis ir bekontaktis pristatymas. Svarbu pabrėžti, kad daugumai apklaustųjų – net 86 proc. – patogumas yra svarbu užsisakant maistą per maisto išvežiojimo programėles. Tai leidžia Z kartos klientams mėgautis restorano kokybės maistu savo namų aplinkoje ir nesivarginti dėl kelionės ar rezervacijų. Taip pat 54 proc. respondentų yra svarbus sutaupyta laikas – tai ypač svarbu Z kartai, kuri gyvena greitu tempu ir siekia maksimaliai išnaudoti savo laiką.



4 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal atsakymus į klausimą „Kokie veiksniai daro įtaką jūsų pasirinkimui užsakyti maistą per išvežiojimo platformas, o ne valgyti iš anksto pasirinktame restorane?“, proc.

Keliuose tyrimuose (Vu, T.D., Nguyen, H.V., Vu, P.T., Tran, T.H.H., & Vu, V.H., Food Standarts Agency ir kt. ) buvo vertinami kliento elgsenai įtaką darantys veiksniai. Šie tyrimai rodo, jog Z kartos atstovai menkai moka ir nori gaminti maistą. Keliuose atliktuose tyrimuose pažymima, kad Z kartos noras ir gebėjimas ruošti ir gaminti maistą, palyginti su kitomis amžiaus grupėmis, yra mažesni. Z kartos atstovai dažniausiai teigia, kad neturi laiko ruošti ir gaminti maistą, o mažiausiai linkę sakyti, kad gamina maistą sau ir kitiems kartą per dieną, ir mažiausiai linkę sakyti, kad mėgsta gaminti ar ruošti maistą. Z kartos atstovai dažniausiai maistą vartoja ne namuose. Valgymas lauke, maistas išsinešti ir greitas maistas yra įprasti Z kartos atstovų mitybos įpročiai. Kaina Z kartai yra svarbesnis veiksnys, palyginti su vyresnių amžiaus grupių atstovais.

#### Išvados:

1. Tyrimo rezultatai parodė Z kartos atstovų orientaciją į kainą ir greitą pristatymą, kaip svarbiausius pasirinkimą lemiančius veiksnius, užsisakant maistą per maisto išvežiojimo

platformas. Technologijų raida ir interneto plėtra sukūrė naują klientų kartą – Z kartos atstovai nemoka ir nenori gamintis maisto, prioritetą teikia pristatymui „čia ir dabar“.

2. Maisto pristatymo platformų atsiradimas keičia jaunimo vartojimo įpročius, o tyrimo rezultatais gali remtis maisto ir gėrimų tiekimo platformos, siekdamos didinti jomis besinaudojančiųjų skaičių.

## LITERATŪRA

1. Chakraborty, D., Kayal, G., & Mehta, P. (2022). *Consumers' usage of food delivery app: a theory of consumption values*. Journal of Hospitality Marketing & Management. DOI: [10.1080/19368623.2022.2024476](https://doi.org/10.1080/19368623.2022.2024476)
2. Vu, T.D., Nguyen, H.V., Vu, P.T., Tran, T.H.H., & Vu, V.H. (2023, September). *Gen Z Customers' Continuance Intention in Using Food Delivery Application in an Emerging Market: Empirical Evidence from Vietnam*. Sustainability 2023, 15, 14776. <https://doi.org/10.3390/su152014776>
3. Food Standards Agency. Future Consumer: Food and Generation Z. (2020, February). FSA Research Report. <https://www.food.gov.uk/sites/default/files/media/document/generation-z-full-report-final.pdf>
4. Jeff, F., & Angie, R. (2018). Who is Gen Z? Marketing to Gen Z – The Rules for Reaching This Vast and Very Different Generation of Influencers.
5. Osaili, T. M., Ismail, L. C., & Saleh, S. T. (2023). Healthy food and determinants of food choice on online food delivery applications. PloS one. DOI: [10.1371/journal.pone.0293004](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293004)
6. Stylos, N., Rahimi, R., Okumus, B., & Williams, S. (2021). *The New Foodie Generation: Gen Z (p.223-248)*. Generation Z Marketing and Management in Tourism and Hospitality. [doi.org/10.1007/978-3-030-70695-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-70695-1)
7. Su, D. G., Luu, T. T., & Johnson, L. (2022). How does quality of mobile food delivery services influence customer loyalty? Gronroos's service quality perspective. International Journal of Contemporary Hospitality Management. DOI: [10.1108/IJCHM-08-2021-1039](https://doi.org/10.1108/IJCHM-08-2021-1039)
8. Tandon, A., Kaur, P., Bhatt, Y., & Dhir, A. (2021). *Why do people purchase from food delivery apps? A consumer value perspective*. Journal of Retailing and Consumer Services. DOI: [10.1016/j.jretconser.2021.102667](https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102667)
9. Tuan, D. V., Hoang, V. N., & Phuong, T. V. (2023). Survey data of Gen Z customer behaviour using food delivery applications in Vietnam. Data in Brief. DOI: [10.17605/OSF.IO/TEPXB](https://doi.org/10.17605/OSF.IO/TEPXB).

## CHARACTERISTICS OF THE BEHAVIOR OF GENERATION Z CUSTOMERS WHEN ORDERING FOOD THROUGH TAKEAWAY PLATFORMS

**Summary.** The results of the study showed that Generation Z's orientation towards price and fast delivery when ordering food via takeaway platforms are the most important determinants of their choice. Technological developments and the growth of the internet have created a new generation of customers - Generation Z does not know how to cook and does not want to cook, and prefers 'here and now' delivery.

**Keywords:** Generation Z, food delivery platforms, customer behavior.

# ŽEMĖS DIRBIMO BŪDŲ IR BIOPREPARATŲ ĮTAKA ŽIEMINIŲ KVIEČIŲ PRODUKTYVUMUI

**Aiva Stankaitytė, Justinas Svetika, doc. dr. Rita Pupalienė**

*Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedra*

**Anotacija.** Pasaulyje didėjant žmonių skaičiui iškyla poreikis intensyvinti pasaulinę maisto produktų gamybą. Dabartinėmis sąlygomis, kai žemės ūkiui keliami vis aukštesni aplinkosauginiai, produkcijos kokybės reikalavimai, būtina ieškoti priemonių, kaip cheminius preparatus pakeisti biologiniais ar supaprastinti žemės dirbimą, siekiant mažinti išmetamo CO<sub>2</sub> kiekį, dirvožemio alinimą (Grafton et al., 2015).

Šioms problemoms spręsti 2022–2023 m. ūkininko Virginijaus Mačionio ūkyje vykdytas eksperimentas, kurio tikslas – nustatyti skirtingų žemės dirbimo būdų ir biologinių preparatų poveikį žieminių kviečių produktyvumui. Eksperimento metu buvo taikyti du žemės dirbimo būdai (arimas 18–20 cm gyliu ir sekclus skutimas diskiniu skutikliu 8 cm gyliu bei 2 veiksnys – biologiniai preparatai (*Biomax Grow*, *Biomax Protect*, *Biomax Organic* bei visi produktai kartu). Nustatytas vidutinis vėliavinio lapo ilgis bei produktyvių stiebų skaičius ploto vienetu.

Tyrimo rezultatai parodė, kad biologinių preparatų naudojimas didino vėliavinio lapo ilgį, o žemės dirbimo būdai turėjo esminės įtakos produktyvių stiebų skaičiui.

**Raktiniai žodžiai:** žieminiai kviečiai, žemės dirbimas, biologiniai preparatai.

**Įvadas.** Žieminiai kviečiai yra svarbūs javai visame pasaulyje ir yra pirmaujantys žemės ūkio augalai pagal pasėlių plotus, bendrą produkciją ir prekybą, sudaro apie 20 proc. žmogaus kalorijų poreikio, todėl atlieka itin svarbų vaidmenį užtikrinant aprūpinimą maistu (Dong et al., 2020; FAO 2020).

Pastaraisiais metais vis labiau didėja susidomėjimas tvariais produktais. Biologiniai produktai skatina augalinių liekanų suskaidymą, atpalaiduodami maisto medžiagas, kurios tampa lengvai pasiekiamos augalams, kovoja su ligas sukeliančiais patogenais. Biologiniai augalų apsaugos produktai, augimo reguliatoriai, mikroelementinės trąšos ir daugybė kitų preparatų atlieka esminį vaidmenį. Dabartinėmis sąlygomis pastebimas skirtumas tarp augalų apsaugos produktų ir biologinių preparatų kainų (Drepa et al., 2024).

Lauko eksperimentas atliktas 2022–2023 metais ūkininko Virginijaus Mačionio ūkyje, esančiame Kreipšių kaime, Kupiškio rajone. Eksperimento lauko dirvožemis karbonatingas giliau glėjiškas išplautžemis (*Hapli-Endohypogleyic Luvisol*). Tyrimų atlikimo vietoje vyraujanti dirvožemio humusingo horizonto granulimetrinė sudėtis pagal Fere – priemėlis, o dirvodarinė uoliena – smėlingas lengvas priemolis. Dirvožemio ariamasis sluoksnis 23–28 cm storio. Ariamasis sluoksnis prieš eksperimento įrengimą 2022 metais buvo neutralus pH<sub>KCL</sub> – 6,5, didelio humusingumo (apie 3,2 %), vidutinio fosforingumo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 128 mg kg<sup>-1</sup>) ir vidutinio kalingumo (K<sub>2</sub>O – 120 mg kg<sup>-1</sup>). Eksperimentas vykdytas 4 pakartojimais. Vieno eksperimento laukelio bendras plotas 400 m<sup>2</sup> (20 x 20), apskaitomasis plotas 100 m<sup>2</sup> (10 x 10). Eksperimento laukeliai išdėstyti atsitiktine tvarka. Lauko eksperimentas buvo dviejų veiksnių. A veiksnys: eksperimento variantai – skirtingi žemės dirbimo būdai: 1. Arimas 18–20 cm gyliu (kontrolinis – palyginamasis variantas); 2. Sekclus skutimas diskiniu skutikliu 6–8 cm gyliu; B veiksnys – biologiniai preparatai: 1. Nenaudota (kontrolė); 2. *Biomax Grow* 0,1 l ha<sup>-1</sup>; 3. *Biomax Protect* 0,1 l ha<sup>-1</sup>; 4. *Biomax Organic* 0,1 l ha<sup>-1</sup>; 5. *Biomax Organic* 0,1 l ha<sup>-1</sup> + *Biomax Protect* 0,1 l ha<sup>-1</sup> + *Biomax Grow* 0,1 l ha<sup>-1</sup>. Nuėmus žemės ūkio augalų derlių ir sudygus rapsų pabiroms visas eksperimento laukas nupurkštas 2 l ha<sup>-1</sup> herbicidu Barbarian Biograde 360. Purškimo metu B veiksnio 4 ir 5 variantai papildomai apdoroti biologiniu preparatu *Biomax Organic* 0,1 l ha<sup>-1</sup>.

Prieš sėją kontrolinio varianto laukeliai suarti su Kverneland EG 100 vartomu plūgu 18–20 cm gyliu (A veiksnio 1 variantas), o kiti (2 variantas) sekliai suskusti 6–8 cm gyliu diskiniu skutikliu Jan Barela. Sėta sėjama Bednar Omega OO 4000 RFL. Augalams sudygus B veiksnio 2 ir 4 variantai apdoroti biologiniu preparatu *Biomax Grow*, 3 ir 4 variantai apipurkšti *Biomax Protect* produktu. Viso eksperimento metu laukas tręštas trąšų barstomąja AMAZONE ZA-M 3000, priežiūros darbai atlikti purkštuvu HARDI RANGER 2600. Derlius nuimtas kombainu Claas Lexion 540. Eksperimento metu naudoti traktoriai CASE IH CVX1190 ir

BELARUS 1025. Žieminiai kviečiai: „Etana“ sėklos norma 4 mln. ha<sup>-1</sup> (200 kg ha<sup>-1</sup>). Sėjos gylis – 4–5 cm. Sėta juostiniu būdu, sėklų išsėjimo atstumas – 12,5 cm.

Tyrimo duomenys įvertinti 2 veiksnių dispersinės analizės metodu programa ANOVA iš statistinių programų paketo SELEKCIJA (Raudonius, 2017).

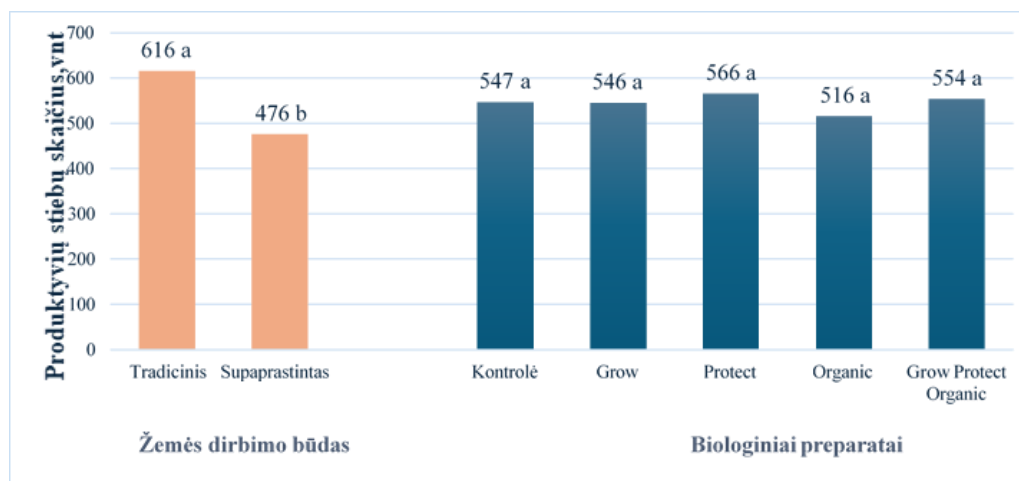
Tyrimo laikotarpio (2022–2023 m.) meteorologinės sąlygos apibūdintos naudojantis Kupiškio automatinės meteorologinės stoties duomenimis. Temperatūrų kaita žieminių kviečių vegetacijos laikotarpiu buvo palanki, vyravo įprasta daugiamečiams vidurkiams oro temperatūra, tik rugsėjo mėnesį, dygstant kviečiams, oro temperatūra 3 laipsniais buvo žemesnė nei įprasta. Kritulių kiekis buvo labai nepalankus, dygimo laikotarpiu ypač trūko drėgmės, per mėnesį iškrito 18,4 mm kritulių, kai įprastai būdavo apie 50 mm. Pavasarį buvo jaučiamas stiprus drėgmės deficitas, kuris galėjo turėti įtakos žieminių kviečių produktyvumui.

**Tyrimo tikslas** – nustatyti skirtingų žemės dirbimo ir biologinių preparatų poveikį žieminių kviečių produktyvumui.

Tyrimo uždaviniai: įvertinti produktyvumo elementus; įvertinti žieminių kviečių grūdų derlingumą ir baltymų kiekį juose.

**Tyrimų rezultatų analizė.** Lauko eksperimento metu buvo tiriama, ar skirtingų biologinių preparatų naudojimas bei skirtingo žemės dirbimo taikymas turės esminės įtakos žieminių kviečių produktyvumo elementams. Eksperimento metu buvo tiriami tokie produktyvumo elementai: vėliavinio lapo ilgis, produktyvių stiebų skaičius bei augalo aukštis, straipsnyje apibendrinti tik keli elementai.

Produktyvių stiebų skaičius ploto vienetu yra vienas iš veiksnių, lemiančių javų derlingumą. Produktyvių stiebų tankumas priklauso nuo daugelio veiksnių: veislės, sėjos laiko, meteorologinių sąlygų, dirvos paruošimo (Juchnevičienė ir kt., 2012). Ukrainos mokslininkai nustatė, kad naudojant biologinius preparatus, produktyvių stiebų skaičius variantų laukeliuose buvo 515–521 vnt. m<sup>-2</sup>, t. y. lyginant su kontroliniu variantu 28–34 vnt. m<sup>-2</sup> daugiau (Shuvar et al., 2020).



Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų skirtingomis abėcėlės raidėmis, yra esminiai skirtumai ( $p < 0,05$ )

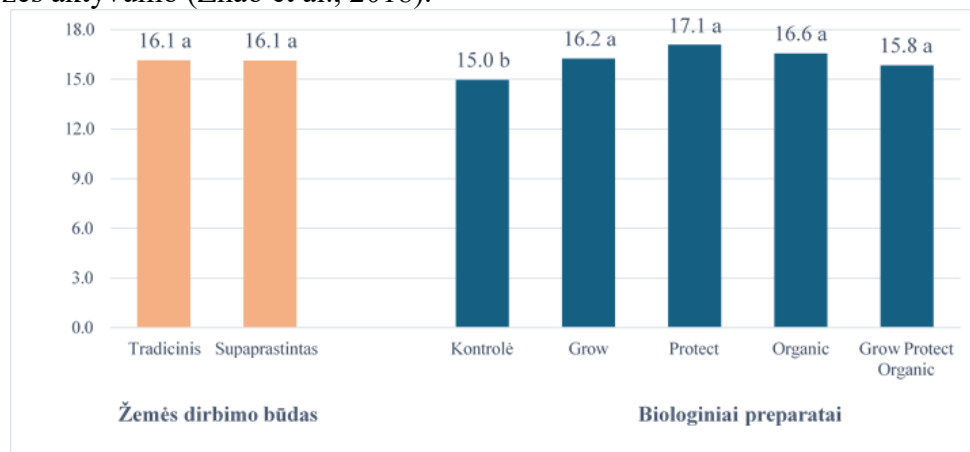
1 pav. Žemės dirbimo būdų ir biologinių preparatų poveikis žieminių kviečių produktyvių stiebų skaičiui

Išanalizavus tyrimų duomenis galima manyti, kad tyrime būtent žemės dirbimo būdas turės esminės įtakos produktyvių stiebų skaičiui. Išanalizavus ir apibendrinus vidutinius produktyvių stiebų tankumo duomenis ir įvertinus statistiškai nustatyta, kad biologinių preparatų naudojimas neturėjo esminės įtakos lyginant su kontroliniu variantu. Kaip ir tikėtasi, žemės dirbimo būdas turėjo esminės įtakos produktyvių stiebų skaičiui ploto vienetu (žr. 1 pav.). Žemę ariant, t. y. dirbant tradiciniu būdu, laukeliuose buvo suskaičiuotas ženkliai didesnis produktyvių stiebų skaičius – 616 vnt. m<sup>-2</sup>, o dirbant supaprastintu būdu esmingai mažesnis augalų skaičius (476 vnt. m<sup>-2</sup>).

Lyginant biologinių preparatų įtaką produktyvių stiebų skaičiui esminių skirtumų

nenustatyta. Visgi didžiausias produktyvių stiebų skaičius nustatytas variante, kuris buvo apdorotas *Biomass Protect* – 566 vnt. m<sup>-2</sup>. Panaudojus visus produktus kartu (*Biomass Grow*, *Biomass Organic*, *Biomass Protect*) išaugo 554 vnt. m<sup>-2</sup> produktyvių stiebų 1 m<sup>2</sup>. Kontrolinio varianto laukeliuose, kuriuose nebuvo naudoti jokie biologiniai preparatai, suskaičiuoti 547 vnt. m<sup>-2</sup>. Vienu stiebu mažiau gauta variante, kuris buvo apdorotas *Biomass Grow*. Tuo tarpu net 31 stiebu kvadratiniam metre mažiau nei kontroliniame variante nustatyta laukelyje, kuriame buvo naudotas *Biomass Organic*.

Lemiamas produktyvumo elementas yra vėliavinio lapo ilgis, kuris turi ypatingą įtaką augalo produktyvumui ir kviečių derliaus potencialui. Vėliavinis lapas – dalis, pasižyminti didžiausiu fotosintezės efektyvumu vėlesnėje kviečių augimo stadijoje, kuri sudaro apie 45–58 proc. viso fotosintezės aktyvumo (Zhao et al., 2018).



Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų skirtingomis abėcėlės raidėmis, yra esminiai skirtumai ( $p < 0,05$ )

2 pav. Žemės dirbimo būdų ir biologinių preparatų poveikis žieminių kviečių vėliavinio lapo ilgiui

Naudojant skirtingus biologinius preparatus bei taikant skirtingus žemės dirbimo būdus tikėtina, kad žemės dirbimo būdas bei biologinių preparatų naudojimas turės esminės įtakos vidutiniam vėliavinio lapo ilgiui. Atlikus tyrimo duomenų statistinę analizę nustatyta, kad žemę dirbant tradiciniu būdu – t. y. ariant bei taikant supaprastintą žemės dirbimo būdą vidutinis vėliavinio lapo ilgis esmingai nesiskyrė. Tačiau išanalizavus B veiksnio – biologinių preparatų – naudojimą, nustatyti esminiai skirtumai lyginant su kontroliniu variantu. Panaudojus biologinį produktą *Biomass Grow*, vidutinis vėliavinio lapo ilgis buvo 16,2 cm, esmingai ilgesnis lyginant su kontroliniu variantu (2 pav.). Ilgiausias vėliavinio lapo ilgis nustatytas naudojant *Biomass Protect* produktą (17,1 cm). Nors ir gautas ilgiausias vėliavinio lapo ilgis, *Biomass Protect* naudojimas neturėjo esminių skirtumų lyginant su kitais biologiniais produktais, bet esmingai skyrėsi nuo kontrolinio varianto – 2,1 cm. Išpurškus *Biomass Organic* produktą ant ražienos laukeliuose nustatytas 1,6 cm esmingai ilgesnis vėliavinio lapo ilgis lyginant su kontroliniu variantu. Tikėtasi, kad visų produktų naudojimo kartu poveikis bus didžiausias, tačiau esminės įtakos turėjo tik lyginant su kontroliniu variantu.

#### Išvados:

1. Žemės dirbimo būdai turėjo esminės įtakos produktyvių stiebų skaičiui pasėlyje prieš derliaus nuėmimą. Esmingai 29,4 proc. daugiau produktyvių stiebų rasta taikant tradicinį žemės dirbimą. Biologiniai preparatai neturėjo esminės įtakos šiam rodikliui.
2. Biologinių preparatų naudojimas turėjo esminės įtakos svarbiam produktyvumo elementui – vėliavinio lapo ilgiui. Esmingai ilgesni lapai buvo rasti laukeliuose, kuriuose atskirai buvo panaudoti *Biomass Grow*, *Biomass Protect*, *Biomass Organic* bei visi produktai kartu, atitinkamai 1,2 cm, 2,1 cm, 1,6 cm ir 0,8 cm. Žemės dirbimo būdas neturėjo esminės įtakos žieminių kviečių vėliavinio lapo ilgiui.

## LITERATŪRA

1. Dong, J.; Lu, H.B.; Wang, Y.W.; Ye, T.; Yuan, W.P (2020). *Estimating winter wheat yield based on a light use efficiency model and wheat variety data*. *Isprs. J. Photogramm.*, 160, 18–32.
2. Drepa, E.; Pshenichny, R.; Golub, A.; Ponomarenko, M.; Mukhina, O. (2024). *The influence of biological preparations and micronutrients on the productivity of winter wheat, Agritechnologies and Environmental Engineering for Sustainable Environmental Health*, vol. 486 FAO Statistics Database (2020).
3. Grafton, R.Q.; Williams, J.; Jiang, Q. (2015). *Food and water gaps to 2050: Preliminary results from the global food and water system (GFWS) platform*. *Food Secur.*, vol. 7, p. 209–220
4. Juchnevičienė, A.; Raudonius, S.; Avižienytė, D.; Romaneckas, K.; Bogužas, V. (2012). *Ilgalaikio supaprastinto žemės dirbimo ir tiesioginės sėjos įtaka žieminių kviečių pasėliui*. *Žemės ūkio mokslai*. 2012. T. 19. nr. 3. p. 139–150
5. Raudonius, S. (2017). *Application of statistics in plant and crop research: important issues*. *Žemdirbystė. Agriculture. Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras, Aleksandro Stulginskio universitetas*. Akademija, T. 104, Nr. 4, p. 377–382.
6. Shuvar, A.; Behen, L.; Dorota, H.; Tymkiv, M. (2020). *Application of biological preparations in organic technology of winter wheat growing*. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*, vol. 67, p. 143–155
7. Zhao, C.; Bao, Y.; Wang, X.; YY, H.; Ding, A.; Guan, C.; Cui, J.; Wu, Y.; Sun, H.; Li, X.; Zhai, D.; Li, L.; Wang, H.; Cui, F. (2018). *QTL for flag leaf size and their influence on yield-related traits in wheat*. *Euphytica*, vol. 214, no. 209.

### THE INFLUENCE OF SOIL TILLAGE METHODS AND BIOPREPARATIONS ON WINTER WHEAT PRODUCTIVITY

**Summary.** The field experiment was carried out in 2022–2023 in the farm of farmer Virginijus Mačionis. During the experiment, the influence of three different biological preparations: *Biomax Grow*, *Biomax Protect*, *Biomax Organic* and different soil tillage methods on the productivity of winter wheat variety 'Etana' was investigated. The aim of the study was to determine the effect of different soil tillage and biological preparations on winter wheat productivity. Research objectives: evaluate productivity elements (length of flag leaf; the number of productive stems) of winter wheat before harvest.

The results of the study showed that soil tillage had a significant effect on the number of productive stems in the crop before harvest. Significantly more productive stems were found with conventional tillage. Biological preparations did not significantly affect this indicator. The use of biological preparations had a significant impact on an important element of productivity, the length of the flag leaf. Significantly longer leaves were found in plots where *Biomax Grow*, *Biomax Protect*, *Biomax Organic* and all products were used together.

**Keywords:** *winter wheat, soil tillage, biological preparations.*