

ERŠKĖČIO ŽIEDLAPIŲ IR VAISIŲ PRIEDO ĮTAKA FERMENTUOTOS ARBATOS (KOMBUČIOS) KOKYBEI

Markas FOMKINAS, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas:
markas.fomkinas@vdu.lt

Santrauka

Tyrimo metu įvertinta *Rosa rugosa* veislių 'Hansa' ir 'Lac Majeau' žiedlapių, vaisių ir jų derinių priedo įtaka fermentuotų baltosios ir žaliosios arbatos mėginių kokybiniais rodikliais ir juslinėms savybėms. Nustatyta, kad erškėčio priedai statistiškai reikšmingai veikė pH vertes ir tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekį, o didžiausia pH vertė nustatyta mėginyje su Rosa 'Hansa' vaisių priedu (3,97), mažiausia – kontroliniame variante (3,82). Juslinės analizės duomenimis, didžiausias bendras priimtumas nustatytas fermentuotos baltosios arbatos mėginyje su Rosa 'Hansa' žiedlapiais (7,86 balo), o žaliosios arbatos grupėje – mėginyje su Rosa 'Lac Majeau' žiedlapiais (6,94 balo). Gauti rezultatai parodė, kad erškėčio priedų tipas ir jų deriniai nevienodai veikė fermentuotų arbatų kokybinius ir juslinius rodiklius.

Reikšminiai žodžiai: antrinė fermentacija, tirpiosios sausosios medžiagos, pH, juslinė analizė.

Įvadas

Kombučia – fermentuotas azijietiškos kilmės arbatos gėrimas. Vakaruose šis gėrimas išpopuliarėjo dėl jam priskiriamų funkcinių savybių, tokių kaip antimikrobinis, antioksidacinis, antikancerogeninis ir antidiabetinis poveikis. Taip pat nurodoma, kad kombučia gali turėti teigiamą poveikį skrandžio opų gydymui, imuniniam atsakui, kepenų detoksikacijai ir cholesterolio kiekio mažinimui (Chakravorty et al., 2016). Šiomis dienomis fermentuota arbata (kombučia) yra pasaulyje plačiai paplitęs produktas, kurio rinka 2025 m. buvo įvertinta maždaug 5 mlrd. JAV dolerių. Kombučia gaminama tiek komerciniais tikslais, tiek namų sąlygomis, taikant įvairias receptūras ir skonines variacijas (Kim et al., 2020).

Juodoji, baltoji, mėlynoji (ulong) ir dažniausiai žaliąji arbata yra pagrindinės žaliavos arba substratai kombučios fermentacijai ir gamybai (Khablenko et al., 2025). Po pagrindinės fermentacijos gali būti atliekama antrinė fermentacija, kurios tikslas, įterpiant papildomą priedą, pavyzdžiui, vaisius, sustiprinti gėrimo skonines savybes ir padidinti jo gazuotumą (Coelho et al., 2020). Atsižvelgiant į tvarių maisto žaliavų panaudojimo aktualumą, šiame tyrime fermentuotos arbatos buvo praturtintos erškėčio žiedlapiais, vaisiais ir jų deriniais, kurie laikomi perspektyviais funkcinio maisto ingredientais. Erškėčio vaisiai pasižymi dideliu polifenolių, flavonoidų, galaktolipidų, vitaminų ir kitų bioaktyviųjų komponentų kiekiu. Taip pat nustatyta, kad juose yra daugiau vitamino C nei daugumoje valgomųjų uogų (Patel et al., 2017). Atsižvelgiant į kombučios populiarumą ir nepakankamai išnaudotą erškėčio žaliavos potencialą, šio tyrimo metu, baltosios ir žaliosios arbatos pagrindu buvo pagamintos fermentuotos arbatos, įterpiant erškėčių vaisius, žiedlapius ir šių dalių derinius antrinės fermentacijos metu.

Tyrimo tikslas – įvertinti erškėčio priedų įtaką fermentuotos arbatos (kombučios) kokybiniais rodikliais ir juslinėms savybėms.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Nustatyti erškėčio žiedlapių, vaisių ir jų derinių priedų įtaką pH bei tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekiui fermentuotos baltosios ir žaliosios arbatos mėginiuose.
2. Įvertinti erškėčio žiedlapių, vaisių ir jų derinių priedo įtaką fermentuotos baltosios ir žaliosios arbatų juslinėms savybėms.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimai buvo atlikti 2026 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Augalinių žaliavų kokybės ir Maisto žaliavų, agronominių ir zootechninių tyrimų laboratorijose. Tyrimo metu pagamintos skirtingos fermentuotos arbatos, naudojant baltąją PAI MU TAN („Skonis ir kvapas“), žaliąją GREEN SNAIL („Skonis ir kvapas“) arbatas, baltąjį cukrų („Alvo“) bei simbiotinę bakterijų ir mielių kultūrą („Tealure“). Kombučios buvo ruošiamos tradiciniu būdu, atliekant aerobinę ir statinę, sacharoze saldintos arbatos fermentaciją su simbiotine bakterijų ir mielių kultūra. Visų pirma verdančiame vandenyje buvo ištirpinamas cukrus (50 g/l l). Gautam tirpalui pravėsus iki 80 °C, arbata (5 g/l l) jame buvo mirkoma 20 min. Po to nukošiama ir atvėsinama iki 20 °C, tuomet įterpiama simbiotinė bakterijų ir mielių kultūra. Fermentacija vykdyta aerobinėmis sąlygomis, 22 °C aplinkos temperatūroje, 7 dienas. Po pagrindinės fermentacijos kombučios buvo išpilstytos į sandarius stiklinius butelius ir papildomai praturtintos Kauno savivaldybėje surinktais *Rosa rugosa* veislių 'Hansa' bei 'Lac Majeau' erškėčio žiedlapiais, vaisiais ir šių dalių deriniais (antrinė fermentacija). Žiedlapiai prieš įterpimą į fermentuotas arbatas buvo džiovinami 4 val. 40 °C, o vaisiai 48 val. 40 °C temperatūroje. Antrinė fermentacija sandariuose buteliuose buvo vykdoma 3 dienas 22 °C aplinkos temperatūroje.

Atlikus antrinę fermentaciją, kombučios buvo išfiltruotos ir laikomos šaldytuve iki analizių atlikimo. Atliekant analizes visi mėginiai buvo papildomai perfiltruoti.

Pagal standartinius metodus buvo vertinamas:

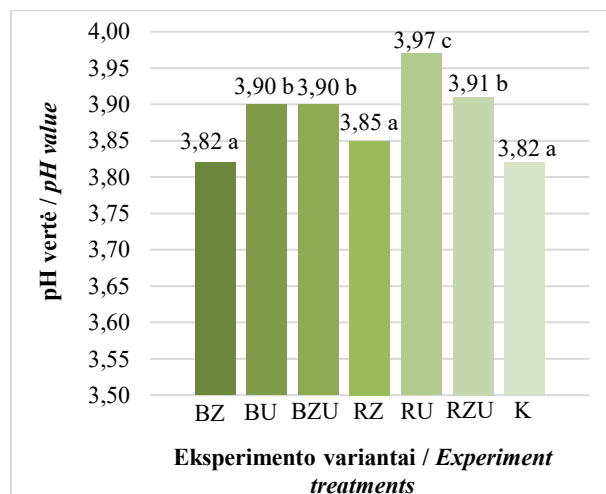
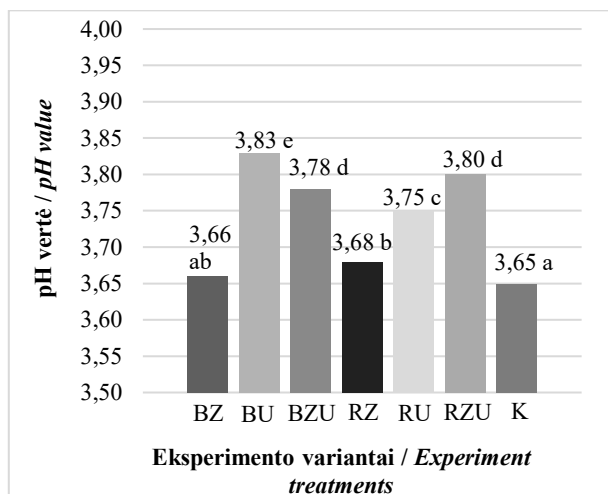
- Juslinis priimtinumas: pagamintiems fermentuotos arbatos mėginiams buvo atliekama juslinė profilinė analizė, kurios metu variantai buvo vertinami 10 cm negraduotoje skalėje. Supažindinti su juslinės analizės tvarka, vertinimą atliko 5 vertintojai.
- Aktyvusis rūgštingumas (pH) nustatytas potenciometrinio metodu, naudojant pH matuoklį (XS Instruments Serie 8-80 Pro, Italija)
- Tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekis nustatytas skaitmeniniu refraktometru (ATAGO pocket refractometer, Japan), taikant refraktometrinį metodą pagal LST ISO 2173:2004 standartą.

Tyrimo duomenų statistinė analizė buvo atlikta taikant vieno veiksnio dispersinę analizę (ANOVA), naudojant statistinę programinę įrangą „STATISTICA“. Aritmetiniai vidurkiai ir skirtumų statistinis reikšmingumas nustatytas pagal Fišerio (LSD) kriterijų ($p < 0,05$).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Mokslinės literatūros duomenimis, kombučios aktyvusis rūgštingumas (pH) priklauso nuo įvairių veiksnių, tokių kaip naudojamų žaliavų savybės, mikroorganizmų kultūra ir fermentacijos metu taikomi augaliniai, žoliniai ar vaisių priedai.

Šio tyrimo metu gauti rezultatai (žr. 1, 2 pav.) parodė, kad skirtingų erškėčio *Rosa Rugosa* veislių priedas turėjo statistiškai reikšmingą įtaką fermentuotų arbatų pH vėrtėms. Analizuojant fermentuotos baltosios arbatos mėginius nustatyta, kad didžiausia pH vėrtė buvo su Rosa 'Lac Majeau' vaisių priedu – 3,83, o mažiausia kontroliniame variante be priedo – 3,65 (žr. 1 pav.).



*Esminiai skirtumai tarp variantų vidurkių pažymėti ne ta pačia raide, yra reikšmingi, kai $p \leq 0,05$.

Pastaba. Eksperimento variantai: K – kontrolė, fermentuota baltoji arbata be priedų; BZ – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Lac Majeau' žiedlapiais; BU – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Lac Majeau' vaisiais; BZU – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Lac Majeau' žiedlapiais ir vaisiais; RZ – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Hansa' žiedlapiais; RU – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Hansa' vaisiais; RZU – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Hansa' žiedlapiais ir vaisiais.

*Significant differences between the means of variants marked with different letters, $p \leq 0,05$

Note: Experiment treatments: K – control, fermented white tea without additives; BZ – fermented white tea with Rosa 'Lac Majeau' petals; BU – fermented white tea with Rosa 'Lac Majeau' fruits; BZU – fermented white tea with Rosa 'Lac Majeau' petals and fruits; RZ – fermented white tea with Rosa 'Hansa' petals; RU – fermented white tea with Rosa 'Hansa' fruits; RZU – fermented white tea with Rosa 'Hansa' petals and fruits.

1 pav. Erškėčio priedų įtaka fermentuotos baltosios arbatos aktyviam rūgštingumui (pH)

Fig 1. Effect of rosehip additives on the activity acidity (pH) fermented white tea

2 pav. Erškėčio priedų įtaka fermentuotos žaliosios arbatos aktyviam rūgštingumui (pH)

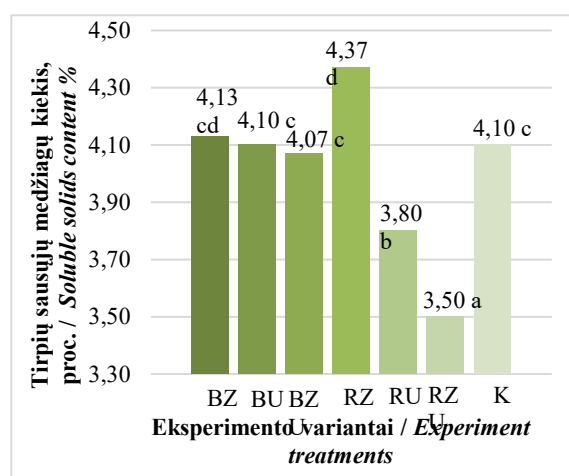
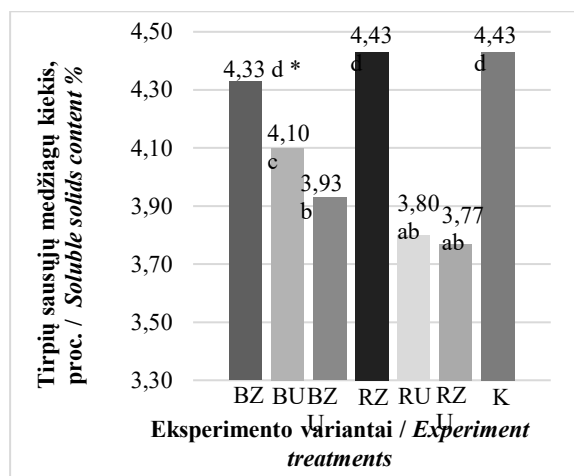
Fig 2. Effect of rosehip additives on the activity acidity (pH) fermented green tea

Atliktų tyrimų rezultatai parodė, kad statistiškai reikšmingai didžiausia pH vėrtė nustatyta fermentuotos žaliosios arbatos mėginyje su Rosa 'Hansa' vaisių priedu – 3,97, o mažiausia kontroliniame variante be priedo – 3,82 (žr. 2 pav.). Tokiems rezultatams įtakos galėjo turėti priedų cheminė sudėtis ir šių junginių poveikis fermentacijos procesui (Phung et al., 2023). Aukštesnės pH vėrtės gali būti siejamos su mažesniu rūgštumo pojūčiu ir švelnesniu gėrimo skoniu (Andradae et al., 2025).

Tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekis fermentacijos metu mažėja dėl mielių hidrolizės, kuri fermentacijos metu paverčia sacharozę, gliukozę ir fruktozę etanolii (Tomar et al., 2023). Tyrimo rezultatai parodė, kad baltosios arbatos mėginiuose didžiausias tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekis buvo nustatytas kontroliniame variante be priedo ir su erškėčio Rosa 'Lac Majeau' bei su Rosa 'Hansa' žiedlapių priedu – atitinkamai 4,43 proc., 4,43 proc. bei 4,33 proc., tuo tarpu mažiausias kiekis nustatytas su Rosa 'Hansa' žiedlapių ir vaisių derinio priedu – 3,77 proc. (žr. 3 pav.).

Žaliosios arbatos mėginiuose esmingai didžiausias tirpių sausųjų medžiagų kiekis buvo nustatytas su Rosa 'Hansa' žiedlapių priedu – 4,37 proc., mažiausias su Rosa 'Hansa' žiedlapių ir vaisių derinio priedu – 3,50 proc. (žr. 4 pav.).

Tirpių sausųjų medžiagų kiekio sumažėjimas mėginiuose su vaisių priedu rodo intensyvesnę antrinę fermentaciją, tuo tarpu mėginiuose su žiedlapių priedu esminių pokyčių nenustatyta, tam įtakos galėjo turėti priedo sudėtis, ypač juose esantis cukrų ir organinių rūgščių kiekis, bei šių junginių poveikis fermentacijos procesui (Phung et al., 2023, Suhre et al., 2025).



*Esminiai skirtumai tarp variantų vidurkių pažymėti ne ta pačia raide, yra reikšmingi, kai $p \leq 0,05$.

Pastaba. Ekspimento variantai: K – kontrolė, fermentuota baltoji arbata be priedų; BZ – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Lac Majeau' žiedlapiais; BU – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Lac Majeau' vaisiais; BZU – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Lac Majeau' žiedlapiais ir vaisiais; RZ – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Hansa' žiedlapiais; RU – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Hansa' vaisiais; RZU – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Hansa' žiedlapiais ir vaisiais.

*Significant differences between the means of variants marked with different letters, $p \leq 0,05$

Note: Experiment treatments: K – control, fermented white tea without additives; BZ – fermented white tea with Rosa 'Lac Majeau' petals; BU – fermented white tea with Rosa 'Lac Majeau' fruits; BZU – fermented white tea with Rosa 'Lac Majeau' petals and fruits; RZ – fermented white tea with Rosa 'Hansa' petals; RU – fermented white tea with Rosa 'Hansa' fruits; RZU – fermented white tea with Rosa 'Hansa' petals and fruits.

3 pav. Erškėčio priedų įtaka tirpių sausųjų medžiagų kiekiui fermentuotoje baltojoje arbatoje

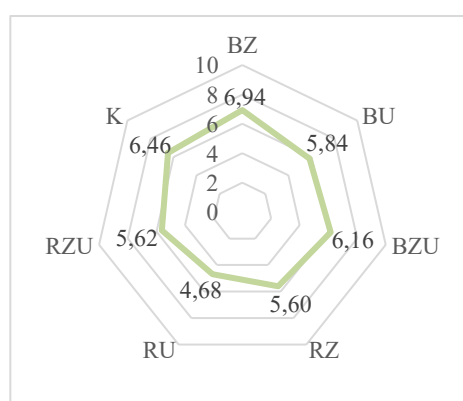
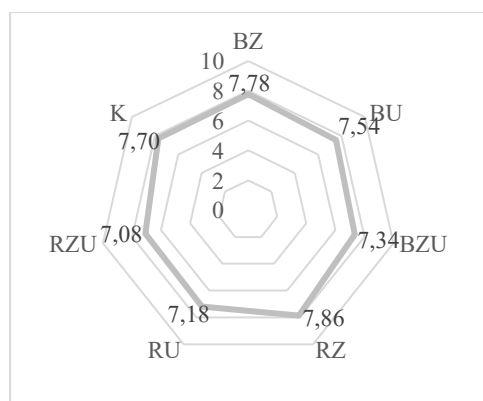
Fig. 3. Effect of rosehip additives on the soluble solids content in fermented white tea

4 pav. Erškėčio priedų įtaka tirpių sausųjų medžiagų kiekiui fermentuotoje žaliojoje arbatoje

Fig. 4. Effect of rosehip additives on the soluble solids content in fermented green tea

Kombučia – fermentuotas, lengvai gazuotas, saldžiarūgščio skonio gėrimas. Fermentacijos metu vyksta sudėtingi biocheminiai procesai, dėl kurių mažėja cukrų kiekis, didėja rūgštingumas, kinta gėrimo aromatas, spalva, skonis ir kitos juslinės savybės. Galutinę fermentuotos arbatos kokybę lemia netik naudojama arbatos rūšis ar fermentacijos trukmė, bet ir naudojami papildomi priedai, kurie gali reikšmingai keisti produkto juslines charakteristikas (Tomar et al., 2023).

Tyrimo metu atlikta juslinė profilinė analizė parodė, kad fermentuotos baltosios arbatos mėginių bendras priimtumas priklausė nuo įterpto priedo. Didžiausias bendras juslinis priimtumas nustatytas baltosios arbatos su Rosa 'Hansa' žiedlapių priedu – 7,86 balo, o mažiausias – fermentuotos baltosios arbatos su Rosa 'Hansa' žiedlapių ir vaisių derinio priedu – 7,08 balo (žr. 5 pav.).



Pastaba. Ekspimento variantai: K – kontrolė, fermentuota baltoji arbata be priedų; BZ – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Lac Majeau' žiedlapiais; BU – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Lac Majeau' vaisiais; BZU – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Lac Majeau' žiedlapiais ir vaisiais; RZ – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Hansa' žiedlapiais; RU – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Hansa' vaisiais; RZU – fermentuota baltoji arbata su Rosa 'Hansa' žiedlapiais ir vaisiais.

Note: Experiment treatments: K – control, fermented white tea without additives; BZ – fermented white tea with Rosa 'Lac Majeau' petals; BU – fermented white tea with Rosa 'Lac Majeau' fruits; BZU – fermented white tea with Rosa 'Lac Majeau' petals and fruits; RZ – fermented white tea with Rosa 'Hansa' petals; RU – fermented white tea with Rosa 'Hansa' fruits; RZU – fermented white tea with Rosa 'Hansa' petals and fruits.

5 pav. Erškėčio priedų įtaka fermentuotos baltosios arbatos bendram priimtinumui

Fig. 5. Effect of rosehip additives on the acceptability of fermented white tea

6 pav. Erškėčio priedų įtaka fermentuotos žaliosios arbatos priimtinumui

Fig. 6. Effect of rosehip additives on the acceptability of fermented green tea

Ivertinus fermentuotos žaliosios arbatos mėginius, nustatyta, kad priimtinausia buvo fermentuota žalioji arbata su Rosa 'Lac Majeau' žiedlapių priedu – 6,94 balo, o mažiausiai priimtina fermentuota žalioji arbata su Rosa 'Hansa' vaisių priedu – 4,68 balo (žr. 6 pav.).

Išvados

1. Erškėčio priedai statistiškai reikšmingai veikė fermentuotų arbatų aktyvųjį rūgštingumą (pH) ir tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekį. Didžiausios pH vertės nustatytos mėginiuose su vaisių priedais, o mažiausios – kontroliniuose variantuose be priedo. Tirpiųjų sausųjų medžiagų kiekis buvo didžiausias kontroliniuose ir žiedlapių priedais papildytuose mėginiuose, o mažiausias – mėginiuose su vaisių priedais.

2. Atlikta juslinė analizė parodė, kad didžiausias fermentuotos baltosios arbatos priimtumas nustatytas su Rosa 'Hansa' žiedlapių priedu – 7,86 balo. Fermentuotos žaliosios arbatos su Rosa 'Lac Majeau' žiedlapių priedu – 6,94 balo.

Literatūra

1. Balmaseda, A., Romeu, E., Mas, A., Portillo, M. C. (2024). Production of grape marc kombucha: Valorization of a wine by-product. *LWT*, 210, 116882.
2. Chakravorty S., Bhattacharya S., Chatzinotas A., Chakraborty W., Bhattacharya D., Gachhui R. (2016). Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. *International Journal of Food Microbiology*, 220, 63-72.
3. Coelho, R. M. D., de Almeida, A. L., do Amaral, R. Q. G., da Mota, R. N., de Sousa, P. H. M. (2020). Kombucha. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100272.
4. de Miranda, J. F., Ruiz, L. F., Silva, C. B., Uekane, T. M., Silva, K. A., Gonzalez, A. G. M., Lima, A. R. (2022). Kombucha: A review of substrates, regulations, composition, and biological properties. *Journal of Food Science*, 87(2)
5. Hammel, R., Karakilic, V., Shaw, F. (2016). The affect of temperature and pH on the food safety of kombucha tea. *BCIT Environmental Public Health Journal*.
6. Khablenko, A., Danylenko, S., Dugan, O., Lakiychuk, O., Potemskaya, O. (2025). Plant-based non-alcoholic fermented beverages: microbiota overview and biotechnological production perspectives. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 14(6), e11295-e11295.
7. Kim, J., Adhikari, K. (2020). Current trends in kombucha: Marketing perspectives and the need for improved sensory research. *Beverages*, 6(1), 15.
8. Patel, S. (2017). Rose hip as an underutilized functional food: Evidence-based review. *Trends in Food Science & Technology*, 63.
9. Phung, L. T., Kitwetcharoen, H., Chamnipa, N., Boonchot, N., Thanonkeo, S., Tippayawat, P., Thanonkeo, P. (2023). Changes in the chemical compositions and biological properties of kombucha beverages made from black teas and pineapple peels and cores. *Scientific reports*, 13(1), 7859.
10. Suhre, T., Fabricio, M. F., Tischer, B., Ayub, M. A. Z., Evans, J. D., Frazzon, J., Kothe, C. I. (2025). Fermentation of native Brazilian fruits with kombucha: A novel opportunity for producing low-alcohol beverages. *Food Bioscience*, 65, 106122.
11. Tomar, O. (2023). Determination of some quality properties and antimicrobial activities of kombucha tea prepared with different berries. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 47(2).

ROSEHIP PETALS AND FRUITS ADDITIVE INFLUENCE ON FERMENTED TEAS (KOMBUCHAS) QUALITY

Abstract

During the study, the influence of *Rosa rugosa* cultivars 'Hansa' and 'Lac Majeau' petals, fruits, and their combinations on the quality parameters and sensory properties of fermented white and green tea samples was evaluated. The results showed that rosehip additives had a statistically significant effect on pH values and soluble solids content, with the highest pH value recorded in the sample supplemented with Rosa 'Hansa' fruits (3.97) and the lowest in the control variant (3.82). According to the sensory analysis data, the highest overall acceptability was determined in the fermented white tea sample supplemented with Rosa 'Hansa' petals (7.86 points), while in the green tea group it was found in the sample supplemented with Rosa 'Lac Majeau' petals (6.94 points). The obtained results demonstrated that the type of rosehip additives and their combinations had different effects on the quality and sensory characteristics of the fermented teas.

Keywords: secondary fermentation, soluble solids, pH, sensory analysis.