

Environmental engineering Aplinkos inžinerija

MAISTO ATLIEKŲ IŠSKIRIAMŲ KVAPŲ MAŽINIMAS PROBIOTIKAIS IR VALGOMĄJA SODA

Erika KAŠĖTAITĖ , Eglė MARČIULAITIENĖ  

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

- gauta 2025 m. gegužės 15 d.
- priimta 2025 m. gegužės 30 d.

Santrauka. Maisto atliekų tvarkymas yra svarbus aplinkos apsaugos iššūkis, o kartu ir iš atliekų skleidžiami nemalonūs kvapai. Šiame tyrime analizuojamas probiotikų ir valgomosios sodos poveikis maisto atliekų kvapų mažinimui. Tyrimas atliktas taikant dinaminės olfaktometrijos metodą, vertinant kvapo koncentraciją skirtingose maisto atliekų rūšyse: žuvies atliekose, pieno produktų atliekose, mėsos atliekose bei augalinės kilmės atliekose, t. y. vaisių ir daržovių atliekose. Eksperimentas atliktas maisto atliekas sudėjus po 1 kilogramą į 5 litrų talpyklą. Tyrimo trukmė 7 dienos. Gauti rezultatai parodė, kad probiotikai efektyviau sumažina kvapus nei valgomoji soda, ypač žuvies, vaisių ir daržovių atliekose.

Reikšminiai žodžiai: maisto atliekos, kvapų mažinimas, dinaminės olfaktometrijos metodas, probiotikai, valgomoji soda (NaHCO_3).

 Autorius susirašinėti. El. paštas egle.marciulaitiene@vilniustech.lt

1. Įvadas

Atliekos – tai medžiagos ar produktai, kurie dažniausiai susidaro dėl žmonių veiklos. Kiekvienoje šalyje, mieste ar gyvenvietėje susidaro tonos įvairių atliekų, kurių kiekis priklauso nuo žmonių populiacijos, gyvenimo lygio, komunalinių tarnybų darbo, pramonės gamybos masto ir kt. (Pérez-Marroquín et al., 2023). Atliekų tvarkymo problema yra viena iš svarbiausių Europos Sąjungoje (ES), nes susidarantys atliekų kiekiai auga, todėl neatidėliotinai skiriamas dėmesys atliekų prevencijai bei jų perdirbimui, atliekų deginimui, sąvartynų tvarkymui. Europos Sąjungoje kasmet iššvaistoma beveik 59 mln. tonų maisto, kurio vertė siekia net 132 mlrd. eurų. Vidutiniškai kiekvienas ES gyventojas per metus išmeta 131 kg maisto (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2024). Daugiausia jo (maždaug 70 kg) susidaro namų ūkiuose, 26 kg – pramonės įmonėse, 12 kg – viešojo maitinimo įstaigose, 9 kg – pas prekybininkus. Lietuvoje maisto švaistymo rodiklis dar didesnis – vienam gyventojui per metus tenka 141 kg maisto atliekų (Bagdonavičiūtė ir Makarevičiūtė-Osipovič, 2022). 21 % maisto atliekų mūsų šalyje susidaro žemės ūkio sektoriuje, 4 % – gamybos sektoriuje, 13 % – prekybos sektoriuje, 1 % – viešojo maitinimo sektoriuje ir net 61 % – namų ūkiuose (Palangos miesto..., 2023). Tyrinėjant maisto atliekų tvarkymo būdus ir išsiskiriančius kvapus, susiduriama su svarbia problema – neefektyviu atliekų tvarkymu, kuris gali turėti neigiamą įtaką aplinkai ir gyventojų sveikatai.

Biologiškai skaidžių atliekų kompostavimo, anaerobinio apdorojimo aplinkosauginiuose reikalavimuose nurodoma, kad maisto atliekų kompostavimas turi būti organizuojamas uždaruose įrenginiuose, nes tai yra viena pagrindinių priemonių kvapų emisijai mažinti ir jų sklaidimo į aplinką prevencijai (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2007). Šiuo metu Lietuvos regionai pasirenka skirtingus maisto atliekų tvarkymo metodus, tačiau vis dar trūksta sistemingo požiūrio į šią problemą. Maisto atliekų tvarkymas yra esminis žingsnis siekiant mažinti ekologinį pėdsaką, skatinti darnų vartojimą ir žiedinę ekonomiką. Vienas iš svarbiausių aspektų šioje srityje yra efektyvus maisto atliekų tvarkymas ir kvapų kontrolė. Analizuojant maisto atliekų tvarkymo būdus, svarbu atkreipti dėmesį į kvapų problemą, kuri kyla dėl organinių medžiagų skaidymo.

Tyrimo tikslas – dinaminės olfaktometrijos metodu įvertinti skirtingų maisto atliekų rūšių išskiriamų kvapų koncentraciją bei nustatyti biologinių priemonių, tokių kaip probiotikai, ir cheminių priemonių – valgomosios sodos efektyvumą mažinant nemalonių kvapų išsiskirimą į aplinką.

2. Metodika

Eksperimente naudojamos keturios skirtingos maisto atliekų rūšys: žuvies atliekos, pieno produktų atliekos, mėsos atliekos, augalinės kilmės atliekos, t. y. vaisių ir daržovių

atliekos. 1 paveiksle pateiktos maisto atliekos su pakuotėmis prieš smulkinimą. Kiekvienos rūšies atliekos susmulkinamos atitinkamai vienodo dydžio, kad tilptų į plastikinę talpyklą pro 48 mm angą. Eksperimente iš viso naudojama 12 kilogramų biologiškai skaidžių atliekų. Visos tyrimo naudojamos maisto atliekos sveriamos KERN PCB 2500 svarstyklėmis ir paskirstomos po lygiai, t. y. po 1 kg į kiekvieną talpyklą, siekiant užtikrinti vienodas sąlygas visuose mėginiuose ir taip sumažinant kintamųjų įvairovę ir užtikrinant eksperimento rezultatų patikimumą bei palyginamumą.

Prieš maisto atliekas sudedant į talpyklą, paruošiamos eksperimente naudojamos kvapus mažinančios medžiagos – valgomoji soda ir probiotikai. Valgomosios sodos pasveriamos kiekvienai maisto atliekų rūšiai po 50 g (santykis 1 kg atliekų ir 50 g sodos). Probiotikai *ProbioStopOdor*, kurių sudėtis – pieno bakterijos, mielės, cukranendrių melasa, natūralūs mineraliniai milteliai, jūros druska, vaistažolių ekstraktai ir vanduo, paruošiami vadovaujantis produkto pakuotėje pateiktomis gamintojo rekomendacijomis, kad 1 tonai sausos medžiagos reikia 3–4 litrų koncentrato (Baltic Probiotics, n. d.). Maisto atliekų 1 kilograme vidutiniškai sausos medžiagos yra 300 g. Taikant proporciją apskaičiuojama, kad probiotikų tirpalui paruošti reikia 1 ml koncentrato skiesti su 100 ml švairiu nechloruotu vandeniu. Paruoštas tirpalas užpurškiamas ant talpyklos dugno ir maisto atliekų paviršiaus iš viso po 10 g į vieną talpyklą, t. y. 10 g tirpalo 1 kg atliekų.

Kiekvienos talpyklos kamšteliuose padaromos dvi 7 mm skersmens skylės, į kurias įstatomi vamzdeliai, kurie užtikrina sąlygiškai aerobines sąlygas (priverstinė aeracija nebuvo vykdoma) talpyklose ir oro cirkuliaciją maisto atliekų skaidymo metu. Aerobinių sąlygų užtikrinimas yra



1 paveikslas. Maisto atliekos prieš susmulkinimą su pakuotėmis: a) žuvies atliekos; b) pieno produktų atliekos; c) mėsos atliekos; d) vaisių ir daržovių atliekos



2 paveikslas. Paruoštas eksperimentinis tyrimas kvapo koncentracijai nustatyti (kontrolinis mėginys, su valgomąja soda ir su probiotikais) esant skirtingoms maisto atliekų rūšims: a) žuvis; b) pieno produktai; c) mėsa; d) vaisiai ir daržovės

svarbus, nes deguonies buvimas skatina aerobinių mikroorganizmų veiklą, kurie efektyviau skaido organines atliekas. Tinkamai palaikoma deguonies apykaita taip pat padeda užtikrinti stabilų mikrobiologinį procesą ir pagerina probiotikų veikimo efektyvumą.

Paruošus talpyklą ir eksperimentui naudojamas medžiagas, į talpyklą sudedamos maisto atliekos (2 pav.). Kiekvienai atliekų rūšiai skirta po tris talpyklas, kuriose sudedama po 1 kilogramą maisto atliekų: viena talpykla kontrolinė, į kurią nėra pridėta jokių papildomų medžiagų, į antrosios talpyklos dugną įberama 50 g sodos ir paskirstoma tolygiai, o į trečiąją užpurškama 10 g paruoštų probiotikų talpyklos dugne ir ant sudėtų atliekų paviršiaus.

Šios talpyklos laikomos kambario temperatūroje (20 ± 1 °C). Eksperimento trukmė 7 dienos. Kvapų mėginiai imami kas 24 valandas. Mėginiai paimami naudojant *Nalophan sampling* specialius oro mėginių maišus ir vakuuminę oro mėginių ėmimo kamerą VAC'SCENT. Oro mėginio paėmimo metu siurbliu iš kameros buvo pašalintas susikaupęs oras, taip maišai vakuuminėje kameroje buvo pripildomi oro mėginio iš talpyklos su maisto atliekomis. Šis procesas užtikrina, kad paimtas mėginys tiksliai atspindi susikaupusių kvapų koncentraciją.

Paimti kvapų mėginiai pernešami į kvapų tyrimų laboratoriją, kurioje naudojant dinaminės olfaktometrijos metodą olfaktometru ® *International AC'SCENT* (3 pav.) pagal standartą LST EN 13725:2022 atliekami kvapų koncentracijos matavimai.

Kvapo koncentracija yra matuojama taikant priverstinio pasirinkimo metodą, pasirinkus praskiedimo lygį, kuris reikalingas norint pasiekti aptikimo slenkstį. Po pirmojo



3 paveikslas. Olfaktometras AC'SCENT® International (Kvapų tyrimų laboratorija, n. d.)

matavimo apskaičiuojamas individualiojo slenksčio įverčių geometrinis vidurkis $\bar{Z}_{ITE}$. Vėliau atliekamas retrospektyvusis patikrinimas remiantis 1 formule.

Jeigu $Z_{ITE} \geq \bar{Z}_{ITE}$, tai:

$$a\Delta Z = \frac{Z_{ITE}}{\bar{Z}_{ITE}}. \quad (1)$$

Parametras ΔZ turi atitikti $-5 \leq \Delta Z \leq 5$ ribas.

Ištirto kvapo koncentracija apskaičiuojama pagal 2 formulę:

$$C_{od} = \bar{Z}_{ITE} \cdot 1. \quad (2)$$

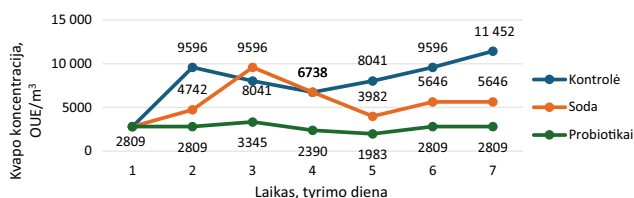
Matavimo vienetai: Europinis kvapo vienetas – OUE/m³ (LST EN 13725:2022).

3. Rezultatai

Dinaminės olfaktometrijos metodu tyrimus atliko vertintojų grupė, kuriems buvo pateikti trys ciklai. Taikant priverstinio pasirinkimo metodą vertintojų grupės nariai nurodė kvapiojo dirgiklio vietą ir atliko vertinimą. Vertintojas atlieka vertinimą tol, kol gauna rezultato kodą 6, kurį patvirtina tyrimo administratorius (LST EN 13725:2022).

Atlikus žuvies atliekų kontrolinio mėginio (be kvapo mažinimo medžiagų) kvapo koncentracijos tyrimą, toliau analogiškai vertinami ir kiti mėginiai – žuvies atliekos su valgomoja soda ir žuvies atliekos su probiotikais. Taip pat ištirti pieno produktų, mėsos, vaisių ir daržovių atliekų bandiniai. Vertinimai atlikti 7 tyrimo dienas, kiekvienam mėginiui užfiksuojant kvapo rezultato kodą bei skiedimo lygį ir apskaičiuojant kvapo koncentraciją.

Žuvies atliekų mėginių – kontrolės, su valgomoja soda ir probiotikais – kvapo koncentracijos tyrimai 7 dienų laikotarpiu pateikti 4 paveiksle.

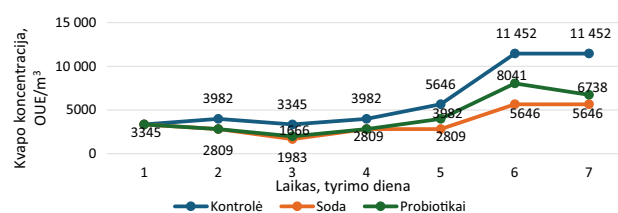


4 paveikslas. Žuvies atliekų kvapo koncentracija

Iš grafiko galima matyti, kad žuvies atliekų kontrolinio mėginio kvapo koncentracija didėjo, tačiau 3–4 dienomis laikinai sumažėjo iki 6738 OUE/m³. Tyrimo pabaigoje ji pasiekė aukščiausią vertę – 11 452 OUE/m³.

Valgomoji soda pradžioje veiksmingai mažino žuvies atliekų kvapą: 2-ąją dieną koncentracija buvo 4742 OUE/m³, t. y. dvigubai mažesnė nei kontrolės, tačiau 3-iąją dieną koncentracija išaugo ir buvo lygi – 9596 OUE/m³. Nuo 5 dienos ji stabilizavosi ir išliko mažesnė nei kontroliniame. Probiotikų mėginiuose kvapo koncentracija buvo vidutiniškai 3–4 kartus mažesnė nei kontroliniame mėginyje ir išliko stabili iki paskutinės tyrimo dienos – 2809 OUE/m³.

Tyrimo metu buvo analizuojami pieno produktų atliekų kvapo koncentracijos pokyčiai per 7 dienas. Kiekvienos dienos išmatuotos ir apskaičiuotos kvapo koncentracijos vertės ir rezultatai apibendrinti ir pateikiami 5 paveiksle.



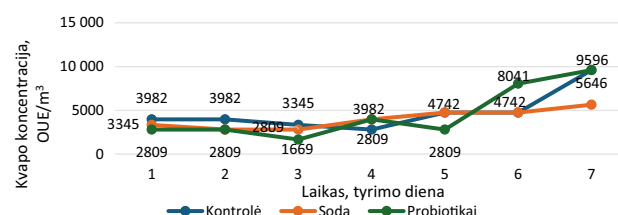
5 paveikslas. Pieno produktų atliekų kvapo koncentracija

Tyrimo pradžioje, t. y. po paros, pieno produktų atliekų kvapo koncentracija visose talpyklose buvo stabili – 3345 OUE/m³, tačiau 6–7 dienomis kontrolės talpykloje pastebėtas staigus ir reikšmingas kvapo koncentracijos padidėjimas, kuris buvo lygus – 11 452 OUE/m³.

Valgomoji soda mažino kvapo koncentraciją per visą tyrimo laiką. Žemiausia koncentracija pasiekta trečią tyrimo dieną – 1983 OUE/m³, po kurios koncentracija stabilizavosi ir tyrimo pabaigoje išliko apie 2 kartus mažesnė nei kontroliniame mėginyje – 5646 OUE/m³.

Probiotikai taip pat gerai mažino kvapus lyginant su kontroliniu mėginiu, nors jų poveikis nebuvo toks efektyvus kaip sodos. Kvapo koncentracija išliko vidutiniškai apie 1,5–2 kartus mažesnė nei kontroliniame. 7-ąją dieną kvapo koncentracija pasiekė 6738 OUE/m³.

Toliau analizuojami mėsos atliekų kvapo koncentracijos pokyčiai per 7 tyrimo dienas (6 pav.). Mėsos atliekos pasižymi intensyvia kvapų emisija, nes mėsoje gausu baltymų ir riebalų, kurie išskiria stipriai aromatingas lakias organines medžiagas (Marčiulaitienė ir Lukauskas, 2015). Dėl šios priežasties mėsos atliekų kvapas dažnai laikomas vienu iš nemaloniausių, todėl šios rūšies atliekų analizė yra ypač svarbi.

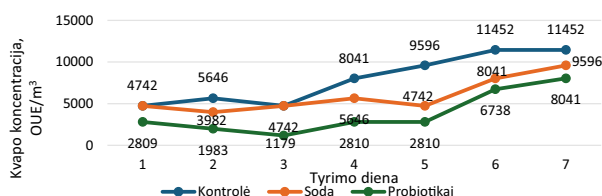


6 paveikslas. Mėsos atliekų kvapo koncentracija

Mėsos atliekų kvapo koncentracija kontroliniame mėginyje pirmąsias 5 dienas kito nežymiai, tačiau 6–7 dienomis pastebėtas staigus augimas, kuris pasiekė 4742 OUE/m³ ir 9596 OUE/m³. Valgomoji soda efektyviausiai mažino kvapo koncentraciją pirmosiomis dienomis, trečią dieną pasiekė mažiausią reikšmę – 1669 OUE/m³, kuri buvo net 2 kartus mažesnė nei kontroliniame mėginyje. Vėliau kvapo koncentracija stabilizavosi ir išliko apie 1,5–2 kartus mažesnė nei kontroliniame bandinyje – 5646 OUE/m³.

Probiotikų poveikis tyrimo pradžioje buvo efektyvus kaip ir valgomosios sodos – 1-ąją dieną kvapo koncentracija buvo 2809 OUE/m³, tačiau 3-ąją dieną koncentracija buvo tik 1,2 karto mažesnė nei kontroliniame mėginyje – 1669 OUE/m³. Kitomis dienomis kvapas sparčiai augo ir 7-tą dieną pasiekė – 9596 OUE/m³, t. y. pasiekė tą patį kvapo koncentracijos lygį kaip kontroliniame mėginyje.

Taip pat buvo atliekami vaisių ir daržovių kvapų atliekų tyrimai (7 pav.). Šio tipo atliekos, nors paprastai laikomos mažiau intensyviu kvapų šaltiniu nei mėsos ar žuvies atliekos, taip pat gali tapti reikšmingu nemalonaus kvapo šaltiniu dėl fermentacijos procesų.



7 paveikslas. Vaisių ir daržovių atliekų kvapo koncentracija

Vaisių ir daržovių atliekų kontrolinio mėginio tyrimai parodė nuolatinį kvapo koncentracijos augimą, išskyrus nedidelius svyravimus tyrimo pradžioje (3 tyrimo dieną buvo užfiksuotas kvapo koncentracijos mažėjimas). 1-ąją dieną koncentracija buvo 4742 OUE/m³, o po 4-tos dienos pastebimas kvapo intensyvėjimas, kuris 7-tą dieną pasiekė didžiausią reikšmę – 11 452 OUE/m³.

Valgomoji soda efektyviai sumažino vaisių ir daržovių atliekų kvapo koncentraciją. Antrą tyrimo dieną valgomoji soda sumažino koncentraciją iki 3982 OUE/m³. Kitomis dienomis sodos efektyvumas sumažėjo, tačiau septintą dieną kvapas siekė 9596 OUE/m³, tai vis dar buvo apie 1,2 karto mažesnis nei kontrolės.

Probiotikų poveikis kvapo mažinimui antrą dieną buvo apie 2,8 karto mažiau nei kontroliniame mėginyje – 1983 OUE/m³. Kitomis dienos kvapo koncentracija pradėjo didėti ir paskutinę dieną pasiekė 8041 OUE/m³, bet tai buvo 1,4 karto mažiau nei kontroliniame mėginyje.

Maisto atliekų tyrimo rezultatai parodė, kad kontroliniuose mėginiuose kvapo koncentracija nuosekliai didėjo. Probiotikų naudojimas efektyviausiai mažino kvapą visų rūšių maisto atliekose pirmosiomis tyrimo dienomis, o ypač gerai veikė žuvies bei vaisių ir daržovių atliekose. Valgomoji soda taip pat turėjo kvapo mažinimo poveikį, bet jis buvo trumpalaikis ir labiausiai pasireiškė mėsos ir pieno produktų atliekoms. Šie rezultatai rodo, kad probiotikai gali būti veiksminga kvapų mažinimo priemonė.

Palyginus šio tyrimo rezultatus su mokslinėje literatūroje pateiktais duomenimis, pastebėta, kad valgomoji soda gali būti veiksminga priemonė, tačiau jos poveikis nėra ilgalaikis. Panašų tyrimą atliko ir Qamaruz-Zaman, Kun ir Rosli (2015), kuriame buvo tiriama mišrių maisto atliekų kvapo koncentracija naudojant skirtingus valgomosios sodos kiekius (50 g, 75 g ir 100 g vienam kilogramui atliekų). Tyrimo buvo nustatyta, kad 50 g valgomosios sodos padėjo sumažinti kvapo koncentraciją 70 %, tačiau ilgai nei sodos poveikis silpnėjo, o kvapo koncentracija pradėjo didėti (Qamaruz-Zaman et al., 2015).

4. Išvados

1. Probiotikai pasižymėjo didžiausiu kvapų mažinimo efektyvumu – jų taikymas sumažino kvapo koncentraciją vidutiniškai 66 % žuvies atliekoms, 32 % pieno produktų atliekoms, 5 % mėsos atliekoms ir 53 % vaisių bei daržovių atliekoms. Kvapo koncentracijos mažėjimas buvo nuoseklus viso tyrimo metu, o probiotikų efektyvumas viršijo tiek kontrolinių mėginių, tiek kai kuriais atvejais ir valgomosios sodos efektyvumą.
2. Valgomoji soda taip pat turėjo kvapų emisijų mažinimo poveikį, tačiau jos efektyvumas svyravo: 30 % žuvies atliekoms, 42 % pieno produktų atliekoms, 24 % mėsos atliekoms ir 26 % vaisių bei daržovių atliekoms.
3. Apibendrinant galima teigti, kad tiek probiotikai, tiek valgomoji soda efektyviai mažino kvapų emisijas, tačiau probiotikų stabilumas ir ilgalaikis poveikis leidžia juos vertinti kaip geriausių pasirinkimą maisto atliekų kvapų kontrolei.

Literatūra

- Bagdonavičiūtė, G. ir Makarevičiūtė-Osipovič, G. (2022). *Maisto švaistymo problematikos Lietuvoje apžvalga*. <https://data.kurk.lt/wp-content/uploads/2023/05/MAISTO-SVAISTYMO-APZVALGA.pdf>
- Baltic Probiotics. (n.d.). *ProbioStopOdor*. <https://probiotikai.com/produktas/kvapui-naikinimas/>
- Kvapų tyrimų laboratorija. (n.d.). https://vilniustech.lt/files/312/15/17_0/Kvapui%20tyrimu%20laboratorija1.pdf
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2007). *Įsakymas „Dėl biologiškai skaidžių atliekų kompostavimo, anaerobinio apdorojimo aplinkosauginių reikalavimų patvirtinimo“* (2007, sausio 25 d., Nr. D1-57). <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.CE7691148F1E/YAnVtaCfMO>
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2024, lapkričio 15 d.). *Rytoj prasideda Europos atliekų mažinimo savaitė, skirta maisto švaistymo mažinimui*. <https://am.lrv.lt/lt/naujienos/kvieciame-paminti-europos-atlieku-mazinimo-savaite-skirta-maisto-svaistymo-mazinimui/>
- Lietuvos standartizacijos departamentas. (2022). *Stacionariųjų šaltinių išmetamieji teršalai. Stacionariųjų šaltinių skleidžiamo kvapo koncentracijos nustatymas dinamine olfaktometrija ir kvapo sklaidimo spartos nustatymas* (LST EN 13725:2022). Vilnius.
- Marčiulaitienė, E. ir Lukauskas, T. (2015). Maisto atliekų skleidžiamų kvapų tyrimai ir vertinimas. *Mokslas – Lietuvos ateitis*, 7(4), 413–417. <https://doi.org/10.3846/mla.2015.815>

- Palangos miesto savivaldybės visuomenės sveikatos biuras. (2023). *Maisto švaistymas – opi šių dienų problema*. <https://www.palanga.govsb.lt/maisto-svaistymas-opi-siu-dienu-problema/>
- Pérez-Marroquín, X. A., Estrada-Fernández, A. G., García-Ceja, A., Aguirre-Álvarez, G., & León-López, A. (2023). Agro-food waste as an ingredient in functional beverage processing: Sources, functionality, market and regulation. *Foods*, 12(8), Article 1583. <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/8/1583>
- Qamaruz-Zaman, N., Kun, Y., & Rosli, R.-N. (2015). Preliminary observation on the effect of baking soda volume on controlling odour from discarded organic waste. *Waste Management*, 35, 187–190. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.017>

REDUCTION OF FOOD WASTE ODORS WITH PROBIOTICS AND BAKING SODA

E. Kašėtaitė, E. Marčiulaitienė

Abstract

Food waste management is an important challenge for environmental protection, especially due to the unpleasant odors emitted. This study analyzes the effects of probiotics and baking soda on food waste odor reduction. The research was conducted using the dynamic olfactometry method, assessing odor concentration in different types of food waste: fish waste, dairy product waste, meat waste, and plant-based waste, i.e., fruit and vegetable waste. The experiment is carried out by placing 1 kilogram of food waste in 5-liter containers. The duration of the study is 7 days. The results showed that probiotics are more effective in reducing odors than baking soda, especially in fish and fruit and vegetable waste.

Keywords: food waste, odor reduction, dynamic olfactometry method, probiotics, baking soda (NaHCO_3).